АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

№ 17

Видавничий дім
«Гельветика»
2023

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
КВ № 24400-14240Р від 16.04.2020 р.
Журнал включено до Переліку наукових фахових видань України категорії Б у галузі природничих та аграрних наук (спеціальності 101 «Екологія», 201 «Агрономія», 202 «Захист і карантин рослин») відповідно до Наказу МОН України від 26.11.2020 № 1471 (додаток 3)

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН (протокол № 4 від 15.02.2023 року).

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор:

Вожегова Раїса Анатоліївна – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Заслужений діяч науки і техніки України, директор, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України.

Члени редакційної колегії:

Антощенкова Віталіна Володимирівна – доктор економічних наук, доцент, доцент кафедри Глобальної економіки, Державний біотехнологічний університет;

Афанасьєва Оксана Геннадіївна – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії фітопатології, Інститут захисту рослин Національної академії аграрних наук України;

Бойченко Еліна Борисівна – доктор економічних наук, професор, головний науковий співробітник відділу геоінформаційних технологій, агроекологічних і економічних досліджень, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Височанська Марія Ярославівна – доктор економічних наук, старший дослідник, заступник директора з наукової роботи та інноваційного розвитку, Інститут агроекології і природокористування Національної академії аграрних наук України;

Вольвач Оксана Василівна – кандидат географічних наук, доцент, Одеський державний екологічний університет;

Грановська Людмила Миколаївна – доктор економічних наук, професор, завідувач відділу зрошуваного землеробства та декарбонізації агроекосистем, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Гришова Інна Юріївна – доктор економічних наук, професор, помічник директора з міжнародної діяльності, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Гуторов Олександр Іванович – доктор економічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу геоіформаційних технологій, агроекологічних і економічних досліджень, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Домарацький Євгеній Олександрович – доктор сільськогосподарських наук, доцент, професор кафедри рослинництва та садово-паркового господарства, Миколаївський національний аграрний університет;

Єгорова Тетяна Михайлівна – доктор сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології, головний науковий співробітник, Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України;

Заєць Сергій Олександрович – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу кліматично орієнтованих агротехнологій, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Ковальова Ірина Анатоліївна – доктор сільськогосподарських наук, директор. Національний науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства ім. В.Є. Таїрова» Національної академії аграрних наук України;

Косенко Надія Павлівна – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, провідний науковий співробітник, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН;

Лавриненко Юрій Олександрович – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, головний науковий співробітник відділу селекції сільськогосподарських культур, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Ломовських Людмила Олександрівна – доктор економічних наук, професор, професор кафедри глобальної економіки, Державний біотехнологічний університет;

Ма Сянфей (Ma Xiangfei) – доктор філософії, професор, Ханчжоуський університет Діянзі (Hangzhou Dianzi University), Ханчжоу, Китай;

Петрзак Стефан (Pietrzak Stefan) – доктор наук, професор, завідувач відділу якості води, Технологічний та природничий інститут (Рашин, Польща);

Пілярська Олена Олександрівна – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, завідувач відділу маркетингу та міжнародної діяльності, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Стригун Олександр Олексійович – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії ентомології та стійкості сільськогосподарських культур проти шкідників, Інститут захисту рослин Національної академії аграрних наук України;

Хандакар Рафік Ісламі (Khandakar Rafiq Islam) – доктор наук, старший науковий співробітник, доцент, Державний університет Огайо (Огайо, США);

Чугай Ангеліна Володимирівна – доктор технічних наук, професор, декан природоохоронного факультету, Одеський державний екологічний університет;

Шебаніна Олена Вячеславівна – доктор економіних наук, професор, декан факультету менеджменту, Миколаївський національний аграрний університет;

Яковенко Роман Володимирович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри плодівництва і виноградарства, Уманський національний університет садівництва.

У журналі подаються результати наукових досліджень теоретичного та практичного характеру з питань аграрних наук та продовольства. Висвітлено елементи системи землеробства, обробіток ґрунту, удобрення, раціональне використання поливної води, особливості ґрунтотворних процесів. Приділено увагу питанням кормовиробництва, вирощування зернових, картоплі та інших культур, створення нових сортів і гібридів, біотехнології, економіці виробництва.

Науковий журнал «Аграрні інновації» розрахований на науковців, аспірантів, спеціалістів сільського господарства.

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

Адреса редакційної колегії:
Видавничий дім «Гельветика»
м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Телефон: +38 (050) 835 07 12
e-mail: info@agrarian-innovations.izpr.ks.ua
www.agrarian-innovations.izpr.ks.ua

ISSN 2709-4405

© Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України, 2023

ЗМІСТ

МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО……7

Бойко Т.О., Котовська Ю.С. Використання багаторічних злакових культур в озелененні міста Херсон……7

Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Шепілова Т.П. Ефективність агродронів в системі точного землеробства……13

Вожегова Р.А., Лиховид П.В., Пілярська О.О. Математико-статистичний аналіз світової практики застосування мінеральних добрив на посівах м'яти перцевої……19

Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Посухостійкість популяцій люцерни другого року за кормового використання……25

Грабовський М.Б., Потапов А.В., Марченко Т.Ю., Лозінський М.В., Козак Л.А. Ефективність систем фунгіцидного захисту та мікродобрив проти грибкових хвороб листкового апарату рослин буряку цукрового……37

Дековець В.О., Кулик М.І. Вплив удосконалення елементів технології вирощування на врожайність надземної вегетативної маси міскантусу гігантського……46

Домарацький Є.О. Вплив азотно живлення та комбінованих препаратів на особливості водоспоживання ріпаку озимого за різних умов вирощування……54

Караулов В.Д., Житкевич М.Я., Юрасов С.М. Іригаційні властивості вод і їх мінливість на прикладі водних об'єктів Одеської області……62

Книш В.В., Сайдак Р.В., Сорока Ю.В., Тараріко Ю.О. Формування зрошуваної біоенергетичної агроекосистеми у Сухому Степу України……69

Ковальов М.М., Топольний Ф.П., Малаховська В.О. Органічна речовина ґрунту під впливом тривалого сільськогосподарського використання……81

Косенко Н.П., Шабля О.С., Холодняк О.О. Формування продуктивності рослин дині за передпосівної обробки насіння кремнієвмісними добривами в умовах Півдня України……88

Лемішко С.М., Черних С.А. Ефективність дії рістрегулюючих речовин і мікродобрив на процеси формування продуктивності соняшнику в умовах Північного Степу України……94

Мадані М.М. Вплив автотранспорту на трансформацію екосистем придорожніх зон……99

Панфілова А.В. Наростання надземної маси та формування врожайності зерна пшениці озимої в умовах Південного Степу України……107

Романко В.О., Дудинська А.Т. Синергізм суміші фосфіну та вуглекислого газу при фумігації проти хлібних шкідників запасів……113

Семенцова К.О. Зміни гранулометричного складу ґрунту внаслідок підкислення під час виготовлення стандартних зразків мікроелементів-металів……120

Сергієнко О.В., Сєвідов В.П. Особливості реалізації потенціалу продуктивності гібриду помідору Тойво F1 залежно від способу формування рослини……125

Соколовська І.М. Моніторинг засміченості агрофітоценозів зернових культур насінням бур'янів……132

Ткачук О.П., Вітер Н.Г. Динаміка кліматичних показників та їх вплив на урожайність основних сільськогосподарських культур у Вінницькій області……139

Ткачук О.П., Мізерій А.Т. Принципи підбору біопрепаратів у плодових садах органічного виробництва……150

Яковенко Р.В. Поживний режим ґрунту та врожайність насаджень груші залежно від оптимізованого ґрунтового удобрення за повторної культури……156

СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО……162

Запольська Н.М., Шендрик К.М. Зміна патогенезу грибів-сапрофітів у бурякових агроценозах……162

Корягін О.М., Остапець Т.А., Бочарова М.І., Міняйло В.Д. Поєднання показників кормової та насіннєвої продуктивності – один із методів створення сортів багаторічних бобових трав (люцерни та конюшини лучної)……167

Manushkina T.M., Kovalenko O.A., Khomut V.P., Kolomiiets N.P. Clonal micropropagation of paulownia *in vitro*……173

Назаренко М.М., Іжболдін О.О., Позняк В.В. Особливості реалізації потенціальної продуктивності та якості зерна сортів пшениці озимої……178

Ничипорук О.О. Вирощування люпину жовтого в зоні Полісся України……182

Писаренко Н.В., Сидорчук В.І., Захарчук Н.А., Олійник Т.М. Оцінка сортів картоплі за стійкістю до посухи в умовах Центрального Полісся України. ……186

Сімченко О.О., Назаренко М.М. Сорти фундуку як джерело отримання цінних харчових елементів в умовах півночі Степу України……197

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО……202

Бондаренко П.Г. Публікація садівничої статті в Scopus: навіщо та як?……202

ЕКОНОМІКА……211

Гуторова О.О., Гуторов О.І. Особливості розвитку та напрями удосконалення інноваційної діяльності в АПК……211

Ломовських Л.О., Єфремова Н.О., Пащенко Ю.В. Управління цифровими трансформаціями економіки в контексті глобалізації……218

Рудь В.П., Шабля О.С., Терьохіна Л.А. Інституційне вдосконалення механізму регулювання овочевого ринку……225

ЮВІЛЕЙ……231

Вожегова Р.А. Анатолію Влащуку виповнюється 65 років……231

Вожегова Р.А. Сергію Зайцю – 65……233

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК……235

CONTENTS

MELIORATION, ARABLE FARMING, HORTICULTURE 7

Boiko T.O., Kotovska Yu.S. The use of perennial cereal crops in landscaping the city of Kherson 7

Vasylkovska K.V., Andriienko O.O., Shepilova T.P. The effectiveness of agricultural drones in the system of precision agriculture 13

Vozhehova R.A., Lykhovyd P.V., Piliarska O.O. Mathematical and statistical analysis of the world practice of mineral fertilizers application in the peppermint crops 19

Vozhehova R.A., Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Piliarska O.O., Fundirat K.S., Konovalova V.M. Drought resistance of alfalfa populations in the second year for fodder use 25

Grabovskyi M.B., Potapov A.V., Marchenko T.Yu., Lozinskyi M.V., Kozak L.A. Efficiency of fungicide protection systems and microfertilizers against fungal diseases leaves of sugar beet plants 37

Dekovets V.O., Kulyk M.I. Influence of improvement of cultivation technology elements on the yield of aboveground vegetative mass of miscanthus giganteus 46

Domaratskyi E.O. The influence of nitrogen nutrition and combined preparations on the characteristics of water consumption of winter rape under different growing conditions 54

Karaulov V.D., Zhitkevich M.Ya., Yurasov S.M. Irrigation properties of waters and their variability on the example of water bodies of Odesa region 62

Knysh V.V., Saidak R.V., Soroka Yu.V., Tarariko Yu.O. Formation of an irrigated bioenergy agroecosystem in the Dry Steppe of Ukraine 69

Kovalov M.M., Topolnyi F.P., Malakhovska V.O. Soil organic substance under the influence of long-term agricultural use 81

Kosenko N.P., Shablia O.S., Kholodnyak O.O. Formation of the productivity of melon (*Cucumis melo* L.) at treatment of seed before sowing by silicon fertilizers in the conditions of South of Ukraine 88

Lemishko S.M., Chernykh S.A. The effectiveness of the effect of adjusting substances and microfertilizers on the processes of forming the productivity of sunflower in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine 94

Madani M.M. The influence of motor vehicles on the transformation of ecosystems of roadside zones 99

Panfilova A. Growth of above-ground mass and formation of winter wheat grain yield in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine 107

Romanko V.O., Dudynska A.T. Synergism of a mixture of phosphine and carbon dioxide during fumigation against pests of grain stocks 113

Sementsova K.O. Changes in the granulometric composition of the soil due to acidification during the production of reference materials of microelements-metals 120

Serhiienko O.V., Sievidov V.P. Peculiarities of realizing the productivity potential of Toivo F1 tomato hybrid depending on the method of plant formation 125

Sokolovska I.M. Contamination monitoring of agrophytocenosis of grain cultures by weed seeds 132

Tkachuk O.P., Viter N.G. Dynamics of climatic indicators and their influence on the productivity of the main agricultural crops in the Vinnytsia region 139

Tkachuk O.P., Mizerii A.T. Principles of selection of biological preparations in orchards of organic production 150

Yakovenko R.V. Soil nutrient regime and yield of pear plantations depending on optimized soil fertilizer for repeated culture 156

BREEDING, SEED PRODUCTION 162

Zapolska H.M.,, Shendryk K.M. Change in the pathogenesis of saprophyte fungi in beet agrocenoses 162

Koryagin O.M., Ostapets T.A., Bocharova M.I., Minyailo V.D. Combination of fodder and seed productivity indicators is one of the methods of creating varieties of perennial leguminous grasses (alfalfa and meadow clover) 167

Manushkina T.M., Kovalenko O.A., Khomut V.P., Kolomiiets N.P. Clonal micropropagation of paulownia *in vitro*.....173

Nazarenko M.M., Izboldin O.O., Pozniak V.V. Peculiarities of realization of potential productivity and grain quality of winter wheat varieties.....178

Nychyporuk O.O. Cultivation of yellow lupine in the Polissia zone of Ukraine.....182

Pysarenko N.V., Sydorchuk V.I., Zakharchuk N.A., Oliynik T.M. Comprehensive assessment of drought tolerance of potato varieties by mathematical indices in the conditions of the Central Polissya of Ukraine.....186

Simchenko O.O., Nazarenko M.M. Hazelnut varieties as a source of obtaining valuable nutrient elements in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine.....197

PAGE OF A YOUNG SCIENTIST.....202

Bondarenko P.H. Publishing a horticultural article in Scopus: why and how?.....202

ECONOMY.....211

Hutorova O.O., Gutorov O.I. Features of development and directions of improvement of innovation activity in the agro-industrial complex.....211

Lomovskykh L.O., Yefremova N.O., Pashchenko Yu.V. Management of digital transformations of the economy in the context of globalization.....218

Rud V.P., Shablya O.S., Teryokhina L.A. Institutional improvement of the vegetable market regulation mechanism.....225

ANNIVERSARY.....231

Vozhehova R.A. Anatolii Vlashchuk turns 65.....231

Vozhehova R.A. Serhii Zaiets celebrates his 65th birthday.....233

AUTHOR INDEX.....235

МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО

УДК 635.92:712.42:712.3
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.1

ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОРІЧНИХ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР В ОЗЕЛЕНЕННІ МІСТА ХЕРСОН

БОЙКО Т.О. – кандидат біологічних наук, доцент
orcid.org/0000-0003-3864-2036
Херсонський державний аграрно-економічний університет
КОТОВСЬКА Ю.С. – асистент кафедри лісового та садово-паркового господарства
orcid.org/0000-0002-9873-7646
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Створення квіткових композицій на півдні України є задачею досить складною. Еколого-кліматичні особливості Херсонщини вимагають ретельного підходу до підбору рослин, які можуть бути застосовані у озелененні об'єктів як загального користування так і приватних територій [6; 9; 15]. Останнім часом популярними стають злакові культури. Цей факт пов'язаний і з їх декоративними властивостями, і з їх еколого-біологічними властивостями, особливостями догляду за ними [10].

Одна з ключових тенденцій в ландшафтному дизайні в останні роки – малоуходність, тобто ретельний підбір асортименту рослин, що вимагає мінімум зусиль по догляду за зеленими насадженнями на ділянці. Злакові культури в більшості своїй невибагливі до умов навколишнього середовища, що обумовило їх популярність як в приватному озелененні, так і в об'єктах різного цільового призначення озеленення міста [1; 7]. Декоративні злаки – це рослини, які мають широку екологічну амплітуду, здатні рости на відкритих ділянках та в тіні, невибагливі до ґрунтів, переносять як велику кількість вологи, так і тривалу посуху. Вони мають високу стійкість до шкідників і хвороб [8; 11]. Завдяки цим особливостям їх часто використовують при оформленні кам'янистих садів, озелененні водойм і декоруванні квітників, вони відмінно поєднуються з більшістю садових культур. Характерна особливість злакових – здатність добре гармоніювати з представниками інших видів рослин. Завдяки цьому їх нерідко висаджують в складі змішаних клумб і міксбордерів [10]. Тому аналіз вирощуваних в умовах південного регіону України декоративних злаків становить значний практичний інтерес.

Метою нашої роботи було дослідити еколого-біологічні властивості декоративних злакових культур що використовуються в озелененні Херсону, виявити та відібрати стійкі в умовах Південного Степу види та сорти для широкого впровадження в різні об'єкти озеленення міста.

Матеріали та методика дослідження. Об'єктами дослідження є представники родини *Poaceae* Barnh., які вирощуються в об'єктах озеленення міста Херсон. Не розглядаються представники родини, які використовуються як газонні трави. Латинські назви рослин родин наведені за чеклістом [14]. Ритм сезонного розвитку рослин досліджували методом фенологічних спостережень [2; 13]. Встановлювали зимостійкість та посухостійкість всіх досліджених видів [3; 4]. Декоративність рослин оцінювали за сукупністю ознак вегетативних та генеративних органів, тривалості декоративного періоду, стійкістю до кліматичних особливостей Херсону. Морфометричні показники видів та сортів досліджених злакових розглянуті за Щербаковою та Рахметовим [12].

Результати дослідження. Декоративні рослини родини *Poaceae*, до числа яких відносяться низка видів ксерофітних трав, мають велику різноманітність кольорів і форм.

Злаки, обрані для озеленення Херсону, декоративні переважно формою та забарвленням листя. За забарвленням листя можна розділити на кілька груп: з зеленим забарвленням, зі строкатим забарвленням та з сіро-голубим забарвленням. Рослини з зеленим забарвленням листя – *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths, *Panicum virgatum* L., *Cortaderia selloana* (Schult. et Schult.f.) Asch. et Grabn., *Miscanthus sinensis* Andersson, *Miscanthus sacchariflonis* (Maxim.) Hackel, *Festuca pratensis Huds. Pennisetum alopecuroides* (L.) Spreng., *Phyllostachys nigra* (Lodd. ex Munro), *Milium effusum* L.; зі строкатим – *Miscanthus sinensis* (Maxim.) Hackel '*Zebrinus'*, *Phalaris arundinacea* L. '*Picta*', *Arrhenatherum elatius* ssp. *bulbosum* (Wild.) Schubl. et. Martens. '*Variegatum'*, *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch.; з сіро-голубим – *Festuca glauca* Vill. '*Elijah Blue*', *Leymus arenarius* (L.) Hochst., *Sesleria caerulea* (L.) Ard. та найменш чисельна група рослин з незвичним забарвленням: *Imperata cylindrica* (L.) Raeusch. '*Red Baron*' – з зеленим листям з яскраво-червоними краями, *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. '*Purple Baron*' – з пурпуровим листям.

Ще однією декоративною ознакою злаків є форма та забарвлення генеративних органів. В озелененні Херсону використовують рослини з крупними суцвіттями, так і рослини з малодекоративними непоказними суцвіттями.

Серед рослин з такою декоративною ознакою слід визначити *Miscanthus sinensis* та *M. sacchariflonis* – рослини з великими пухкими волотями, які розташовані на вкорочених остях. Слід зауважити, що суцвіття залишаються на рослинах протягом зимового періоду, що дозволяє їх використовувати у садах чотирьох сезо-

нів. *Pennisetum glaucum* ‘*Purple Baron*’ – злак з циліндричним колосовидним суцвіттям темно-пурпурового кольору. *Pennisetum alopecuroides* – рослини з витонченими колосовидними поникаючими волотями. *Bouteloua gracilis* має однобокі колоски, які горизонтально розташовуються на пагонах. *Avenella flexuosa* – формує вільні ажурні волоті. *Panicum virgatum* утворює великі колосовидні суцвіття (рис. 1).

Не утворюють генеративних органів в досліджених умовах *Imperata cylindrica* та *Phyllostachys nigra*.

Застосування злакових рослин у ландшафтному дизайні залежить від висоти їх пагонів [12]. Ми розглядаємо поділ за висотою злакових за Щербаковою та Рахметовим: низькорослі – до 0,6 м, середньорослі – 0,6–1,5 м, високорослі – понад 1,5 м. Низькорослі злаки (*Festuca glauca, Festuca glauca* Vill. ‘*Elijah Blue*’, *Festuca pratensis, Pennisetum alopecuroides*) добре підійдуть для створення бордюрів, солітерних посадок і невеликих груп. Середньорослі (*Imperata cylindrica* ‘*Red Baron*’, *Bouteloua gracilis, Pennisetum glaucum* ‘*Purple Baron*’, *Phyllostachys nigra*, *Phalaris arundinacea*, *Arrhenatherum elatius* ssp. *bulbosum* ‘*Variegatum*’, *Panicum virgatum, Phalaroides arundinacea*) та високорослі (*Panicum virgatum, Miscanthus sinensis, Miscanthus sinensis* ‘*Zebrinus’, Miscanthus sacchariflonis, Milium effusum*, *Leymus arenarius, Cortaderia selloana*) – для створення живоплотів, міксбордерів, як фон, який довго зберігає свою декоративність. *Phyllostachys nigra* – віднесений нами до сереньорослих злаків, оскільки в умовах міста Херсон росте повільно. У 5-тирічному віці сягав 0,5–0,7 м заввишки.

Початок відростання злаків в умовах Херсону починається навесні. Найбільш ранньовесняним видом є *Festuca glauca* та його сорт *Festuca glauca* ‘*Elijah Blue*’, *Phalaris arundinacea* ‘*Picta’, Panicum virgatum*, *Bouteloua gracilis*, *Pennisetum alopecuroides, Milium effusum, Leymus arenarius, Phalaroides arundinacea*. Їх розвиток починається в березні, кожного року це залежить від температурного режиму району дослідження. У 2022 році розвиток цих видів припав на кінець березня. В квітні починають розвиватись представники роду *Miscanthus*, *Imperata cylindrica* ‘*Red Baron*’, *Pennisetum glaucum* ‘*Purple Baron*’, *Cortaderia selloana, Phyllostachys nigra*, *Phalaris arundinacea, Arrhenatherum elatius* ssp. *bulbosum* ‘*Variegatum*’.

Phyllostachys nigra залишається вічнозеленою рослиною в досліджених умовах (рис. 2). Ця властивість рослини дозволяє широко впроваджувати її в озеленення міста Херсон.

У фазу викидання волоті злакові також вступають не одночасно [8]. Раніше фаза колосіння наступає у *Milium effusum* та *Bouteloua gracilis, в середині травня* –



Рис. 1. А Куртина Miscanthus sinensis з суцвіттями, Б – Pennisetum glaucum ‘Purple Baron’, В – Bouteloua gracilis, Г – Avenella flexuosa, Д – Pennisetum alopecuroides

Pennisetum glaucum ‘*Purple Baron*’. Інші види починають цю фазу набагато пізніше – з початку серпня і до кінця жовтня. Такі види як *Pennisetum alopecuroides, Miscanthus sinensis, Miscanthus sinensis* ‘*Zebrinus’, Miscanthus sacchariflonis, Panicum virgatum* найбільш декоративними стають з середини вересня, коли утворюється максимальна кількість колосків (рис. 3). Рослини зберігають декоративність під час зимового періоду, що є зручним для використання їх у садах безперервного цвітіння. Однак, зрізування навесні пагонів осінньої генерації підвищує інтенсивність розвитку рослин навесні та рясність цвітіння.

Дослідження еколого-біологічних властивостей представлених злаків, показало що більшість з дослі-



Рис. 2. Phyllostachys nigra в умовах м. Херсон:
А – серпень 2022 року, Б – січень 2023 року



Рис. 3. Цвітіння Miscanthus sinensis ‘Zebrinus’ та Pennisetum alopecuroides
в другій декаді жовтня в умовах міста Херсон

джених видів досить успішно розвиваються в умовах аридного клімату. Нами встановлено, що для розвитку цих рослин підходять різні типи ґрунтів (чорноземи південні, темно-каштанові, алювіальні піщані та їх антропогенно трансформовані варіанти). Аналіз посухостійкості показав, що більшість з вирощуваних представників родини *Poaceae* є посухостійкими. Однак, для збереження декоративності рослини протягом всього вегетаційного сезону, для уникнення підсихання кінчиків листя, а також висихання нижніх листків, в найбільш тривалі посушливі періоди потребують регулярного поливу без утворення застою вологи.

Ще одним важливим показником адаптації до умов місцевості є зимостійкість рослин. Досліджені види є зимостійкими і не потребують укриття на зимовий період. Низка видів є менш зимостійкими (*Cortaderia selloana, Pennisetum alopecuroides, Panicum virgatum*) і страждають не тільки від обледеніння, а також від вітрів, які підсилюють дію низьких зимових температур. Для менш зимостійких видів необхідна ретельна підготовка до періоду спокою: забезпечення осіннього вологозарядного поливу, внесення дорив, рихлення ґрунту та мульчування.

Враховуючи індивідуальні еколого-біологічні та декоративні властивості декоративні злаки можна рекомендувати для таких посадок у місті Херсон. *Festuca pratensis* підходить для посадок на великих клумбах, доріжках, для задерніння сухих схилів. *Phalaroides arundinacea* може рости по берегах річок та ставків, декоративних водойм. Низькорослі злакові можна застосовувати в якості грунтопокривних рослин, низьких бордюрів у поєднанні з квітковими рослинами, в альпійських садах та рокаріях, а також у вуличній вазонній культурі. Середньорослі та високорослі злаки можна використовувати в одновидових посадок, малих та великих груп. *Imperata cylindrica* та *Pennisetum glaucum* ‘*Purple Baron*’ ефектно виглядають на тлі яскраво-зеленого газону, а також клумб з *Petunia* × *hybrida* (Hook.) Vilm., *Dianthus deltoides* (L.), *Alyssum saxatile* (L.) Desv., грунтопокривними та низькорослими видами роду Sedum, *Vinca minor* L. та *Vinca major* L. а також на тлі сланких кущів *Juniperus* x *media*, *Juniperus squamata* Lamb., *Ephedra distachia* L., *Cotoneaster tomentosus* Lindley, *Euonimus fortunei* Hand.-Mazz. тощо.

Висновки. Більшість досліджених декоративних злаків, які використані в озелененні міста Херсон, проходять основні фази розвитку, в тому числі цвітіння, але насіння при цьому не визріває. Висока декоративність цих злаків обумовлена крупними довгими листями та суцвіттями. *Imperata cylindrica* (L.) Raeusch. та *Phyllostachys nigra* в умовах півдня України не квітне, однак декоративні своїм яскравим листям. Всі досліджені злакові пройшли інтродукційні випробування, відрізняються високою зимостійкістю та посухостійкістю. Вони можуть бути рекомендовані до широкого використання в ландшафтному дизайні об’єктів різного цільового призначення в умовах міста Херсон та Херсонській області. Отримані результати можуть стати основою для розширення видового та сортового різноманіття злакових рослин в досліджених умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Базалій В., Федорчук М., Мринський І., Онищенко С., Мазурок І., Котовська Ю. Багаторічні декоративні рослини дендрологічного парку Херсонського державного аграрного університету. Херсон : Грінь Д.С., 2012. 416 с.
2. Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск : Наука, 1974. 155 с.
3. Бойко Т. О., Бойко П. М. Оцінка інтродукції *Albizia julibrissin* Durazz у місті Херсоні. Traektoriâ Nauki = Path of Science. 2017. Т. 3. № 1. С. 3.1–3.7.
4. Бойко Т. О., Бойко П. М., Січна Ю. М. Зимостійкість та морозостійкість *Albizia julibrissin* Durazz в умовах м. Херсона. *Інтродукція рослин*. 2017. № 4(76). С. 63–68.
5. Бойко Т., Бойко П., Дворна А. Пропозиції щодо оновлення основного асортименту деревних рослин парків та скверів міста Херсона. *Таврійський науковий вісник.* 2021. № 120. С. 306–312.
6. Дементьєва О. І., Бойко Т. О. Особливості застосування багаторічних лікарських рослин в оформлені квітників міста Херсон. *Таврійський науковий вісник.* 2021. № 118. С. 333–340.
7. Дементьєва О. І., Бойко Т. О., Омелянова В. Ю. Особливості озеленення об’єктів спеціального призначення на прикладі меморіального комплексу загиблим воїнам. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 106. С. 262–266.
8. Кудина Г. А., Качур Л. Ю. Интродукция декоративных злаков и перспективы их использования в Донбассе. *Промышленная ботаника*. 2005. Вып. 5. С. 39–45.
9. Свиденко Л. В., Глущенко Л. А., Вергун О. М., Гудзь Н. І., Марковська О. Є. Оцінка впливу погодних умов на господарсько-цінні ознаки *Lavandula angustifolia* L. в умовах Херсонської області. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 3. С. 84–93.
10. Сурган О. В. Інтродукція та використання декоративних злаків в Україні. Сучасний стан і перспективи розвитку ландшафтної архітектури, садовопаркового господарства, урбоекології та фітомеліорації: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Львів, 4–5 квітня 2019 р.). Львів, НЛТУ України, 2019. С. 180–181.
11. Трунов О. П., Булат А. Г., Скаковський С. І. Можливості використання рослин роду *Pennisetum* Richard ex Persoon в озелененні Південного Сходу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 216. С. 28–32.
12. Щербакова Т. О., Рахметов Д. Б. Біологічні особливості сортів декоративних рослин родини Тонконогові, інтродукованих у Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України. *Plant Varieties Studyng and Protection*. 2018. Т. 14. № 2. С. 153–159.
13. Щербакова Т. О. Сезонний ритм розвитку багаторічних декоративних злаків при інтродукції в Лісостепу та на Поліссі України. *Інтродукція рослин*. 2017. Т. 3(75). С. 41–49.
14. Mosyakin S. L., Fedoronchuk M. N. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kiev, 1999. 346 p.
15. Svydenko L. V., Markovska O. Y., Stetsenko I. I. Creation of new perspective cultivars of *lavandula angus-*

tifolia Miil. for growing of area of Ukrainian South. *5th International Scientific Conference Agrobiodiversity for Improving the Nutrition, Health, Quality of Life and Spiritual Human Development.* Nitra, 2021. P. 120.

REFERENCES:

1. Bazaliy, V.V., Fedorchuk, M.I., & Mrinsky, I.M. et al. (2012). *Bahatorichni dekoratyvni roslyny dendrolohichnoho parku Khersonskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu [Perennial plants arboretum Kherson state agrarian university].* Kherson : Hrin D.S. [in Ukrainian].
2. Beydeman, I.N. (1974). Metodyka yzuchenyia fenolohyy rastenyi y rastytelnykh soobshchestv [The methods to study phenology of plants and its communities]. [in Russian].
3. Boiko, T.O., & Boiko, P.M. (2017). Ocinka introdukcii albicii lenkoranskoi (*Albizia julibrissin* Durazz) u misti Kherson [Evaluation Introduction *Albizia julibrissin* Durazz in Kherson City]. In Traektoria nauki: International Electronic Scientific Journal. Section «Biology». Vol. 3, № 1. [in Ukrainian].
4. Boiko, T.O., Boiko, P.M., & Sichna, J.M. (2017). Zymostiikist ta morozostiikist *Albizia julibrissin* Durazz v umovakh m. Khersona [Winter hardiness and frost resistance of *Albizia julibrissin* Durazz in the conditions of Kherson]. *Introduktsiya roslyn – Plant introduction*, 3, 1 [in Ukrainian].
5. Boiko, T.O., Boiko, P.M., & Dvorna, A.V. (2021). Propozytsii shchodo onovlennia osnovnoho asortymentu derevnykh roslyn parkiv ta skveriv mista Kherson [Proposals for renewing the assortment of woody plants in parks and public gardens of Kherson]. Tavriiskyi naukovyi visnyk, 120. [in Ukrainian].
6. Dementieva O.I., Boiko T.O. (2021).Osoblyvosti zastosuvannia bahatorichnykh likarskykh roslyn v oformleni kvitnykiv mista Kherson [The peculiarities of usage of the perennial medicinal plants in the design of the Kherson city flower-gardens]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 118 [in Ukrainian].
7. Dementieva, O.I., Boiko, T.O., & Omelianova, V.Yu. (2019). Osoblyvosti ozelenennia obiektiv spetsialnoho pryznachennia na prykladi memorialnoho kompleksu zahyblym voinam [Features of landscaping special-purpose sites by the example of memorial complex to the fallen warriors]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 106 [in Ukrainian].
8. Kudina, G.A., & Kachur, L.Yu. (2005). Yntroduktsyia dekoratyvnыkh zlakov y perspektyvы ykh yspolzovanyia v Donbasse [Introduction of ornamental cereals and perspectives of using them in Donbass]. *Promyshlennaya botanika – Industrial Botany*, 5, 39–45 [in Ukrainian].
9. Svydenko, L., Hlushchenko, L., Vergun, O., Gudz, N., & Markovska, O. (2022). Otsinka vplyvu pohodnykh umov na hospodarsko-tsinni oznaky *Lavandula angustifolia* L. v umovakh Khersonskoi oblasti [Assessment of the weather conditions influence on the economic and value characteristics of *Lavandula angustifolia* L. in the conditions of Kherson region]. Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal, 3, 84-93 [in Ukrainian].
10. Surgan, O.V. (2019). Introduktsiia ta vykorystannia dekoratyvnykh zlakiv v Ukraini [Introduction and use of ornamental cereals in Ukraine]. *Suchasnyi stan i perspektyvy rozvytku landshaftnoi arkhitektury, sadovoparkovoho hospodarstva, urboekolohii ta fitomelioratsii: Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Lviv [in Ukrainian].
11. Trunov, O.P., Bulat, A. G., & Skakovsky, S.I. (2016). Mozhlyvosti vykorystannia roslyn rodu Pennisetum Richard ex Persoon v ozelenenni Pivdennoho Skhodu Ukrainy [Some Opportunities for the Use of the Genus Pennisetum Richard ex Persoon in Landscaping in South-east Ukraine]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy – Scientific bulletin of NLTU of Ukraine*, 216, 28–32 [in Ukrainian].
12. Shcherbakova, T.O., & Rakhmetov, D.B. (2018). Biolohichni osoblyvosti sortiv dekoratyvnykh roslyn rodyny Tonkonohovi, introdukovanykh u Natsionalnomu botanichnomu sadu imeni M.M. Hryshka NAN Ukrainy [Biological features of ornamental Poaceae cultivars introduced at the M. M. Hryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine]. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14 (2) https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.2.2018.134761 [in Ukrainian].
13. Scherbakova, T.A. (2017). Sezonnyi rytm rozvytku bahatorichnykh dekoratyvnykh zlakiv pry introduktsii v Lisostepu ta na Polissi Ukrainy [Seasonal rhythm development of perennial ornamental grasses during introduction in Forest-Steppe and Polissya of Ukraine]. Introduktsiia Roslyn – Introduction of plants, 3(75), 41–49 [in Ukrainian].
14. Mosyakin, S.L., & Fedoronchuk, M.N. (1999). Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kiev, 346
15. Svydenko, L.V., Markovska, O.Y., & Stetsenko, I.I. (2021). Creation of new perspective cultivars of *Lavandula angustifolia* Miil. for growing of area of Ukrainian South. *5th International Scientific Conference Agrobiodiversity for Improving the Nutrition, Health, Quality of Life and Spiritual Human Development*. Nitra, 120.

Бойко Т.О., Котовська Ю.С. Використання багаторічних злакових культур в озелененні міста Херсон

Метою нашої роботи було дослідити еколого-біологічні властивості декоративних злакових культур що використовуються в озелененні Херсону, виявити та відібрати стійкі в умовах Південного Степу види та сорти для широкого впровадження в різні об'єкти озеленення міста. **Матеріали та методика дослідження**. Досліджено ритм сезонного розвитку рослин методом фенологічних спостережень. Встановили зимостійкість та посухостійкість всіх досліджених видів. Встановлено морфометричні показники видів та сортів досліджених злакових. Декоративність рослин оцінювали за сукупністю ознак вегетативних та генеративних органів. **Результати дослідження.** Злаки, обрані для озеленення Херсону, декоративні переважно формою та забарвленням листя. За забарвленням листя ми розділили їх на кілька груп: з зеленим, зі строкатим, з сіро-голубим забарвленням. Ще однією декоративною ознакою злаків є форма та забарвлення генеративних органів. В озелененні Херсону використовують рослини з крупними суцвіттями, так і рослини з малодекоративними непоказними суцвіттями. Застосування злакових рослин у ландшафтному дизайні залежить від висоти їх пагонів. Нами виділено низькорослі – до 0,6 м, середньорослі – 0,6–1,5 м, високорослі рослини – понад 1,5 м.

Початок росту злаків в умовах Херсону починається навесні. Найбільш ранньовесняним видом є *Festuca glauca* Vill. '*Elijah Blue*', *Phalaris arundinacea* L. '*Picta*', *Panicum virgatum* L., *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Gr тощо. Розвиток інших рослин починається на місяць-півтора пізніше. *Phyllostachys nigra* (Lodd. ex Munro) залишається вічнозеленою рослиною в досліджених умовах. **Висновки**. Всі досліджені злакові пройшли інтродукційні випробування, відрізняються високою зимостійкістю та посухостійкістю. Вони можуть бути рекомендовані до широкого використання в ландшафтному дизайні об'єктів різного цільового призначення в умовах міста Херсон та Херсонській області.

Ключові слова: декоративні злаки, ландшафтний дизайн, зимостійкість, посухостійкість, південь України.

Boiko T.O., Kotovska Yu.S. The use of perennial cereal crops in landscaping the city of Kherson

The **purpose** of our article was to investigate the ecological and biological properties of the decorative cereal crops used in the landscaping of Kherson, to identify and select species and varieties resistant to the conditions of the Southern Steppe for wide implementation in various landscaping objects of the city. **Methods**. The seasonal development of plants was studied by the method of phenological observations. The winter hardiness and drought resistance of all studied species were established. The morphometric values of the species and varieties of the studied cereals were determined. The decorativeness of plants was evaluated based on the set of signs of vegetative and generative organs. **Results**. Cereals of landscaping objects in Kherson are mainly decorative by the shape and color of the leaves. According to the color of the leaves, we divided them into several groups: with green, with variegated, with gray-blue color of the leaves. The shape and color of the generative organs is another decorative feature of cereals. Plants with large inflorescences, as well as plants with low-decorative inconspicuous inflorescences, are used in landscaping in Kherson. The use of decorative cereals in landscape design depends on the height of their shoots. We highlighted low-growing (up to 0,6 m), medium-growing (0,6–1,5) m and tall plants (over 1,5 m). The beginning of the growth of cereals in the conditions of Kherson begins in the spring. The most early spring species are *Festuca glauca* Vill. '*Elijah Blue*', *Phalaris arundinacea* L. '*Picta'*, *Panicum virgatum* L., *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Gr etc. The development of other plants begins 30–40 days later. *Phyllostachys nigra* (Lodd. ex Munro) remains an evergreen plant in the studied conditions. **Findings**. All studied cereals have passed introduction tests, are characterized by high winter hardiness and drought resistance. They can be recommended for wide use in the landscape design of objects of various purposes in the conditions of the city of Kherson and the Kherson region.

Key words: decorative cereals, landscape design, winter hardiness, drought resistance, south of Ukraine.

УДК 631.1
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.2

ЕФЕКТИВНІСТЬ АГРОДРОНІВ В СИСТЕМІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

ВАСИЛЬКОВСЬКА К.В. – кандидат технічних наук, доцент
orcid.org/0000-0002-3524-4027
Центральноукраїнський національний технічний університет
АНДРІЄНКО О.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-1982-1151
Центральноукраїнський національний технічний університет
ШЕПІЛОВА Т.П. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-1439-0439
Центральноукраїнський національний технічний університет

Постановка проблеми. Система точного землеробства є багатофункціональною системою, в якій поєднано в єдину технологічну лінію операції із обробітку ґрунту, внесення добрив, проведення сівби, застосування пестицидів та збирання врожаю [1].

Дрони та безпілотні літальні апарати сьогодні стали невід'ємною частиною системи точного землеробства. Вони є важливим сегментом світового ринку, який стрімко розвивається і в Україні [2]. Неможливість в військовий час використання сільськогосподарської авіації, дало поштовх до збільшення попиту на сільськогосподарські дрони для внесення добрив та засобів захисту рослин.

Таким чином, в реаліях сьогодення, пошук нових технологій для збільшення врожайності сільськогосподарських культур є першочерговою умовою для переходу на новий рівень господарювання та виживання галузі аграрного виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вказаною проблематикою займалися багато відомих українських та закордонних вчених і фахівців, зокрема: Л. Аніскевич [1; 3], Б. Сільвер (B. Silver) [4], В. Лисенко [5], О. Гуйсман (O. Huisman) [6], Дж. Міллер (J. Miller) [7] та багато інших.

Як відомо, однорідних земельних ділянок не буває. Навіть в межах одного поля, вони різняться за складом ґрунту та вологістю, що має вплив на врожайність рослин. Таким чином, запити для виконання для технологічних операцій є диференційованими.

Система точного землеробства, як інноваційний метод ведення сільськогосподарського виробництва, почалась саме із ідеї різного запиту на виконання тих чи інших технологічних операцій, які враховують врожайність конкретних ділянок поля. Отже, точне землеробство – це концепція, яка передбачає спостереження, вимірювання та реагування на польову мінливість сільськогосподарських культур та ґрунтів під ними, із застосуванням інформаційних технологій [4].

Як технологічна система господарства, точне землеробство виникло у 80-х рр. XX сторіччя у США. Вчені з університету штату Мінесота займались дослідженнями щодо визначення доз внесення вапна на різних ділянках поля. Виявилось, що відмінності між окремими ділянками досить суттєві, тому для правильного цільового використання ґрунту виникла потреба у побудові спеціальної карти внесення [5].

Отже, геоінформаційні системи мають відношення саме до карт, але вони також стосуються набагато більшого. Географічні інформаційні системи використовується для організації, аналізу, візуалізації та обміну всіма видами даних та інформації з різних баз даних та історичних періодів для різноманітних аналітичних досліджень [6].

Так, з появою GPS, використанням для обробітку полів супутникового зв'язку та дронів заповнення таких карт стало значно простіше. За допомогою сенсорних решіток, датчиків, супутникових знімків та фото можна отримати величезні масиви даних про: особливості рельєфу ділянок, рівень їх вологозабезпечення, вміст азоту та іншої органічної речовини, рівень pH, врожайність сільськогосподарських культур в кожній конкретній координаті ділянки, тощо [7].

Система точного землеробства в різних країнах світу мала різний розвиток. Такі країни, як США, Канада та Австралія маючі значні території почали використовувати ГІС для системи точного землеробства раніше за інших. А країни Європі (Великобританія та Франція) почали використовувати ГІС лише у 1997–1998 рр.

Таким чином, технологія точного землеробства має розвиток майже в усіх країнах світу. Так, Китай, де сільське господарство історично складалось переважно із дрібних сімейних ферм, яким складніше перейти на масове використання інновацій, зараз займає позицію лідера саме у промисловому виробництві дронів [8].

Саме використання дронів дає змогу збирати та контролювати величезний масив даних, необхідних для впровадження та ведення точного землеробства. Вперше дрони у сільському господарстві було використано наприкінці 70-х XX сторіччя.

Зараз дрони можуть робити знімки з висоти, створювати 3D-карти, слідкувати за ростом та розвитком рослин, контролювати тварин на пасовищах. Тобто, якщо раніше дрони використовувались для інспекцій проблемних ділянок поля, то зараз агродрони використовуються для внесення засобів захисту рослин, картографії та геодезії ділянок, обприскування та моніторингу росту вирощуваних культур [9].

Як відомо, Україна щорічно втрачає до 50 тис. сільськогосподарських угідь від ерозії ґрунту та деградації земель. Якщо перевести в грошовий еквівалент, то це приблизно 10 млрд. долл. збитків щороку. В умовах війни, коли частина території України є тимчасово оку-

пованою, а частина деокупована, але не розмінована, саме інновації можуть допомогти аграрній галузі якщо не збільшити, то принаймні зберегти свій потенціал за рахунок більш ефективного використання доступних для сільськогосподарського використання територій. В кількарічній перспективі (до повної деокупації та розмінування територій) збільшення врожайності сільськогосподарських культур та ефективності їх вирощування є критично необхідною умовою для виживання країни, а використання новітніх технологій в сільському господарстві є актуальною проблемою.

Метою написання статті є аналіз можливостей використання дронів в рослинництві та порівняльний аналіз ефективності впровадження даної технології для механізованого обприскування посівів.

Матеріали та методика досліджень. В якості матеріалів досліджень було використано наукові праці з питань історії розвитку безпілотних летальних апаратів для використання їх в сільському господарстві.

Проведено порівняльний аналіз функціональних можливостей агродронів для сільськогосподарського виробництва з метою моніторингу посівів та внесення технологічних матеріалів.

Проведено порівняльний аналіз технологічного процесу обприскування за допомогою наземних обприскувачів та агродронів, виявлено переваги і недоліки використання даних засобів механізації технологічного процесу обприскування посівів.

Для обчислення питомих енерговитрат та побудови графіків використано статистично-математичні моделі та комп'ютерна програма Excel від Microsoft Office [10].

Результати досліджень. Дрони можуть бути корисними сільськогосподарським підприємствам, які вирощують сою, пшеницю, соняшник, кукурудзу, ріпак, цукрові буряки, тощо. Використання агродронів для обміру полів за один проліт, прискорює роботу з організації виробничих процесів у полі в десятки разів.

На сьогоднішній день, дрони використовуються для оцінки якості механізованого обробітку ґрунту, якості отриманих сходів та стану вегетативної маси культури впродовж вирощування.

При використанні агродронів основними їх функціями є:

1. Збір інформації та аналітика. За допомогою агродронів на стадії планування складаються карти рельєфу та виконується замір полів. Під час вегетації культури агродрони дозволяють слідкувати за станом посівів. Визначається густота рослин вирощуваної культури, аналізується інформація про її розвиток, забур'яненість посівів та забезпеченість вологою. На основі цих даних розробляються карти індексів вегетації (NDVI), внесення добрив, гербіцидів та десикантів, тощо.

2. Внесення технологічних матеріалів. Традиційно, якщо так можна сказати про цей новий вид техніки, вважається, що агродрони використовуються для внесення добрив та хімічних засобів захисту рослин (інсектициди та гербіциди в т.ч. десиканти), однак вони цілком справляються і з елементом біологічного захисту посівів – внесенням трихограми з метою боротьби із шкідливими організмами. При цьому у них є суттєва перевага порівняно із класичним авіаційним внесенням – їх робоча висота значно менша, що сприяє здійсненню максимально точного обробітку посівів з оптимальною точністю та практично виключає знесення хімікатів (рис. 1).

При порівнянні технологічного процесу обприскування за допомогою наземних обприскувачів та агродронів зазначимо, що серед недоліків використання наземних обприскувачів слід відмітити наступні:

1. Витоптування посівів. Середній показник рослин, що гинуть в результаті взаємодії з наземною технікою складає 3–5%. У сучасної наземної техніки були введені певні технологічні зміни форми колеса та шин для мінімізації цього негативного явища. Однак, при роботі самохідного обприскувача все одно є втрати врожаю, які спричинені витоптуванням. Застосування агродронів знімає дану проблему [8; 13].

2. Пошкодження рослин робочими органами обприскувачів. Оскільки, максимальний кліренс у самохідного обприскувача сягає 2 м, то його штанги можуть пошкоджувати верхівки рослин.

3. Ущільнення ґрунту. Протягом вегетаційного сезону обприскувач проходить по полю від 2 до 10 разів в одному і тому ж місці, утворюючи колії, які, переущільнюються. Як відомо, технологічну операцію із глибокого рихлення рекомендується проводити раз на 4 роки. Таким чином, ущільнення ґрунту, утворене в один вегетаційний період, негативно впливатиме на розвиток рослин щонайменше наступного року.



а



б

Рис. 1. Загальний вигляд агродронів для внесення технологічних матеріалів:
а – LOVOL LJ16L-606; б – DJI Agras T30

Джерело: розроблено авторами із використанням [11; 12]

4. Не здатність працювати одразу після дощу. Для наземної техніки опція працювати одразу після дощу не доступна. Однак для агродронів підвищена вологість ґрунту та збільшення тургору рослин, а відтак їх ламкості, навпаки, не є перешкодою. Відповідно, для того

щоб обробити ділянку поля, не треба чекати день-два, щоб не загрузнути.

5. Локальний обробіток. Нерідко під час вирощування польових культур виникає необхідність у локальному внесенні хімічних препаратів. Так, необхідність стимуляції ділянки рослин, що відстають у рості та розвиткові, вимагає локального внесення добрив та стимуляторів росту; осередкове поширення бур'янів, шкідників чи хвороб вимагатиме внесення пестицидів у осередках шкідливих організмів. Такий обробіток частини поля, особливо невеликої його ділянки з нелінійними контурами, є складною задачею для самохідного обприскувача [9; 13].

Слід зауважити, що на противагу недолікам притаманним самохідним обприскувачів, вони існують і у агродронів:

1. Навчання персоналу. Так, окрім покупки самого дрона, треба ще витратитись на навчання операторів (пілотів), яких для повноцінної роботи повинно бути два (одна бригада – 2 дрони і 2 людини відповідно);

2. Додаткове обладнання. Для забезпечення роботи виїзної бригади крім агродрона, потрібні змінні акумуляторні батареї, зарядна станція, генератор та автотранспорт для перевезення їх та ємностей із водою.

Також слід додати, що зміну батарей для поновлення роботи дрона, слід поєднувати із наповненням ємності для обприскування для скорочення пауз між робочими фазами технологічного процесу.

Агродрони більш ефективні на полях з нелінійними контурами, зі складним рельєфом (нерівності, перешкоди), за наявності ліній електропередач, дерев та кущів.

Фермерські господарства вирощують різні сільськогосподарські культури. Так, окрім пшениці, ячменю, кукурудзи та соняшнику, вирощують ріпак, сою, тощо.

Для оцінки ефективності використання агродронів проведемо порівняльний аналіз. Для аналізу ефективності нами обрано два наземні самохідні обприскувачі та два агродрони із ємністю для обприскування (табл. 1).

Для порівняльного аналізу нами обрано найбільш популярні в Україні моделі, як самохідних обприскувачів, так і агродронів.

При порівнянні обох самохідних обприскувачів, бачимо, що обидва агрегати мають майже однакову продуктивність – 18–20 га/год. Таким чином, при роботі самохідних обприскувачів із однаковою продуктивністю матиме значення об'єм ємності з робочою рідиною. Тут більш ефективним є самохідний обприскувач New Holland, який має більший бак об'ємом 5300 л. Однак, слід зауважити, що самохідний обприскувач Tecnoma за тієї ж продуктивності, виконує значно менше проходів по полю, маючи значно більшу ширину захвату – 24 м. Також, при використанні самохідних обприскувачів слід звернути увагу на робочій кліренс, який є обмежуючим фактором при роботі. Саме технологічний зазор між робочими органами та рослинами дасть можливість проводити обприскування під час всієї вегетації. Так у обприскувача New Holland GUARDIAN 275F робочій кліренс дорівнює 183 см, а обприскувача Tecnoma LASER4240 – 135 см. Таким чином, обприскувач із меншим робочим кліренсом має менше можливостей для обробітку високорослих рослин, таких як соняшник, кукурудза та ріпак у другій половині їх вегетації.

Питомі витрати пального у обох обприскувачів також відрізняються незначно – 0,44 л/га у обприскувача New Holland та 0,5 л/га у обприскувача Tecnoma.

При порівнянні технічних характеристик агродронів маємо ширину обробітку у DJI AGRAS T30 – 9 м, а у LOVOL LJ16L-606 – 6 м. Таким чином, обприскувач DJI AGRAS T30 має перевагу за цим показником в 1,5 рази.

Продуктивність DJI AGRAS T30 дорівнює 16,2 га/год, а у LOVOL LJ16L-606 – лише 10 га/год.

При порівнянні ємності для робочого розчину в обох агродронів, перевагу має DJI AGRAS T30 – 30 л, тоді як у LOVOL LJ16L-606 – 16 л.

Енерговитрати обох агродронів обмежуються ємністю їх елементів живлення – батарей. Так у DJI AGRAS T30 батарея має ємність 29000 мА, тоді як у LOVOL LJ16L-606 батарея ємністю 22000 мА. Для безперебійної роботи разом із дроном купують змінні батареї та зарядну станцію для них. Час зарядки для батетареї DJI AGRAS T30 складає близько 12 хвилин, тоді як для агродрона LOVOL LJ16L-606 – до 40 хв., що вимагає більшої кількості змінних елементів живлення.

При порівняні питомих енерговитрат у обох агродронів отримано такі результати – 0,41 кВт/га у LOVOL LJ16L-606 та 0,31 кВт/га у DJI AGRAS T30.

При порівнянні питомих енерговитрат самохідних та безпілотних агрегатів єдиним можливим спільним знаменником для їх аналізу є гривневий еквівалент цих витрат. Так, у самохідного обприскувача New Holland

Таблиця 1

Характеристики обприскувачів

Назва	Робоча швидкість, м/с	Ширина захоплення обприскування, м	Продуктивність, га/год.	Об'єм бака для робочого розчину, л	Питомі енерговитрати	Питомі енерговитрати, грн./га
Самохідний обприскувач New Holland GUARDIAN 275F	13,3	4,05	20	5300	0,50 л/га	25,0
Самохідний обприскувач Tecnoma LASER4240	6,1	24	18	4200	0,44 л/га	22,0
Безпілотний обприскувач LOVOL LJ16L-606	4-8	6	10	16	0,41 кВт/га	7,6
Сільськогосподарський мультикоптер DJI AGRAS T30	7	9	16,2	30	0,31 кВт/га	5,7

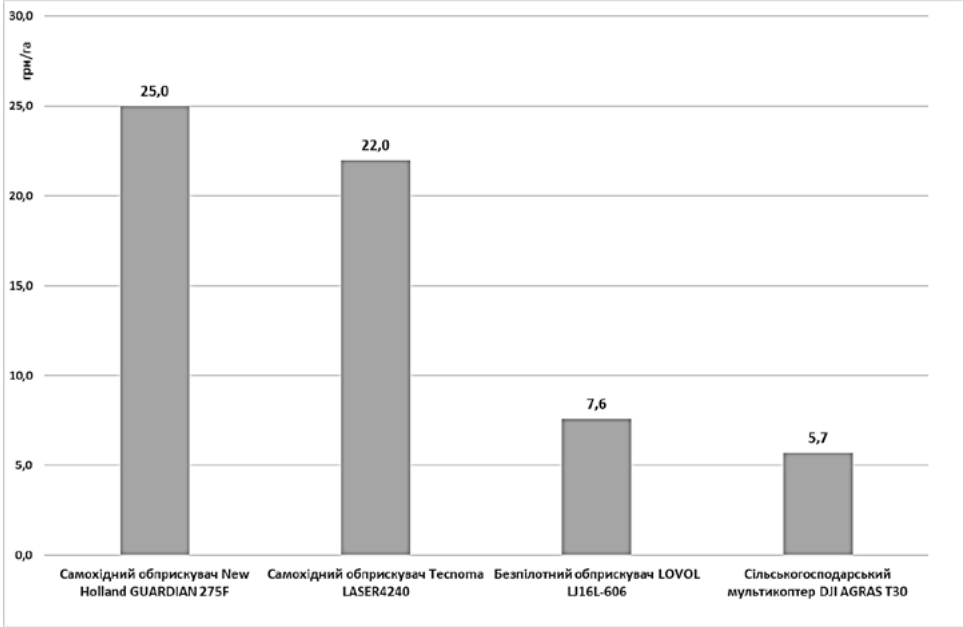


Рис. 2. Питомі енерговитрати досліджуваних обприскувачів

GUARDIAN 275F цей показник дорівнює 25,0 грн/га, у самохідного обприскувача Tecnoma LASER4240 – 22,0 грн/га, а у агродронів – 7,6 грн/га та 5,7 грн/га для LOVOL LJ16L-606 та DJI AGRAS T30 відповідно (рис. 2).

Для безперебійної роботи одної години треба для LOVOL LJ16L-606 5 елементів живлення, а для DJI AGRAS T30 – 4 батареї. Крім того для зарядки елементів живлення обидва агродрона потребують використання зарядної станції та генератора.

Також слід зазначити, що дрони, які виготовляються у нашій державі, за технічними характеристиками не поступаються іноземним. Україна регулярно представляє свої безпілотники на виставках в Німеччині, Туреччині, Польщі, країнах Балтії, і вони там отримують позитивну оцінку. Також вітчизняні дрони до війни, експортувались у низку країн. Тому розвиток вітчизняного виробництва агродронів є перспективним напрямом для України, як потужної аграрної країни з високотехнологічним сільськогосподарським виробництвом.

Висновки. Як бачимо, використання агродронів в сільськогосподарському виробництві є не тільки сучасною технологією, яка надає можливість вносити технологічні матеріали під час всієї вегетації рослин, економлячи при цьому самі технологічні матеріали та даючи можливість для внесення не обмеженого висотою рослин та вологістю ґрунту.

Також агродрони є екологічними та мобільнішими за самохідні обприскувачі. Обприскування агродронами дозволяє заощаджувати на препаратах, воді, людських та технічних ресурсах.

Аналіз самохідних та безпілотних агрегатів дав можливість порівняти питомі енерговитрати в гривневому еквіваленті. Так, у самохідного обприскувача New Holland GUARDIAN 275F цей показник дорівнює 25,0 грн/га, у самохідного обприскувача Tecnoma LASER 4240 – 22,0 грн/га, а у агродронів – 7,6 грн/га та 5,7 грн/га для LOVOL LJ16L-606 та DJI AGRAS T30 відповідно.

Слід зауважити, що використання агродронів в сільськогосподарському виробництві досить затратне, але безумовно перспективне технологічне рішення для системи точного землеробства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аніскевич Л.В., Адамчук В.І. Технології точного землеробства. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. К. : НАУ. 2006. Вип. 101. С. 8–27.
2. Бугай М. Точне землеробство: кожен колосок – як на долоні. *Агробізнес сьогодні.* URL: http://agrobusiness.com.ua/agro/idei-trendy/item/14321-tochne-zemlerobstvo-kozhen-kolosok-iak-na-doloni.html 25.01.2023
3. Аніскевич Л.В., Войтюк Д.Г. Управління режимами роботи збиральних машин в системі точного землеробства. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин.* Кіровоград : КНТУ. 2010. Вип. 40(2). С. 3–11.
4. Silver B., Mazur M., Wiśniewski A. and Babicz A. (2017). Welcome to the era of drone-powered solutions: a valuable source of new revenue streams for telecoms operators : *Communications Review.* PwC. URL: https://www.pwc.com/gx/en/communications/pdf/communications-review-july-2017.pdf 28.01.2023
5. Lysenko V., Bolbot I., Romasevych Y., Loveykin V., Voytiuk V. Algorithms of Robotic Electrotechnical Complex Control in Agricultural Production. In *Control Systems: Theory and Applications*. River Publishers: Gistrup, Denmark, 2018. pp. 271–289.
6. Huisman O., Rolf A. (2009). Principles of Geographic Information Systems (GIS): an Introductory Textbook. Publisher: ITC Educational Textbook Series, The Netherlands. 540.
7. Miller J. O., Adkins J. Types of drones for field crop production. University of Delaware : Fact sheets and publications. 2018. URL: https://www.udel.edu/academics/colleges/canr/cooperative-extension/fact-sheets/types-of-drones-for-field-crop-production 15.01.2023

8. Смірнов Я. Дрони в агробізнесі. 50 North GIS Blog from Ukraine. URL: http://www.50northspatial.org/ua/agriculture-business-drones/
9. Смірнов Я. Про дрони сільськогосподарського призначення. 50 North GIS Blog from Ukraine. URL: http://www.50northspatial.org/ua/agricultural-drones/ 30.01.2023
10. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К.,. Петренко Д Підручник дослідника: Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Харків : Мачулін, 2016. 204 с.
11. Техноторг. Безпілотний обприскувач LOVOL LJ16L-606. URL: https://technotorg.com/catalogue/view/bespilotnyj-opryskivatel-lovol-lj16L606.html 12.02.2023
12. Кроптер. Комплект DJI AGRAS T30. URL: https://cropter.ua/dron_dji?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=prodazh-agrodroniv&gclid=CjwKCAiA0cyfBhBREiwAAtStHK4mHymCSGyOCep1XQ0oG8f2X1Zh4VamseFR3IfnjZYZI6D0tQrY7RoCeXUQAvD_BwE 12.02.2023
13. Дрони у сільському господарстві, або Як починалося точне землеробство. *Agravery*. URL: https://agravery.com/uk/posts/show/droni-u-silskomu-gospodarstvi-abo-ak-pocinalosa-tocne-zemlerobstvo 14.02.2023

REFERENCES:

1. Aniskevych L.V., Adamchuk V.I. (2006). Tekhnolohii tochnoho zemlerobstva [Technologies of precision agriculture]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Scientific Bulletin of the National Agrarian University*, 101. pp. 8–27. [in Ukrainian]
2. Buhai M. Tochne zemlerobstvo: kozhen kolosok – yak na doloni [Precision farming: every spike is like in the palm of your hand]. *Ahrobiznes sohodni* – Agribusiness today. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ideitrendy/item/14321-tochne-zemlerobstvo-kozhen-kolosok-iak-na-doloni.html [in Ukrainian]
3. Aniskevych L.V., Voitiuk D.H. (2010). Upravlinnia rezhymamy roboty zbyralnykh mashyn v systemi tochnoho zemlerobstva [Management of the modes of operation of harvesting machines in the system of precision agriculture]. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn – Design, production and operation of agricultural machines*. 40(2). pp. 3–11. [in Ukrainian]
4. Silver B., Mazur M., Wiśniewski A. and Babicz A. (2017) Welcome to the era of drone-powered solutions: a valuable source of new revenue streams for telecoms operators: Communications Review. URL: https://www.pwc.com/gx/en/communications/pdf/communications-review-july-2017.pdf 28.01.2023
5. Lysenko V., Bolbot I., Romasevych Y., Loveykin V., VoytiukV. (2018) Algorithms of Robotic Electrotechnical Complex Control inAgricultural Production. In Control Systems*: Theory and Applications*. pp. 271–289.
6. Huisman O., Rolf A. Principles of Geographic Information Systems (GIS): an Introductory Textbook. Publisher: ITC Educational Textbook Series, The Netherlands. 2009. 540.
7. Miller J. O., Adkins J. (2018). Types of drones for field crop production. University of Delaware: Fact sheets and publications. URL: https://www.udel.edu/academics/colleges/canr/cooperative-extension/fact-sheets/types-of-drones-for-field-crop-production 15.01.2023
8. Smirnov Ya. Drony v ahrobiznesi [Drones in agribusiness]. 50 North GIS Blog from Ukraine. URL: http://www.50northspatial.org/ua/agriculture-business-drones/ 5.02.2023 [in Ukrainian]
9. Smirnov Ya. Pro drony silskohospodarskoho pryznachennia [About agricultural drones]. 50 North GIS Blog from Ukraine. URL: http://www.50northspatial.org/ua/agricultural-drones/ (дата звернення: 30.01.2023) [in Ukrainian]
10. Vasylkovskyi O., Leshchenko S., Vasylkovska K.,. Petrenko D. (2016) Pidruchnyk doslidnyka: Navchalnyi posibnyk dlia studentiv ahrotekhnichnykh spetsialnostei [Researcher's textbook: Study guide for students of agrotechnical specialties]. Kharkiv : Machulin. 204. [in Ukrainian]
11. Tekhnotorh. Bezpilotnyi obpryskuvach LOVOL LJ16L-606 [Unmanned sprayer LOVOL LJ16L-606] URL: https://technotorg.com/catalogue/view/bespilotnyj-opryskivatel-lovol-lj16L606.html 12.02.2023 [in Ukrainian]
12. Kropter. Komplekt DJI AGRAS T30 [Complete set DJI AGRAS T30]. URL: https://cropter.ua/dron_dji?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=prodazh-agrodroniv&gclid=CjwKCAiA0cyfBhBREiwAAtStHK4mHymCSGyOCep1XQ0oG8f2X1Zh4VamseFR3IfnjZYZI6D0tQrY7RoCeXUQAvD_BwE 14.02.2023 [in Ukrainian]
13. Drony u silskomu hospodarstvi, abo yak pochynalosia tochne zemlerobstvo [Drones in agriculture, or how precision farming began]. Agravery. URL: https://agravery.com/uk/posts/show/droni-u-silskomu-gospodarstvi-abo-ak-pocinalosa-tocne-zemlerobstvo 14.02.2023 [in Ukrainian]

Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Шепілова Т.П. Ефективність агродронів в системі точного землеробства

Система точного землеробства є багатофункціональною системою, в якій поєднано в єдину технологічну лінію операції із обробітку ґрунту, внесення добрив, проведення сівби, застосування пестицидів та збирання врожаю.

Дрони та безпілотні літальні апарати сьогодні стали невід'ємною частиною системи точного землеробства. Вони є важливим сегментом світового ринку, який стрімко розвивається і в Україні.

Таким чином, в реаліях сьогодення, пошук нових технологій для збільшення врожайності сільськогосподарських культур є першочерговою умовою для переходу на новий рівень господарювання та виживання галузі аграрного виробництва.

Метою написання статті є аналіз можливостей використання дронів в рослинництві та порівняльний аналіз ефективності впровадження даної технології для механізованого обприскування посівів в сучасних умовах.

Методи. В якості матеріалів досліджень було наукові праці з питань історії розвитку безпілотних летальних апаратів для використання їх в сільському господарстві. Проведено порівняльний аналіз технологічного процесу обприскування за допомогою наземних обприскувачів та агродронів, виявлено переваги і недоліки використання даних засобів механізації технологічного процесу обприскування посівів.

Результати. Зроблено аналіз функціональних можливостей агродронів та їх технологічних можливостей. При порівнянні технологічного процесу обприскування

за допомогою наземних обприскувачів та агродронів виявлено ряд переваг безпілотних літальних апаратів над самохідними обприскувачами. Крім того, проаналізовано і недоліки агродронів, серед яких слід відмітити додаткове вартісне обладнання.

Для порівняльного аналізу обрано найбільш популярні в Україні моделі, як самохідних обприскувачів , так і агродронів.

Питомі витрати пального у обох обприскувачів відрізняються незначно – 0,44 л/га у обприскувача New Holland та 0,5 л/га у обприскувача Tecnoma. При порівняні питомі енерговитрат у обох агродронів отримано такі результати – 0,41 кВт/га у LOVOL LJ16L-606 та 0,31 кВт/га у DJI AGRAS T30.

При порівнянні питомих енерговитрат самохідних та безпілотних агрегатів єдиним можливим знаменником для їх аналізу є гривневий еквівалент цих витрат. Так, у самохідного обприскувача New Holland GUARDIAN 275F цей показник дорівнює 25,0 грн/га, у самохідного обприскувача Tecnoma LASER4240 – 22,0 грн/га, а у агродронів – 7,6 грн/га та 5,7 грн/га для LOVOL LJ16L-606 та DJI AGRAS T30 відповідно.

Висновки. Використання агродронів в сільськогосподарському виробництві є не тільки сучасною технологією, яка надає можливість внесенню технологічних матеріалів під час всієї вегетації рослин, економлячи при цьому самі технологічні матеріали та даючи можливість для внесення не обмежуючись ростом рослин та вологістю ґрунту.

Ангродрони є екологічними та мобільнішими за самохідні обприскувачі. Обприскування агродронами дозволяє заощаджувати на препаратах, воді, людських та технічних ресурсах. Отже, їх використання в сільськогосподарському виробництві досить затратне, але безумовно перспективне технологічне рішення для системи точного землеробства.

Ключові слова: точне землеробство, географічна інформаційна система, агродрони, обприскування посівів, ефективність.

Vasylkovska K.V., Andriienko O.O., Shepilova T.P. The effectiveness of agricultural drones in the system of precision agriculture

The system of precision agriculture is a multifunctional system in which the operations of soil cultivation, fertilization, sowing, pesticide application and harvesting are combined into a single technological line.

Drones and unmanned aerial vehicles have become an integral part of the precision agriculture system today. They are an important segment of the world market, which is rapidly developing in Ukraine as well.

Thus, in today's realities, the search for new technologies to increase the yield of agricultural crops is a primary condition for the transition to a new level of management and survival of the agricultural production industry.

The purpose of writing the article is to analyze the possibilities of using drones in crop production and a comparative analysis of the effectiveness of the implementation of this technology for mechanized spraying of crops in modern conditions.

Methods. As research materials, there were scientific works on the history of the development of unmanned aerial vehicles for their use in agriculture. A comparative analysis of the technological process of spraying with the help of ground sprayers and agricultural drones was carried out, the advantages and disadvantages of using these means of mechanization of the technological process of crop spraying were revealed.

The results. An analysis of the functional capabilities of agricultural drones and their technological capabilities was made. When comparing the technological process of spraying with the help of ground sprayers and agricultural drones, a number of advantages of unmanned aerial vehicles over self-propelled sprayers were revealed. In addition, the shortcomings of agricultural drones were analyzed, among which additional expensive equipment should be noted.

For comparative analysis, the most popular models in Ukraine, both self-propelled sprayers and agricultural drones, were selected.

The specific fuel consumption of both sprayers differs slightly – 0.44 l/ha for the New Holland sprayer and 0.5 l/ha for the Tecnoma sprayer. When comparing the specific energy consumption of both agricultural drones, the following results were obtained – 0.41 kW/ha in LOVOL LJ16L-606 and 0.31 kW/ha in DJI AGRAS T30.

When comparing the specific energy consumption of self-propelled and unmanned units, the only possible denominator for their analysis is the hryvnia equivalent of these costs. So, for the New Holland GUARDIAN 275F self-propelled sprayer, this indicator is UAH 25.0/ha, for the Tecnoma LASER4240 self-propelled sprayer – UAH 22.0/ha, and for agricultural drones – UAH 7.6/ha and UAH 5.7/ha for LOVOL LJ16L-606 and DJI AGRAS T30 respectively.

Conclusions. The use of agrodrones in agricultural production is not only a modern technology that provides the opportunity to apply technological materials during the entire growing season of plants, while saving the technological materials themselves and providing an opportunity for application not limited by the height of plants and soil moisture.

Angrodrones are environmentally friendly and more mobile than self-propelled sprayers. Spraying with agricultural drones allows you to save on drugs, water, human and technical resources. Therefore, their use in agricultural production is quite expensive, but definitely a promising technological solution for the precision farming system.

Key words: precision farming, geographic information system, agricultural drones, crop spraying, efficiency.

УДК 519.23:631.82:633.822
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.3

МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ СВІТОВОЇ ПРАКТИКИ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ПОСІВАХ М'ЯТИ ПЕРЦЕВОЇ

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук,
професор, академік НААН, директор
orcid.org/0000-0002-3895-5633
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
ЛИХОВИД П.В. – кандидат сільськогосподарських наук, докторант
orcid.org/0000-0002-0314-7644
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
ПІЛЯРСЬКА О.О. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-8649-0618
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. М'ята перцева (*Mentha piperita* L.) належить до числа найбільш важливих і широко використовуваних лікарських і ефіроолійних рослин у світі, має надзвичайно високе господарське значення. Ментолова олія, яка видобувається із сировини цієї культури, є вихідним матеріалом для синтезу та добування похідних речовин, таких як терпени, ментон, ізоментон, ментофуран та ін., які входять до складу низки парфумерних засобів і біологічних лікарських препаратів [1]. Так, наприклад, фармацевти високо оцінюють та використовують такі властивості біологічної сировини м'яти перцевої як антимікробна, спазмолітична активність, здатність до поліпшення процесів травлення та полегшення перебігу окремих серцево-судинних захворювань [2–5]. Крім парфумерної та фармацевтичної промисловості, м'ята перцева широко використовується у харчовій промисловості, зокрема, у кондитерській галузі [6]. Враховуючи стабільний попит на якісну сировину м'яти перцевої як на внутрішньому ринку України, так і на світовому ринку, вивчення особливостей формування продуктивності даної культури має високі актуальність і практичний інтерес, оскільки науково обґрунтована система теоретичних знань щодо продукційних процесів є підґрунтям розробки плану польових досліджень і формування практичних рекомендацій щодо поліпшення якості та підвищення зборів рослинницької сировини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із найбільш важливих і гострих питань лікарського та ефіроолійного рослинництва є проблема ефективного, еколого безпечного застосування мінеральних добрив для отримання якісної сировини. Особливо важливим є дане питання під час культивації таких рослин як м'ята перцева, оскільки їхня сировина використовується не тільки в переробленому вигляді, але й у свіжому та сушеному вигляді під час приготування кондитерської продукції та страв, а тому питання забезпечення максимальної продуктивності культури за мінімального агротехнологічного втручання (щодо добрив – застосування мінімально можливих ефективних доз) постає вкрай гостро для забезпечення відповідної санітарно-гігієнічної та токсикологічної безпеки продукції.

Втім, донині проблематика удобрення м'яти є недостатньо вивченою та має дуже обмежене висвітлення у наукових джерелах не тільки на теренах України, але й у світовому масштабі. Аналітичний огляд наукової літератури щодо питання удобрення м'яти перцевої у світовій практиці за останні десятиліття свідчить про обмежене коло якісних наукових досліджень із цього питання. Нами було відібрано та узагальнено результати науково-дослідних робіт, виконаних у різних куточках світу, зокрема, у Португалії [7], Болгарії [8], Індії [1; 9; 13; 14], Туреччині [10; 11], США [12]. Важливо, що дані дослідження мають не лише строкату географічну сітку, включаючи основні райони виробництва сировини м'яти, але й різні за інтенсивністю та характером агротехнології, а також різні ґрунтово-кліматичні умови та технології штучного зволоження посівів, що підвищує репрезентативність вибірки. Крім того, звертає на себе увагу надмірне застосування мінеральних добрив у ряді наукових досліджень (понад 150 кг д. р./га), що вступає у протиріччя із принципами еколого-безпечного ведення землеробства та може істотно знижувати токсикологічні характеристики якості сировини. На жаль, в Україні до сьогодні не було проведено систематизованих наукових досліджень із питання застосування на посівах м'яти мінеральних добрив, тому, на жаль, наша аналітична робота стосуватиметься тільки систематизованих закордонних досліджень.

Мета. Завданням роботи було виконати математичну аналітичну роботу щодо визначення ефективності мінеральних азотних, фосфорних і калійних добрив (NPK) у формуванні врожаю біомаси м'яти.

Матеріали та методика досліджень. Для досягнення постановленої мети нами було застосовано такі статистичні методи роботи з даними як:

1) Оцінка гетероскедастичності, або дисперсії випадкових величин у досліджуваній послідовності. Оскільки в нашій роботі регресійна модель – множинна лінійна регресія, було застосовано тест Бройша-Паґана [15] та альтернативний йому тест Уайта [16].

2) Рангові кореляції. Коефіцієнти кореляції рангу – статистичні показники, за якими можна оцінювати сту-

пінь статистичної значущості взаємовідношення між двома рангами величин. Величини коефіцієнтів рангової кореляції коливаються в межах -1…+1, та трактуються у розрізі: чим ближче абсолютна велична коефіцієнту до 1, тим сильніший і досконаліший взаємозв'язок між вибірками, а чим ближчий до нуля – тим слабший. У нашій роботі було розраховано наступні коефіцієнти кореляції рангу: Спірмена, Кендала, Гудмана та Крускала, Пірсона [17; 18].

Множинна лінійна регресія. Використано стандартний алгоритм (найменших квадратів) регресійного аналізу із паралельним розрахунком таких статистичних параметрів як коефіцієнти детермінації моделі (простий, коригований та прогнозний), середня абсолютна похибка моделі у відсотках [19]. Адекватність розробленої регресійної моделі оцінювали за показником коефіцієнту детермінації, а точність прогнозів було оцінено за середньою абсолютною похибкою прогнозу у відсотках [20].

Статистичні розрахунки виконувалися із використанням пакету BioStat v.7 (надбудова для Microsoft Excel 365). Графічну апроксимацію моделі виконано у табличному процесорі Microsoft Excel 365.

Результати досліджень. Результати досліджень, включених у аналіз, генералізовано у таблиці 1, загалом, вхідні дані містять 64 вхідні дослідні пари. Регресійна статистика моделі врожайності м'яти залежно від доз мінеральних добрив приведена у таблиці 2, результати перевірки нульової гіпотези в моделі щодо її вхідних параметрів наведено у таблиці 3. Щодо основних критеріїв гетероскедастичності та пов'язаних із ними оцінок нульової гіпотези, то результати їх розрахунку містяться у таблиці 4. Коефіцієнти кореляції рангу, використані нами для оцінки сили взаємовідношення ефекту від кожного елементу живлення на продуктивність культури, наведено у таблиці 5 (найбільш уживаний в аграрній науці – коефіцієнт кореляції Пірсона).

Таблиця 1

Урожайність сирої біомаси м'яти перцевої залежно від дози застосування NPK мінеральних добрив

Дози внесення мінеральних добрив у кг д. р./га			Урожайність, т/га
N	**P**	**K**	
0	0	0	7,40
50	0	0	6,66
100	0	0	7,89
150	0	0	9,34
0	0	0	5,39
50	0	0	7,93
100	0	0	8,28
150	0	0	8,29
0	0	0	12,00
151	0	0	14,00
306.2	0	110	14,50
533.6	182	240	21,00
0	0	0	14,00
151	0	0	15,00

Продовження таблиці 1

306.2	0	110	18,00
533.6	182	240	24,00
0	0	0	13,00
151	0	0	15,00
306.2	0	110	14,00
533.6	182	240	19,50
0	0	0	13,33
60	60	60	14,87
90	90	90	16,13
120	90	90	17,53
100	0	60	18,47
100	0	60	16,95
150	30	120	24,98
150	30	120	16,45
150	30	120	17,83
150	30	120	16,20
100	45	120	14,15
100	45	120	12,31
0	50	0	19,52
50	50	0	30,11
100	50	0	38,92
150	50	0	42,99
200	50	0	45,32
0	50	0	13,98
50	50	0	28,00
100	50	0	36,26
150	50	0	40,93
200	50	0	44,03
20	0	0	5,99
40	0	0	6,32
60	0	0	6,99
80	0	0	8,46
10	0	0	7,11
120	0	0	7,55
0	0	0	5,49
0	0	0	6,58
80	0	0	7,65
0	0	0	5,48
80	0	0	6,75
0	0	0	7,68
80	0	0	8,56
75	45	30	24,04
100	60	40	28,56
125	75	50	30,03
150	60	60	32,56
150	60	60	32,59
1	*2*	*3*	*4*
113	45	45	31,87
113	45	45	32,05
75	30	30	31,33
75	30	30	31,60

Таблиця 2

Регресійна статистика моделі врожайності сирої біомаси м'яти перцевої залежно від дози внесення NPK мінеральних добрив

Показник (статистичний параметр)	Значення
Коефіцієнт множинної кореляції	0,6029
Коефіцієнт множинної детермінації (простий)	0,3635
Коефіцієнт множинної детермінації (коригований)	0,3317
Коефіцієнт множинної детермінації (прогнозний)	0,2357
Середня абсолютна похибка у відсотках	59,25
Множинна модель урожайності надземної біомаси	13,605+0,0287N+0.1920P-0.1177K

Таблиця 3

Результати перевірки нульової гіпотези щодо вхідних параметрів моделі врожайності сирої біомаси м'яти перцевої

Вхідний параметр моделі	t-статистика	H0 (5%)
N	1,7161	Прийнята
P	4,8728	Відхилена
K	-3,4913	Відхилена

Таблиця 4

Оцінка гетероскедастичності моделі врожайності сирої біомаси м'яти перцевої залежно від дози внесення NPK мінеральних добрив

Критерій Бройша-Паґана	
Статистика	23,489
P-значення	$6{,}4832\times10^{-4}$
Ступені свободи	6
Критичне значення	12,592
H0 (5%)	відхилена
Критерій Уайта	
Статистика	55,480
P-значення	$9{,}988\times10^{-4}$
Ступені свободи	27
Критичне значення	40,113
H0 (5%)	відхилена

Таблиця 5

Рангові кореляції моделі врожайності сирої біомаси м'яти перцевої залежно від дози внесення NPK мінеральних добрив

Пари	Коефіцієнти			
	Спірмена	Кендала	Гудмана та Крускала	Пірсона
N – урожай	0,5266	0,3793	0,3972	0,2833
P – урожай	0,7475	0,5585	0,6676	0,4807
K – урожай	0,3953	0,2751	0,3459	0,1205

За результатами статистичної роботи встановлено, що множинна регресійна модель урожайності сирої біомаси м'яти перцевої залежно від доз внесення мінеральних добрив має середню адекватність та нижче-середню точність прогнозу. Нульову гіпотезу (відсутність статистично достовірного впливу на врожайність) підтверджено лише для азотних добрив. Втім, детальніше вивчення рангової кореляції засвідчило, що мінімальний вплив на продуктивність досліджуваної культури мали не азотні, а калійні добрива. Оцінка критеріїв гетероскедастичності моделі засвідчила про статистичну достовірність сукупного впливу фактору внесення NPK мінеральних добрив на врожайність сирої біомаси м'яти.

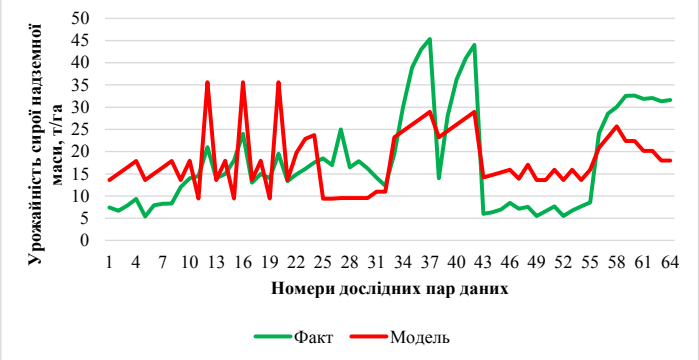


Рис. 1. Апроксимація регресійної моделі урожайності сирої біомаси м'яти перцевої залежно від дози внесення NPK мінеральних добрив

Графічна апроксимація регресійної моделі врожайності м'яти залежно від доз внесення мінеральних добрив наведена на рис. 1.

Вцілому, за результатами математико-статистичного аналізу доведено, що врожайність м'яти перцевої істотно залежить від застосування мінеральних добрив, причому культура позитивно відповідає на збільшення доз внесення азотно-фосфорних добрив і не знижує своєї продуктивності навіть за сукупного внесення понад 300-400 кг/га діючої речовини зазначених добрив. Максимальний позитивний вплив на формування врожаю культури мали фосфорні добрива, значно менший – азотні, і фактично не мали ніякого впливу (а згідно величини регресійного коефіцієнту множинної моделі – мали певний негативний вплив) калійні добрива. Таким чином, перспективними є польові та вегетаційні дослідження щодо продуктивності м'яти перцевої саме за внесення азотно-фосфорних мінеральних добрив.

Висновки. За результатами математико-статистичного аналізу залежності врожайності сирої біомаси м'яти перцевої від доз внесення мінеральних добрив встановлено, що найбільше значення для поліпшення продуктивності культури мають фосфорні добрива. Калійні добрива практично не мають значення для продуктивності культури. Таким чином, під час вивчення продуктивності м'яти в польових умовах або в рамках вегетаційних дослідів головний фокус уваги має падати саме на азотно-фосфорне живлення, причому бажано, щоб було враховано еколого-токсикологічні вимоги та не перевищувати дози внесення понад 150 кг д. р./га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Fazili M. A., Wani A. H., Bhat M. Y. Effect of different doses of gamma-irradiated sodium alginate and nitrogen fertilizer on growth, physiology and yield attributes of *Mentha piperita* L. in Northern Himalayas. *International Journal of Agricultural Science and Research*. 2017. Vol. 7. Issue 4. P. 165–176.
2. Sujana P., Sridhar T. M., Josthna P., Naidu C. V. Antibacterial activity and phytochemical analysis of *Mentha piperita* L. (Peppermint) – An important multipurpose medicinal plant. *American Journal of Plant Sciences*. 2013. Vol. 4. P. 77–83. DOI:10.4236/ajps.2013.41012
3. Yamamoto N., Nakai Y., Sasahira N., Hirano K., Tsujino T., Isayama H., Komatsu Y., Tada M., Yoshida H., Kawabe T., Hiki N., Kaminishi M., Kurosaka H., Omata M. Efficacy of peppermint oil as an antispasmodic during endoscopic retrograde cholangiopancreatography. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. 2006. Vol. 21. P. 1394–1398.
4. Cash B., Epstein M., Shah S. A novel delivery system of peppermint oil is an effective therapy for irritable bowel syndrome symptoms. *Digestive Diseases and Sciences*. 2016. Vol. 61. P. 560–571. DOI: 10.1007/s10620-015-3858-7
5. Haber S. L., El-Ibiary S. Y. Peppermint oil. *American Journal of Health-System Pharmacy*. 2016. Vol. 73. P. 22–26. DOI:10.2146/ajhp140801
6. Cunha A. P., Ribeiro J. A., Roque O. R. Plantas aromáticas em Portugal. Caracterização e utilização. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian. 2007.
7. Arrobas M., Ferreira I. Q., Afonso S., Ângelo Rodrigues M. Sufficiency ranges and crop nutrient removals for peppermint (*Mentha X piperita* L.) established from field and pot fertilizer experiments. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2018. 12 pp. DOI: 10.1080/00103624.2018.1474909
8. Jeliazkova E. A., Zheljazkov V. D., Craker L. E., Yankov B., Georgieva T. NPK fertilizers and yields of peppermint, *Mentha x Piperita*. Acta Horticulturae. 1999. 502. P. 231–236.
9. Patrui O., Tabara V. Research on the quality yield of herbal mint (*Mentha piperita* L.) under the influence of mineral and organic fertilization in climate conditions in S. C. D. A. Lorvin. *Buletinul AGIR*. 2011. No. 2. P. 60–62.
10. Tepecik M., Esetlili B. C., Ozturk B., Anac D. Effect of different fertilizers on peppermint – Essential and non-essential nutrients, essential oils and yield. *Italian Journal of Agronomy*. 2022. Vol. 17. 1921. DOI: 10.4081/ija.2022.1921
11. Can M., Katar D. Effect of different nitrogen doses on agricultural and quality characteristics of Mentha x piperita L. and Mentha spicata L. species. Journal of Agricultural Science and technology. 2021. Vol. 23. No. 6. P. 1327–1338.
12. Cerven, V. Effect of nitrogen, location, and harvesting stage on peppermint (*Mentha X piperita* L.) productivity, oil content, and composition. A thesis for the degree of Master of Science. Mississippi State, US. 2009. 50 pp.
13. Jat, M., Singh, G., Choudhary, S. Standardizing drip irrigation scheduling and NPK levels on economics and energy use of *Mentha* (*Mentha arvensis*) Crop in Tarai regions of Uttarakhand. *International Journal of Environment and Climate Change*. 2023. Vol. 13. No. 3. P. 125–133.
14. Behera, M. S., Mahapatra, P. K., Singandhupe, R. B., Kundum D. K., Kannan, K., Mandal, K. G., Singh, A. Effect of drip fertigation on yield, water use efficiency and water productivity of mint (*Mentha arvensis* L.). *Journal of Agricultural Physics*. 2014. Vol. 14. No. 1. P. 37–43.
15. Krämer, W., Sonnberger, H. The linear regression model under test. Springer Science & Business Media, 2012.
16. White, H. A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*. 1980. P. 817–838.
17. Cureton, E. E. Rank-biserial correlation. *Psychometrika*. 1956. Vol. 21. P. 287–290. DOI: 10.1007/BF02289138
18. Forthofer, R. N., Lehnen, R. G., Forthofer, R. N., Lehnen, R. G. Rank correlation methods. In *Public Program Analysis: A New Categorical Data Approach*. Springer, 1981. P. 146-163. DOI: 10.1007/978-1-4684-6683-6_9
19. Haase, R. F. Multivariate General Linear Models. Sage, 2011.
20. Blasco B. C., Moreno J. J. M., Pol A. P., Abad A. S. Using the R-MAPE index as a resistant measure of forecast accuracy. *Psicothema*. 2013. Vol. 25. No. 4. P. 500–506. DOI: 10.7334/psicothema2013.23

REFERENCES:

1. Fazili, M.A., Wani, A.H., & Bhat, M.Y. (2017). Effect of different doses of gamma-irradiated sodium alginate and nitrogen fertilizer on growth, physiology and yield attributes of *Mentha piperita* L. in Northern Himalayas.

International Journal of Agricultural Science and Research. Vol. 7. Issue 4. P. 165–176
2. Sujana, P., Sridhar, T.M., Josthna, P., & Naidu, C.V. (2013). Antibacterial activity and phytochemical analysis of *Mentha piperita* L. (Peppermint) – An important multipurpose medicinal plant. *American Journal of Plant Sciences*. Vol. 4. P. 77–83. DOI:10.4236/ajps.2013.41012
3. Yamamoto, N., Nakai, Y., Sasahira, N., Hirano, K., Tsujino, T., Isayama, H., Komatsu, Y., Tada, M., Yoshida, H., Kawabe, T., Hiki, N., Kaminishi, M., Kurosaka, H., & Omata, M. (2006). Efficacy of peppermint oil as an antispasmodic during endoscopic retrograde cholangiopancreatography. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. Vol. 21. P. 1394–1398
4. Cash, B., Epstein, M., & Shah, S. (2016). A novel delivery system of peppermint oil is an effective therapy for irritable bowel syndrome symptoms. *Digestive Diseases and Sciences*. Vol. 61. P. 560–571. DOI: 10.1007/s10620-015-3858-7
5. Haber S. L., El-Ibiary S. Y. Peppermint oil. *American Journal of Health-System Pharmacy*. 2016. Vol. 73. P. 22–26. DOI:10.2146/ajhp140801
6. Cunha, A.P., Ribeiro, J.A., & Roque, O.R. (2007). Plantas aromáticas em Portugal. Caracterização e utilização. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian [in Portuguese].
7. Arrobas, M., Ferreira, I.Q., Afonso, S., Ângelo Rodrigues, M. (2018). Sufficiency ranges and crop nutrient removals for peppermint (*Mentha X piperita* L.) established from field and pot fertilizer experiments. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 12 pp. DOI: 10.1080/00103624.2018.1474909
8. Jeliazkova, E.A., Zheljazkov, V.D., Craker, L.E., Yankov, B., & Georgieva, T. (1999). NPK fertilizers and yields of peppermint, *Mentha x Piperita*. Acta Horticulturae. 502. P. 231–236.
9. Patrui, O., & Tabara, V. (2011). Research on the quality yield of herbal mint (*Mentha piperita* L.) under the influence of mineral and organic fertilization in climate conditions in S. C. D. A. Lorvin. *Buletinul AGIR*. No. 2. P. 60–62.
10. Tepecik, M., Esetlili, B.C., Ozturk, B., & Anac, D. (2022). Effect of different fertilizers on peppermint – Essential and non-essential nutrients, essential oils and yield. *Italian Journal of Agronomy*. Vol. 17. 1921. DOI: 10.4081/ija.2022.1921
11. Can, M., & Katar, D. (2021). Effect of different nitrogen doses on agricultural and quality characteristics of *Mentha x piperita* L. and *Mentha spicata* L. species. *Journal of Agricultural Science and technology*. Vol. 23. No. 6. P. 1327-1338
12. Cerven, V. (2009). Effect of nitrogen, location, and harvesting stage on peppermint (*Mentha X piperita* L.) productivity, oil content, and composition. A thesis for the degree of Master of Science. Mississippi State, US. 50 pp.
13. Jat, M., & Singh, G., Choudhary, S. (2023). Standardizing drip irrigation scheduling and NPK levels on economics and energy use of *Mentha* (*Mentha arvensis*) Crop in Tarai regions of Uttarakhand. *International Journal of Environment and Climate Change*. Vol. 13. No. 3. P. 125–133.
14. Behera, M.S., Mahapatra, P.K., Singandhupe, R.B., Kundum D.K., Kannan, K., Mandal, K.G., & Singh, A. (2014). Effect of drip fertigation on yield, water use efficiency and water productivity of mint (*Mentha arvensis* L.). *Journal of Agricultural Physics*. Vol. 14. No. 1. P. 37–43.
15. Krämer, W., & Sonnberger, H. (2012). The linear regression model under test. *Springer Science & Business Media*
16. White, H.A. (1980). heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*. P. 817–838.
17. Cureton, E.E. (1956). Rank-biserial correlation. *Psychometrika*. Vol. 21. P. 287–290. DOI: 10.1007/BF02289138
18. Forthofer, R.N., Lehnen, R.G., Forthofer, R.N., & Lehnen, R.G. (1981). Rank correlation methods. In *Public Program Analysis: A New Categorical Data Approach*. Springer, P. 146–163. DOI: 10.1007/978-1-4684-6683-6_9
19. Haase, R.F. (2011). Multivariate General Linear Models. Sage
20. Blasco, B.C., Moreno, J.J.M., Pol, A.P., & Abad, A.S. (2013). Using the R-MAPE index as a resistant measure of forecast accuracy. *Psicothema*. Vol. 25. No. 4. P. 500–506. DOI: 10.7334/psicothema2013.23

Вожегова Р.А., Лиховид П.В., Пілярська О.О. Математико-статистичний аналіз світової практики застосування мінеральних добрив на посівах м'яти перцевої

Мета. М'ята перцева є однією із найбільш важливих лікарських та ефіроолійних культур в Україні та світі, тому вивчення особливостей формування її продуктивності є важливим завданням сучасної аграрної науки. У статті представлено результати математичної аналітики ефективності застосування різних доз мінеральних добрив NPK на посівах м'яти перцевої з огляду на врожайність сирої надземної біомаси культури. **Методи**. Узагальнені результати наукових досліджень, виконаних у різних куточках світу, було оброблено методами множинної регресії для побудови моделі врожайності культури залежно від доз NPK та апроксимації результатів математичного моделювання. Додатково було виконано перевірку гетероскедастичності вхідних даних моделі, та розраховано рангові кореляції. **Результати**. У результаті статистичних розрахунків за більшістю критеріїв нормальності розподілу даних та гетероскедастичності було відкинуто нульову гіпотезу щодо впливу мінеральних добрив на врожайність м'яти перцевої. Розраховані величини коефіцієнтів рангових кореляцій дозволяють стверджувати про визначальну роль фосфорних мінеральних добрив у продуктивності культури, у той час як роль калійних добрив є мінімальною та за окремими статистичними критеріями може бути описана як неістотна. Множинна регресійна модель урожайності м'яти перцевої залежно від доз внесення NPK мінеральних добрив має середню адекватність вхідному набору даних, але прогностична точність моделі є низькою. Коефіцієнти регресії множинної моделі підтверджують високу роль фосфорних добрив у формуванні продуктивності м'яти перцевої. **Висновки**. Таким чином, перспективними є подальші польові та вегетаційні досліди щодо формування продуктивності культури за внесення саме азотно-фосфорних мінеральних добрив, у той час як застосування калійних добрив на посівах м'яти перцевої з високою вірогідністю не матиме позитивного

ефекту з огляду на продуктивність та економічні показники вирощування лікарської сировини.

Ключові слова: гетероскедастичність, математична модель, рангові кореляції, регресійний аналіз, урожайність надземної біомаси.

Vozhehova R.A., Lykhovyd P.V., Piliarska O.O. Mathematical and statistical analysis of the world practice of mineral fertilizers application in the peppermint crops

Purpose. Peppermint is one of the most important medicinal and aromatic crops in Ukraine and in the world, therefore, it is important to study the peculiarities of its productivity formation. The article presents the results of mathematical analysis of mineral NPK fertilizers use efficiency in the crops of peppermint from the fresh biomass yielding capacity point of view. **Methods**. The generalized results of scientific research, conducted in different areas of the planet, were processed using the methods of multiple regression analysis to create the model of the crop's yield depending on the doses of NPK fertilizers, as well as to approximate the results of modeling. Heteroscedasticity of the inputs of the model was additionally evaluated, as well as rank correlations assessment was done. **Results**. As a result of statistical computations, the most criteria attributed to data distribution normality and heteroscedasticity testify that the null hypothesis about the influence of mineral fertilizers on the yields of peppermint is denied. Rank correlation coefficients allows to state that phosphorus fertilizers are of the greatest impact on the crop's productivity, while potassium fertilizers play the minimum role, and in some cases, it could be neglected as insignificant. Multiple regression model of the yields of peppermint depending on the doses of NPK mineral fertilizers application has average fitting quality with low prognostic value. Regression coefficients within the rank correlation also support the leading role of phosphorus fertilizers in the formation of peppermint productivity. **Conclusions**. Thus, further in-field and in-pot investigations with nitrogen-phosphorus fertilizers are prospective to enhance the knowledge on peppermint productivity formation, whereas potassium fertilizers are highly likely to have almost no impact on the crop's yields and economic efficiency of its raw material production.

Key words: heteroscedasticity, mathematical model, rank correlation, regression analysis, fresh biomass yield.

УДК 633.31:631.52:631.67
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.4

ПОСУХОСТІЙКІСТЬ ПОПУЛЯЦІЙ ЛЮЦЕРНИ ДРУГОГО РОКУ ЗА КОРМОВОГО ВИКОРИСТАННЯ

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-3895-5633
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України
ТИЩЕНКО А.В. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-1918-6223
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України
ТИЩЕНКО О.Д. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-8095-9195
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України
ПІЛЯРСЬКА О.О. – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник
orcid.org/0000-0001-8649-0618
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України
ФУНДИРАТ К.С. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-8343-2535
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України
КОНОВАЛОВА В.М. – PhD (доктор філософії)
orcid.org/0000-0002-0655-9214
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України

Люцерна – багаторічна кормова культура, що вирощується в усьому світі та характеризується високою продуктивністю біомаси, поживною цінністю, а також сприяє підвищенню родючості ґрунту [21; 28; 51], захищає ґрунти від вітрової та водної ерозії [1; 38; 46]. Крім того, фіксація атмосферного азоту робить її незамінним попередником для інших сільськогосподарських культур [32].

Люцерна зростає в широкому діапазоні кліматичних умов, від екватора і майже до арктичних полярних кіл [2; 41; 49]. Проте згідно з численними прогнозами глобальна зміна клімату призведе до підвищення температури, зміни географічної структури опадів і в майбутньому до збільшення частоти екстремальних кліматичних явищ [15; 30; 37], що вже спостерігається в умовах Півдня України. Посуха – найбільш поширена екологічна проблема, оскільки обмежує можливості сільськогосподарських рослин, знижуючи їх продуктивність [16; 24]. Пагубні наслідки посухи є серйозним обмеженням для вирощування цієї культури [33; 40; 48]. Але вона за рахунок потужної і розгалуженої кореневої системи вважається культурою з високою посухостійкістю й широкою адаптивністю до посушливих умов [22; 39; 45]. Проте, як і будь-яка інша культура, вона негативно реагує на посуху і, щоб адаптуватися в стресових умовах, у неї виникають морфологічні, фізіологічні, біохімічні або молекулярні зміни, що необхідно враховувати при створенні посухостійких сортів з одночасним підвищенням врожайності та якості продукції.

За настання посушливого періоду рослини люцерни (*Medicago*), скорочують надземну вегетативну масу [3; 29], що обмежує індекс площі листя, і внаслідок чого зменшується продуктивність біомаси. Тому для стабілізації і підвищення продуктивності люцерни потрібно збільшити посухостійкість рослин люцерни, а дослідження цієї ознаки є важливим етапом у селекційних програмах [34].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Величина втрати вологи від евапотранспірації неухильно зростає, і ця тенденція в майбутньому буде тільки погіршуватися [30; 43], тому зниження врожайності, є головною проблемою і в той же час підставою для селекціонерів з посилення робіт з адаптації сільськогосподарських культур до зміни клімату і відповідно підвищення їх продуктивності в стресових умовах [9, 50]. Чутливість рослин до посухи визначається як функція зниження врожайності при водному стресі [7; 18], в порівнянні з потенційною врожайністю. Тому для диференціації генотипів з посухостійкості використовуються різні математичні індекси, які ґрунтуються на продуктивності рослин в оптимальних і стресових умовах [13; 23] для відбору посухостійких генотипів [8; 35].

Rosielle A.A. et al. [26] запропонували використовувати індекс толерантності (TOL), як різницю між врожайністю при зрошенні і врожайністю в умовах природного зволоження, а також середню врожайність (MP), як середнє арифметичне значення врожайності в стресових і оптимальних умовах. Blum A. [4; 5] визначив індекс

посухостійкості (DI), який був загальноприйнятим для визначення генотипів, що забезпечують високу врожайність, як в стресових, так і в кращих умовах. Fisher R. A. et al. [13] рекомендують застосовувати індекс сприйнятливості до стресу (SSI) для визначення стабільності продуктивності рослин, який фіксує значення врожайності в оптимальних і стресових умовах. Fernandez C. J. [12] та Saba J. et al. [27] радять вживати індекс толерантності до стресу (STI) та рекомендують використовувати його в селекційних програмах для скринінгу високоврожайних генотипів в умовах стресу і його відсутності. Для визначення сприйнятливості сортів до стресу через різну інтенсивність посухи в різні роки Fernandez C. J. [12] та Kristin A.S. et al. [19] запропонували використовувати середньогеометричну продуктивність (GMP) сортів в обох середовищах. Крім того, Gavuzzi et al. [14], Bouslama M. et al. [6] та Choukan R. et al. [10] запропонували використовувати індекс врожайності (YI), індекс стабільності врожайності (YSI) і індекс зниження врожайності (YRI) відповідно.

З метою підвищення ефективності індексу STI Farshadfar E. et al. [11] запропонували модифіковані індекси стійкості до стресу (M_1STI, M_2STI), які коригують STI. Для скринінгу посухостійких генотипів в різних умовах середовища Moosavi S.S. et al. [25] представили процентний індекс схильності до стресу (SSPI).

Tyshchenko A.V. et al. [47] запропонували індекс стійкості до стресу ISR, який на їх думку характеризує генотипи за стійкістю до стресу не тільки за меншою різницею врожайності в оптимальних та лімітуючих умовах, але й враховує високу продуктивність при стресі [31; 36].

Виходячи з аналізу літературного матеріалу існує 16 індексів з визначення посухостійкості генотипів, які ми застосовували у своїх дослідженнях.

Мета. Провести оцінку реакції сортів популяцій люцерни другого року життя за кормового використання у різних середовищах та визначити кращі не тільки за посухостійкістю, а й за продуктивністю в умовах стресу з подальшим використанням їх в селекційному процесі.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в Інституті зрошуваного землеробства НААН (Україна, м. Херсон, сел. Наддніпрянське, 46°44'50.1"N 32°42'30.0"E), що розташоване на Інгулецькому зрошуваному масиві, протягом 2018–2020 рр. у польових умовах. Об'єктом вивчення були сорти та популяції люцерни при кормовому використанні за двох умов зволоження: **зрошення** (краплинне зрошення) та природного зволоження на травостої другого року використання. Продуктивність та посухостійкість визначали з використанням різних індексів розроблених різними авторами: індекс середньої врожайності MP, індекс толерантності до посухи TOL [26], індекс чутливості до посухи SSI, індекс відносної посухостійкості RDI [13], індекс стабільності врожаю YSI [6], індекс урожайності YI [14, 23], індекс толерантності до стресу STI [12], середня геометрична урожайність GMP [12; 19], індекс посухостійкості DI [4; 5; 20], індекс схильності до стресу SSPI [25], модифіковані індекси толерантності до стресу M_1STI, M_2STI, MSTI [15], гармонійна продуктивність HMP [9; 17; 19] та індексом стійкості до стресу ISR [31; 42; 44].

Проведено кореляційний аналіз між індексами врожайності зеленої маси та посухостійкості для визначення найкращих посухостійких генотипів та індексів. Аналіз головних компонентів (PCA) проводили на основі спостережень. Як кореляцію, так і PCA проводили за допомогою Microsoft ® Excel 2013/XLSTAT © -Pro (версія 2015.6.01.23953, 2015, Addinsoft, Inc., Бруклін, Нью-Йорк, США). Статистичну обробку експериментальних даних проводили AgroSTAT, Statistica (v. 13).

Результати досліджень та їх обговорення. За результатами наших досліджень на другому році життя травостою за урожайністю генотипи люцерни можна розділити на три групи: з високою – при зрошенні (Yp ≥ 13,00 кг/м^2) і в стресових умовах (Ys ≥ 7,00 кг/м^2), середньою – Yp ≥ 12,00 кг/м^2 й Ys ≥ 6,00 кг/м^2 та низькою Yp < 12,00 кг/м^2 й Ys < 6,00 кг/м^2.

Високою потенційною урожайністю характеризувалися три популяції люцерни: Елегія та M.g. / ЦП-11 з показником індексу MP 10,17 і Сін(с). / Приморка, у якої він дорівнював 10,13. Ці популяції мали високу урожайність при зрошенні, але популяції M.g. / ЦП-11 та Сін(с). / Приморка характеризувалися також високою урожайністю і в умовах природного зволоження на відміну від сорту Елегія, в якого вона була низькою і становила 5,98 кг/м^2. Діапазон варіювання серед вивчених номерів становив 8,45–10,17 (табл. 1).

Індекс сприйнятливості до посухи (SSI) допомагає ідентифікувати генотипи, які мають менше зниження урожайності в стресових умовах, порівнюючи з умовами зрошення. Аналіз отриманих даних показав, що меншою реакцією на стрес характеризувалися шість популяцій: Зимостійка / М.К., Ram. d., M.g. / П.п., LR / Н., M.agr. / С. та M.g. / M.agr., тобто мали найнижчі показники індексу чутливості до посухи (SSI) 0,83;0,87;0,87;0,89; і 0,90, відповідно. У інших генотипів він був вищим і коливався від 0,93 до 1,22. Крім того, популяції: Зимостійка / М.К. та M.g. / M.agr. можна віднести до більш посухостійких, так як вони мали низькі показники (4,79 і 4,85) індексу толерантності до посухи (TOL). Більше число TOL показує велику чутливість зразка до стресу, тому кращим є його менше значення. Серед генотипів відмічалась значна варіабельність цього показника: від 4,79 до 8,38.

Генотипи з високими значеннями YSI можна розглядати як стабільні генотипи в умовах стресу, тому інтерес представляють популяції, які відповідають цим вимогам.

Високими показниками індексу стабільності урожайності (YSI) та індексом урожайності (YI) характеризувалися селекційні зразки Зимостійка / М.К. – 0,60 і 112,99, Ram. d. – 0,58 і 112,99, M.g. / П.п. – 0,57 і 112,37, LR / Н – 0,57 і 112,99 і M.agr. / С. – 0,57 і 107,05. M.g. / M.agr мала високий (0,57) індекс стабільності урожайності, але середній індекс урожайності (99,86), а популяція Сін(с). / Приморка навпаки – високий індекс урожайності (111,12) і середній (0,54) індекс стабільності урожайності.

Індекс стресостійкості (STI) значно варіював (0,42–0,62), а генотипи з високими значеннями вказують на толерантність до посухи. Популяції: Сін(с). / Приморка, M.g. / ЦП-11, M.g. / П.п. та LR / Н характеризувалися високими показниками індексу толерантності до стресу з варіюванням від 0,60 до 0,62. Всі ці попу-

Таблиця 1

Урожайність зеленої маси люцерни другого року при зрошенні і в умовах природного зволоження та індекси посухостійкості (2018–2020 рр.)

Назва	Скорочення	Yp	Ys	MP	SSI	TOL	YSI	YI	STI	GMP	RDI	DI	SSPI	M_1STI	M_2STI	MSTI	ATI	HMP	ISR
Унітро, стандарт	G1	12,19	5,91	9,05	1,07	6,28	0,48	92,36	0,48	8,49	0,93	0,45	25,51	0,47	0,41	0,19	27,71	7,96	22,27
Елегія	G2	14,36	5,98	10,17	1,22	8,38	0,42	93,46	0,57	9,27	0,80	0,39	34,04	0,77	0,49	0,38	40,37	8,44	17,56
Приморка	G3	12,00	5,52	8,76	1,12	6,48	0,46	86,27	0,44	8,14	0,88	0,40	26,32	0,42	0,33	0,14	27,41	7,56	18,93
M.g. / П.п.	G4	12,58	7,19	9,89	0,89	5,39	0,57	112,37	0,60	9,51	1,10	0,64	21,89	0,62	0,75	0,47	26,65	9,15	39,17
Сін(с). /Приморка	G5	13,15	7,11	10,13	0,96	6,04	0,54	111,12	0,62	9,67	1,04	0,60	24,53	0,70	0,76	0,54	30,36	9,23	33,70
LR/ H	G6	12,67	7,23	9,95	0,89	5,44	0,57	112,99	0,60	9,57	1,10	0,64	22,10	0,64	0,77	0,49	27,07	9,21	39,22
Приморка / Сін(с).	G7	12,04	6,60	9,32	0,94	5,44	0,55	103,15	0,52	8,91	1,05	0,57	22,10	0,50	0,56	0,28	25,21	8,53	32,33
A.-H. d. № 114	G8	12,59	5,89	9,24	1,11	6,70	0,47	92,05	0,49	8,61	0,90	0,43	27,21	0,51	0,41	0,21	29,99	8,03	20,80
A.-H.d. № 15	G9	12,87	6,50	9,69	1,03	6,37	0,51	101,58	0,55	9,15	0,97	0,51	25,87	0,60	0,57	0,34	30,29	8,64	26,53
A.-H. d. № 38	G10	12,76	6,45	9,61	1,03	6,31	0,51	100,80	0,54	9,07	0,97	0,51	25,63	0,58	0,55	0,32	29,76	8,57	26,38
Добір за к.с.	G11	11,59	6,44	9,02	0,93	5,15	0,56	100,64	0,49	8,64	1,07	0,56	20,92	0,44	0,50	0,22	23,13	8,28	32,62
Ram. d.	G12	12,42	7,23	9,83	0,87	5,19	0,58	112,99	0,59	9,48	1,12	0,66	21,08	0,60	0,76	0,46	25,57	9,14	41,40
(Емерауде / Т.)[2]	G13	12,18	6,33	9,26	1,00	5,85	0,52	98,93	0,51	8,78	1,00	0,51	23,76	0,50	0,50	0,25	26,70	8,33	27,44
Т. / Емерауде	G14	12,24	6,69	9,47	0,94	5,55	0,55	104,55	0,54	9,05	1,05	0,57	22,54	0,53	0,59	0,32	26,11	8,65	32,54
M.g. / ЦП-11	G15	13,23	7,10	10,17	0,96	6,13	0,54	110,96	0,62	9,69	1,03	0,60	24,90	0,72	0,76	0,55	30,88	9,24	33,07
Зимостійка / М.К.	G16	12,02	7,23	9,63	0,83	4,79	0,60	112,99	0,57	9,32	1,16	0,68	19,46	0,55	0,73	0,40	23,21	9,03	45,53
M.agr. / С.	G17	11,97	6,85	9,41	0,89	5,12	0,57	107,05	0,54	9,06	1,10	0,61	20,80	0,51	0,62	0,32	24,10	8,71	37,44
A.r. d.	G18	11,36	5,54	8,45	1,07	5,82	0,49	86,58	0,42	7,93	0,94	0,42	23,64	0,35	0,31	0,11	24,00	7,45	21,11
M.g. / M.agr.	G19	11,24	6,39	8,82	0,90	4,85	0,57	99,86	0,47	8,47	1,09	0,57	19,70	0,40	0,47	0,19	21,37	8,15	34,32
M.g. d.	G20	11,30	6,19	8,75	0,94	5,11	0,55	96,74	0,46	8,36	1,05	0,53	20,76	0,39	0,43	0,17	22,22	8,00	30,27
ФХНВ[2]	G21	11,79	5,77	8,78	1,06	6,02	0,49	90,17	0,45	8,25	0,94	0,44	24,45	0,41	0,37	0,15	25,81	7,75	22,13
B.11 / П. d.	G22	12,63	5,86	9,25	1,12	6,77	0,46	91,58	0,49	8,60	0,89	0,42	27,50	0,51	0,41	0,21	30,28	8,01	20,40
Ж. / ЦП-11	G23	12,38	5,52	8,95	1,15	6,86	0,45	86,27	0,45	8,27	0,86	0,38	27,86	0,46	0,34	0,15	29,48	7,64	17,98
Сибір. 8, d.	G24	11,87	6,05	8,96	1,02	5,82	0,51	94,55	0,47	8,47	0,98	0,48	23,64	0,44	0,42	0,19	25,64	8,01	25,17
Середньопопуляційна		**12,31**	**6,40**	**9,35**	**1,00**	**5,91**	**0,52**	**100,00**	**0,52**	**8,87**	**1,00**	**0,52**	**24,01**	**0,53**	**0,53**	**0,29**	**27,22**	**8,40**	**29,10**
Медіана		***12,22***	***6,42***	***9,29***	***0,98***	***5,84***	***0,53***	***100,25***	***0,52***	***8,85***	***1,02***	***0,52***	***23,7***	***0,51***	***0,50***	***0,27***	***26,68***	***8,39***	***28,86***
V, %		5,65	9,13	5,36	10,20	13,61	9,23	9,13	11,62	5,87	9,40	17,62	13,60	20,91	28,74	45,69	14,53	6,71	27,67
$S\bar{x}_{абс.}$		0,14	0,12	0,10	0,02	0,16	0,01	1,86	0,01	0,11	0,02	0,02	0,67	0,02	0,03	0,03	0,81	0,12	1,64
$S\bar{x}_{віднос.}$		1,15	1,86	1,09	2,08	2,78	1,88	1,86	2,37	1,20	1,92	3,60	2,78	4,27	5,87	9,33	2,97	1,37	5,65
$НІР_{01}$		0,45	0,38	0,32	0,07	0,52	0,03	5,91	0,04	0,34	0,06	0,06	2,11	0,07	0,10	0,09	2,56	0,36	5,21
$НІР_{05}$		0,33	0,27	0,23	0,05	0,38	0,02	4,27	0,03	0,24	0,04	0,04	1,53	0,05	0,07	0,06	1,85	0,26	3,76

Таблиця 2

Матриця кореляційних зв'язків між урожайністю зеленої маси люцерни першого року життя при зрошенні і в умовах природного зволоження та індексами посухостійкості (2017–2019 рр.)

	Y_P	Ys	MP	SSI	TOL	YSI	YI	STI	GMP	RDI	DI	SSPI	M_1STI	M_2STI	MSTI	ATI	HMP	ISR
Y_P	1,000	0,219	0,821	0,356	0,705	-0,352	0,219	0,659	0,643	-0,351	-0,066	0,705	0,909	0,386	0,627	0,931	0,467	-0,139
Ys	0,219	1,000	0,737	-0,832	-0,537	0,832	1,000	0,876	0,888	0,834	0,957	-0,537	0,598	0,979	0,877	-0,150	0,965	0,922
MP	0,821	0,737	1,000	-0,240	0,175	0,243	0,737	0,969	0,965	0,245	0,515	0,175	0,980	0,840	0,947	0,557	0,888	0,443
SSI	0,356	-0,832	-0,240	1,000	0,912	-0,998	-0,832	-0,462	-0,484	-0,999	-0,955	0,912	-0,059	-0,714	-0,479	0,669	-0,657	-0,965
TOL	0,705	-0,537	0,175	0,912	1,000	-0,908	-0,537	-0,067	-0,089	-0,909	-0,752	1,000	0,351	-0,378	-0,095	0,914	-0,297	-0,789
YSI	-0,352	0,832	0,243	-0,998	-0,908	1,000	0,831	0,463	0,486	0,998	0,953	-0,908	0,064	0,712	0,479	-0,663	0,658	0,962
YI	0,219	1,000	0,737	-0,832	-0,537	0,831	1,000	0,876	0,888	0,834	0,957	-0,537	0,598	0,979	0,877	-0,150	0,965	0,922
STI	0,659	0,876	0,969	-0,462	-0,067	0,463	0,876	1,000	0,998	0,467	0,702	-0,067	0,907	0,946	0,990	0,341	0,971	0,636
GMP	0,643	0,888	0,965	-0,484	-0,089	0,486	0,888	0,998	1,000	0,488	0,719	-0,089	0,897	0,950	0,984	0,321	0,977	0,655
RDI	-0,351	0,834	0,245	-0,999	-0,909	0,998	0,834	0,467	0,488	1,000	0,956	-0,909	0,064	0,717	0,482	-0,664	0,660	0,968
DI	-0,066	0,957	0,515	-0,955	-0,752	0,953	0,957	0,702	0,719	0,956	1,000	-0,752	0,349	0,888	0,713	-0,423	0,848	0,989
SSPI	0,705	-0,537	0,175	0,912	1,000	-0,908	-0,537	-0,067	-0,089	-0,909	-0,752	1,000	0,351	-0,378	-0,095	0,914	-0,297	-0,789
M_1STI	0,909	0,598	0,980	-0,059	0,351	0,064	0,598	0,907	0,897	0,064	0,349	0,351	1,000	0,728	0,889	0,699	0,785	0,273
M_2STI	0,386	0,979	0,840	-0,714	-0,378	0,712	0,979	0,946	0,950	0,717	0,888	-0,378	0,728	1,000	0,952	0,024	0,991	0,842
MSTI	0,627	0,877	0,947	-0,479	-0,095	0,479	0,877	0,990	0,984	0,482	0,713	-0,095	0,889	0,952	1,000	0,308	0,963	0,647
ATI	0,931	-0,150	0,557	0,669	0,914	-0,663	-0,150	0,341	0,321	-0,664	-0,423	0,914	0,699	0,024	0,308	1,000	0,114	-0,485
HMP	0,467	0,965	0,888	-0,657	-0,297	0,658	0,965	0,971	0,977	0,660	0,848	-0,297	0,785	0,991	0,963	0,114	1,000	0,793
ISR	-0,139	0,922	0,443	-0,965	-0,789	0,962	0,922	0,636	0,655	0,968	0,989	-0,789	0,273	0,842	0,647	-0,485	0,793	1,000

ляції мали високу урожайність (7,10–7,23 кг/м^2) в стресових умовах, але при зрошенні M.g. / П.п. та LR / H – середню (12,58 й 12,67 кг/м^2, відповідно), а Сін(с). / Приморка і M.g. / ЦП-11 високу (13,15 й 13,23 кг/м^2, відповідно) урожайність зеленої маси. За ними за значенням STI йшли генотипи: Ram. d. (0,59), Зимостійка / М.К. (0,57) та Елегія (0,57). Перші два відрізнялися високими врожаями (7,23 кг/м^2) в умовах стресу, але низькими в умовах зрошення (12,02–12,40 кг/м^2). Сорт Елегія навпаки демонструє різке зниження урожайності в умовах стресу (5,98 кг/м^2) і сприятливий вплив в умовах зрошення (14,36 кг/м^2).

Високі показники середньої геометричної урожайності (GMP) та гармонійної продуктивності (HMP) було виявлено у п'яти популяцій: M.g. / П.п. (9,51 і 9,15), Сін(с). / Приморка (9,67 і 9,23), LR / H (9,57 і 9,21), M.g. / ЦП-11 (9,69 і 9,24) та Ram. d. (9,48 і 9,14). Звертає увагу на себе той факт, що чотири з них мали високі показники STI та GMP, як правило, це допомагає в ідентифікації генотипів, що добре підходять для вирощування як в стресових, так і в нестресових умовах.

Індекси відносної посухостійкості (RDI) та посухостійкості (DI) дозволяють визначити генотипи, що формують високу урожайність як в стресових, так і в нормальних умовах. Аналіз отриманих даних показав, що діапазон варіювання індексів знаходиться в межах для RDI – 0,80–1,16 і DI – 0,38–0,68. Високі значення цих індексів відзначені у чотирьох популяцій: M.g. / П.п. (1,10 і 0,64), LR / H (1,10 і 0,64), Ram. d. (1,12 і 0,66) й Зимостійка / М.К (1,16 і 0,68). Популяції M.agr. / С. та M.g. / M.agr. мали високі (1,10 і 1,09) значення індексу відносної посухостійкості, але нижчі (0,61 і 0,57) – індексу посухостійкості, ніж у вищенаведених популяцій. Генотипи Ж. / ЦП-11 і Елегія з низькими значеннями RDI (0,80–0,86) та DI (0,38–0,39) слід вважати сприйнятливими до посухи.

Найменшими значеннями індексу схильності до стресу (SSPI) 19,46 і 19,70 характеризувалася популяція Зимостійка / М.К та M.g. / M.agr.

За першим модифікованим індексом толерантності до стресу (M_1STI) були виділені селекційні зразки Елегія (0,77), Сін(с). / Приморка (0,70) і M.g. / ЦП-11 (0,72), всі вони мали високу урожайність при зрошенні. Шість популяцій (M.g. / П.п., Сін(с). / Приморка, LR / H, Ram. d., M.g. / ЦП-11 та Зимостійка / М.К) характеризувалися високими значеннями M_2STI і також мали високу урожайність зеленої маси в стресових умовах. За загальним індексом MSTI було виділено дві популяції люцерни Сін(с). / Приморка і M.g. / ЦП-11, у яких він дорівнював 0,54 й 0,55, відповідно.

За індексом абіотичної толерантності (ATI) виділився сорт Елегія зі значенням 40,37, але він характеризувався високою (14,36 кг/м^2) урожайністю при зрошенні та низькою (5,98 кг/м^2) в умовах природного зволоження.

Популяції Ram. d. і Зимостійка / М.К характеризувалися найвищим (41,40 і 45,53, відповідно) значенням індексу стійкості до стресу (ISR) та мали високу урожайність (7,23 кг/м^2) при стресі і середню (12,42 й 12,02 кг/м^2) при зрошенні.

За більшою кількістю індексів (11), як найбільш посухостійкі були виділені популяції M.g. / П.п., LR / H, Ram. d. Популяція Зимостійка / М.К була виділена за дев'ятьма індексами, а Сін(с). / Приморка та M.g. / ЦП-11 виділилися за сімома індексами.

На другому році життя між врожайністю за різних умов зволоження (зрошення і природне зволоження) має місце низька позитивна кореляційна залежність r = 0,219. Урожайність популяцій люцерни при стресі (Ys) має найвищий позитивний кореляційний зв'язок (r = 0,922–1,000) з індексами YI, DI, M_2STI, HMP та ISR, проте урожайність при зрошенні (Yp) мала низьку залежність (r = -0,139–0,219) з індексами YI, DI, ISR та середню r = 0,386–0,467 з індексами M_2STI і HMP. Також високу, але дещо нижчу залежність (r = 0,737–0,888) Ys з індексами YSI, STI, GMP, RDI та MSTI, тоді як врожайність за оптимальних умов (Yp) мала від'ємну середню кореляцію (r = -0,351–-0,352) з індексами YSI і RDI та середню – 0,627–0,659 з індексами STI, GMP та MSTI. Індекс MP характеризувався високою залежністю як з врожайністю при стресі (Ys) 0,737, так і з врожайністю при зрошенні (Yp) 0,821. Індекси YI, YSI, DI, RDI, M_2STI, HMP та ISR необхідно використовувати як основні для відбору популяцій на посухостійкість, натомість індекси MP, STI, GMP та MSTI можна використовувати як допоміжні. Середній зв'язок (r = 0,598) урожайності при стресових умовах і високий (r = 0,909) при зрошенні з модифікованим індексом толерантності до стресу M_1STI обумовлений спрямованістю цього показника до відбору популяцій, вирощених за кращих умов, як і індекс абіотичної толерантності (ATI), що характеризується низькою від'ємною кореляцією (r = -0,150) з врожайністю при стресі та високою (r = 0,931) при зрошенні. Високу від'ємну кореляційну залежність (r = -0,832) урожайність за посушливих умов має з індексом чутливості до посухи (SSI) та середню від'ємну (r = -0,537) з індексами TOL та SSPI, тоді як з врожайністю при зрошенні 0,356; 0,705 і 0,705, відповідно. Ці три показника можна використовувати для відбору посухостійких популяцій, якщо їх значення прагнуть до нуля та популяцій, що добре відгукуються на покращення умов зволоження, якщо ці показники прагнуть до максимуму (табл. 2).

За результатами GGE біплот-аналізу на травостої другого року життя були виділені більш стійкі до посухи популяції: G4 – M.g. / П.п., G6 – LR / H, G12 – Ram. d. та G16 – Зимостійка / М.К., що знаходяться в одній чверті з вектором урожайності в умовах природного зволоження (Ys) та максимально наближені до його вершини (рис. 1).

Сорт G2 – Елегія, що знаходиться в одній чверті з вектором урожайності при зрошенні та навіть переважає його, найкраще відкликається на поліпшення умов зволоження, але показує різке зниження урожайності за умов природного зволоження.

Селекційні зразки G5 – Сін(с). / Приморка та G15 – M.g. / ЦП-11 знаходяться на осі між векторами урожайності при зрошенні та в умовах природного зволоження, що може вказувати на пластичність цих популяцій.

Кластерний аналіз дозволяє ідентифікувати популяції люцерни за генетично зумовленою посухостійкістю. Перевага методу кластерного аналізу полягає в тому, що його математичний апарат дозволяє знайти і виділити реально існуюче в ознаковому просторі нагромадження об'єктів (точок) на підставі одночасного групування за великою кількістю ознак. Побудова та аналіз дендрограм деталізує інформацію про характер зв'язків між лініями на рівні кластерів і конкретизує зв'язки між популяціями у їхніх межах. На дендрограмі вказуються номера об'єктів, що об'єднуються і відстань, при якій відбулося об'єднання (рис. 2).

Найбільш близькими за індексами посухостійкості виявилися популяції, що утворили чотири підкластера: G8 – A.-H. d. № 114 і G22 – B.11 / П. d. в подальшому згруповані у 1 кластер, G5 – Сін(с). / Приморка і G15 – M.g. / ЦП-11 та G4 – M.g. / П.п. і G6 – LR / H згрупувалися у 2 кластер, G9 – A.-H.d. № 15 і G10 – A.-H. d. № 38 – у 3 кластер. Генетичну дивергенцію щодо посухостійкості показав сорти G2 – Елегія. Взагалі було сформовано три кластери: в перший кластер об'єдналися на відстані 175 дев'ять найбільш не стійких до посухи популяцій, в другий кластер об'єдналися на відстані 123 шість найбільш посухостійкі та в третій кластер об'єдналися

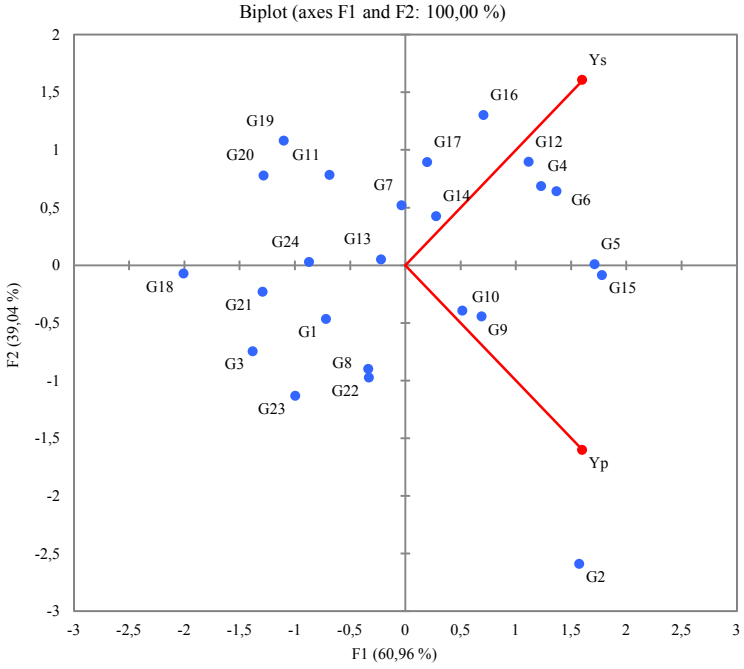


Рис. 1. Генотип-серидовищна взаємодія популяцій люцерни і середовищ (метод біплот-аналіз). Лініями показані власні вектори провідних факторних навантажень для середовищ: – умови зволоження; – генотипи

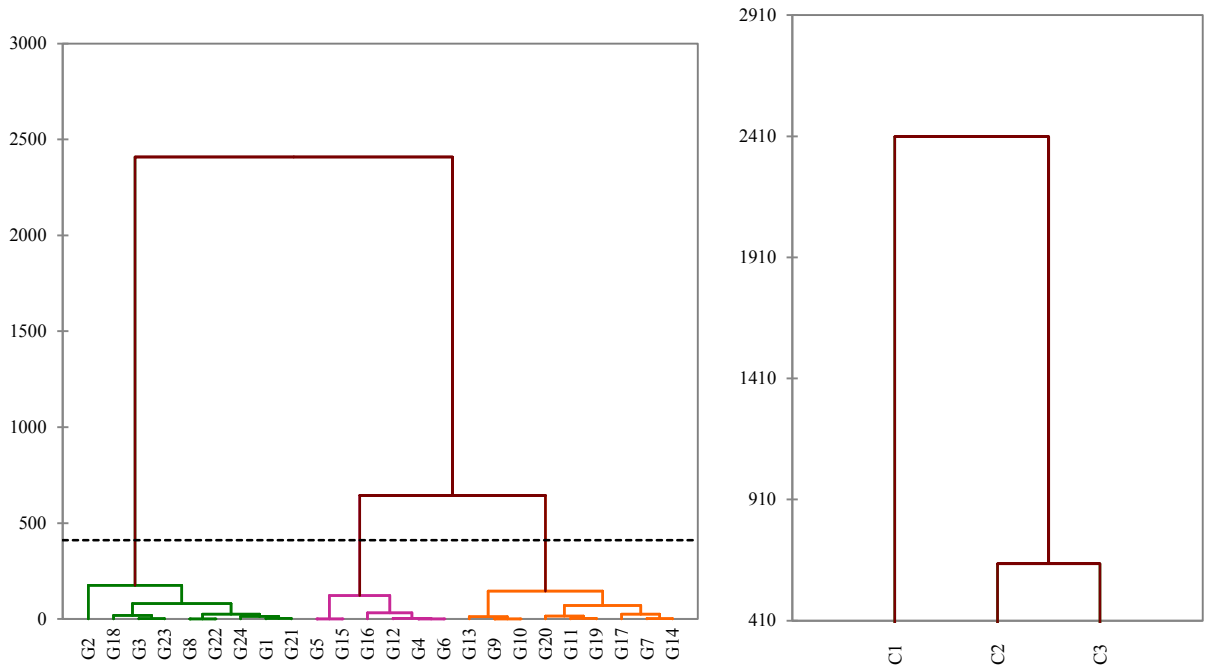


Рис. 2. Дендограма кластерізації двадцяти чотирьох популяцій люцерни за посухостійкістю

Таблиця 3

Кластерізації двадцяти чотирьох популяцій люцерни за посухостійкістю методом k-середніх і агломеративного ієрархічного кластерного аналізу

Назва	Скорочення	Кластеризація k-середніх		Агломеративна ієрархічна кластеризація
		Кластер	Відстань до центру кластера	Кластер
Унітро, стандарт	G1	1	3,705	1
Елегія	G2	1	12,114	1
Приморка	G3	1	4,318	1
M.g. / П.п.	G4	2	3,286	2
Сін(с). /Приморка	G5	2	5,368	2
LR/ H	G6	2	3,864	2
Приморка / Сін(с).	G7	2	8,388	3
A.-H. d. № 114	G8	1	2,410	1
A.-H.d. № 15	G9	3	6,008	3
A.-H. d. № 38	G10	3	5,324	3
Добір за к.с.	G11	3	4,718	3
Ram. d.	G12	2	5,415	2
(Емерауде / Т.)[2]	G13	3	1,904	3
Т. / Емерауде	G14	2	7,039	3
M.g. / ЦП-11	G15	2	6,128	2
Зимостійка / М.К.	G16	2	9,588	2
M.agr. / С.	G17	2	3,788	3
A.r. d.	G18	1	6,523	1
M.g. / M.agr.	G19	3	6,926	3
M.g. d.	G20	3	4,368	3
ФХНВ[2]	G21	1	4,163	1
В.11 / П. d.	G22	1	2,007	1
Ж. / ЦП-11	G23	1	4,198	1
Сибір. 8, d.	G24	3	5,881	1

на відстані 145 дев'ять популяції середньої посухостійкості (табл. 3).

Також був проведений кластерний аналіз популяцій люцерни методом k-середніх. Цей метод відрізняється тим, що перед початком необхідно вибрати кількість кластерів самостійно. Виходячи з агломеративного ієрархічного кластерного аналізу який описано вище, нами було запропоновано три кластери.

До 1 кластера увійшли вісім не стійких до посухи популяцій, порівняно з агломеративним ієрархічним кластерним аналізом, виняток складає селекційний зразок G24 – Сибір. 8, d, який увійшов до третього кластеру. Найменша відстань до центру кластера спостерігалася у популяції G22 – B.11 / П. d. на рівні 2,007, натомість найбільша 12,114 у сорту G2 – Елегія (табл. 3).

До 2 кластера увійшли дев'ять найбільш стійких до посухи популяцій. Якщо порівнювати з агломеративним ієрархічним кластерним аналізом, то добавилося три популяції G7 – Приморка / Сін(с)., G14 – Т. / Емерауде та G17 – M.agr. / С., що перейшли з третього до другого кластеру. Найменша відстань до центру кластера спостерігалася у популяції G4 – M.g. / П.п. на рівні 3,286, натомість найбільша 9,588 у G16 – Зимостійка / М.К.

В третій кластер увійшли сім популяції середньої посухостійкості з найменшою відстанню 1,904 до центру кластера у селекційного зразка G13 – (Емерауде / Т.)^2, а найбільшою – 6,926 у G19 – M.g. / M.agr.

Висновки. Відібрані основні індекси SSI, TOL, SSPI, YI, YSI, DI, RDI, M_2STI, HMP та ISR для відбору популяцій на посухостійкість, натомість індекси STI, GMP та MSTI можна використовувати як допоміжні.

За індексами посухостійкості та біплот-аналізом, як найбільш посухостійкі виділені популяції M.g. / П.п., LR / H, Ram. d., Зимостійка / М.К, Сін(с). / Приморка та M.g. / ЦП-11. Сорт Елегія виділився як найбільш нестійкий до посухи.

За допомогою кластерного аналізу двадцять чотири популяції люцерни були розподілені на три кластери: стійкі до посухи, середньої стійкості та не стійкі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Annicchiarico P., Pecetti L., Abdelguerfi A., Bouizgaren A., Carroni A.M., Hayek T. et al. Adaptation of landrace and variety germplasm and selection strategies for lucerne in the Mediterraneanbasin. *Field Crops Research*. 2011. Vol. 120, Issue 2. P. 283–291. doi:10.1016/j.fcr.2010.11.003.
2. Bagavathiannan M., Van Acker R.C. The Biology and Ecology of Feral Alfalfa (Medicago sativa L.) and Its Implications for Novel Trait Confinement in North America. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2009. Vol. 28, Issue 1–2. P. 69–87. DOI: 10.1080/07352680902753613
3. Bellague D., M'Hammedi-Bouzina M., Abdelguerfi A. Measuring the performance of perennial alfalfa with drough ttolerance indices. *Chilean journal of agricultural*. 2016. Vol. 76, Issue 3. P. 273м284. doi:10.4067/S0718-58392016000300003
4. Blum A. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential – are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research*. 2005. Vol. 56, № 11. P. 1159–1168. https://doi.org/10.1071/AR05069
5. Blum A. Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 1988.
6. Bouslama M., Schapaugh W. T. Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science*. 1984. Vol. 24, № 5. P. 933–937. doi: 10.2135/cropsci1984.0011183X002400050026x
7. Boussen H., BenSalem M., Slama A., Mallek-Maalej E., Rezgui S. Evaluation of drought tolerance indices in durum wheat recombinant inbred lines. *Options Mediterraneennes*. 2010. Vol. 95. P. 79–83.
8. Cattivelli L., Rizza F., Badeck F. W., Mazzucotelli E., Mastrangelo A. M., Francia E., Marè C., Tondelliand A., Stanca A. M. Drough ttolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research*. 2008. Vol. 105. P. 1–14. doi:10.1016/j.fcr.2007.07.004
9. Chakherchaman S. A., Mostafaei H., Imanparast L., Eivazian M. R. Evaluation of drought tolerance in lentil advanced genotypes in Ardabil region. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 2009. Vol. 7. P. 283–288.
10. Choukan R., Taherkhani T., Ghannadha M.R., Khodarahmi M. Evaluation of drought tolerance in grain maize in bred lines using drought tolerance indices. *Iran. J. Agric. Sci*. 2006. Vol. 8, Issue 1. P. 79–89.
11. Farshadfar E., Sutka J. Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. *Cereal Res Commun*. 2002. Vol. 31. P. 33–40. https://www.jstor.org/stable/23787201
12. Fernandez C. J. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Aug. 13–16. Shanhua, Taiwan, 1992. P. 257–270.
13. Fisher R. A., Maurer R. Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1978. Vol. 29, № 5. P. 897–912. doi.org/10.1071/AR9780897
14. Gavuzzi P., Rizza F., Palumbo M. et al. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Canadian Journals of Plant Science*. 1997. Vol. 77, № 4. P. 523–531.
15. Harrison M. T., Tardieu F., Dong Z., Messina C. D. & Hammer G. L. Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions. *Glob. Change Biol*. 2014. Vol. 20, Issue 3. P. 867–878. Doi:10.1111/gcb.12381
16. Hussain S. S., Raza H., Afzal I., Kayani M. A. Transgenic plants for abiotic stress tolerance: Current status. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2012.Vol.58,Issue7.P.693–721.doi:10.1080/03650340.2010.540010
17. Jafari A., Paknejad F., Jami Al-Ahmadi M. Evaluation of selection indices for drought tolerance of corn (*Zea mays* L.) hybrids. *Inter J Plant Prod*. 2009. Vol. 3, Issue 4. P. 33–38.
18. Koleva M., Dimitrova V. Evaluation of drought Tolerance in new cotton cultivars using stress tolerance indices. *Agrofor International Journal*. Vol. 3, Issue No. 1, 2018. P. 11–17. Doi:10.7251/AGRENG1801011K
19. Kristin A. S., Serna R. R., Perez F. I., Enriquez B. C., Gallegos J. A. A., Vallejo P. R., Wassimi N., Kelley J. D. Improving common bean performance under drought stress. *CropSci*. 1997. Vol. 37. P. 43–50.

20. Lan J. Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*. 1998. Vol. 7. P. 85–87.
21. Latrach L., Farissi M., Mouradi M., Makoudi B., Bouizgaren A., Ghoulam C. Growth and nodulation of alfalfa-rhizobia symbiosis under salinity: electrolyte leakage, stomatal conductance, and chlorophyll fluorescence. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2014. Vol. 38, P. 320–326. doi: 10.3906/tar-1305-52
22. Li S., Wan L., Nie Z., Li X. Fractaland Topological Analysesand Antioxidant Defense Systems of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Root System under Drought and Rehydration Regimes. *Agronomy*. 2020. Volume 10, Issue 6. P. 1–21. Doi:10.3390/agronomy10060805
23. Lin C. S., Binns M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar × location data. *Can. J. PlantSci*. 1988. Vol. 68. P. 193–198. https://doi.org/10.4141/cjps88-018
24. Mollasadeghi V., Valizadeh M., Shahryari R., Imani A. A. Evaluation of end drought tolerance of 12 wheat genotypes by stress indices. *World Applied Sciences Journal*. 2011. Vol. 13, Issue 3. P. 545–551.
25. Moosavi S. S., Yazdi-Samadi B., Naghavi M. R., Zali A. A., Dashti H., Pourshahbazi A. Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes. *Desert*. 2008. Vol. 12, Issue 2. P. 165–178.
26. Rosielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*. 1981. Vol. 21, № 6. P. 943–946. doi:10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x
27. Saba J., Moghaddam M., Ghassemi K., Nishabouri M.R. Genetic properties of drought resistance indices. *J. Agric. Sci. Technol*. 2001. Vol. 3. P. 43–49.
28. Tyshchenko A. V., Tyshchenko O. D., Kuts G. M., Piliarska O. O., Galchenko N. M. Anti-pest protection of two-year old alfalfa grown for seeds. *Селекція і насінництво*. 2021. № 119. С. 170–180.
29. Tyshchenko O., Tyshchenko A., Piliarska O., Biliaeva I., Kuts H., Lykhovyd P., Halchenko N. Seed productivity of alfalfa varieties depending on the conditions of humidification and growth regulators in the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. Vol. 20, Issue 4, 2020. P. 551–562.
30. Tyshchenko O., Tyshchenko A., Piliarska O., Kuts H., Lykhovyd P. Evaluation of drought tolerance in alfalfa *(Medicago sativa)* genotypes in the conditions of osmotic stress. *AgroLife Scientific Journal*. 2020. Volume 9, Number 2. P. 353–358.
31. Vozhehova R., Tyshchenko A., Tyshchenko O., Dymov O., Piliarska O., Lykhovyd P. Evaluation of breeding indices for drought tolerance in alfalfa (*Medicago*) genotypes. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2021. Vol. LXIV, No. 2. P. 435–444.
32. Vozhehova R., Tyshchenko A., Tyshchenko O., Piliarska O., Konovalova V., Sharii V., Fundirat K. Economic feasibility of application of bacterial and fungal drugs on seed-used alfalfa. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2022. Vol. 22, Issue 4. P. 827–834.
33. Wang Z., Ke Q., Kim M.D., Kim S. H., Ji C. Y., Jeong J. C. et al. Transgenic alfalfa plants expressing the sweet potato orange gene exhibit enhanced abiotic stress tolerance. *PLoS ONE*. 2015. Vol. 10. Doi: 10.1371/journal.pone.0126050
34. Yu L-X. Identification of Single-Nucleotide Polymorphic Loci Associated with Biomass Yield under Water Deficit in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Using Genome-Wide Sequencing and Association Mapping. *Front. Plant Sci*. 2017. Volume 8. P. 1152. Doi: 10.3389/fpls.2017.01152
35. Zou G. H., Liu H. Y., Mei H. W. et al. Screening for Drought Resistance of Rice Recombinant Inbred Populations in the Field. *J. Integr. Plant Biol*. 2007. Vol. 49, Issue 10. P. 1508–1516.
36. Вожегова Р. А., Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Димов О. М., Люта Ю. О. Особливості прояву адаптивних ознак у селекційних популяцій люцерни при вирощуванні на насіння. *Вісник СумНАУ. Серія «Агрономія і біологія»*. 2021. Випуск 2(44), С. 3–11. DOI https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.1
37. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Димов О.М., Пілярська О. О. Оцінювання посухостійкості селекційного матеріалу люцерни за показниками водного режиму в умовах Півдня України. *Plant Varieties Studying and protection*. 2021, Vol. 17, No 1. С. 21–29. https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.1.2021.228204
38. Вожегова Р. А., Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Пілярська О. О., Гальченко Н. М. Оцінка посухостійкості популяцій люцерни кормового використання в рік сівби за математичними індексами. *Аграрні інновації*. 2022. № 13. С. 190–198. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.28
39. Вожегова Р. А., Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Пілярська О. О., Гальченко Н. М. Урожайність та посівні якості насіння сортів люцерни залежно від умов вирощування. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 8 (821). С. 55–63. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202108-07.
40. Вожегова Р. А., Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Пілярська О. О., Фундират К. С., Коновалова В. М. Особливості прояву адаптивних ознак у популяцій люцерни за кормового використання. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 135–144. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.20
41. Вожегова Р. А., Тищенко А. В. , Тищенко О. Д., Пілярська О. О., Фундират К. С., Гальченко Н. М. Оцінка посухостійкості популяцій люцерни за насіннєвого використання в рік сівби. *Аграрні інновації*. 2022. № 15. С. 89–96. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.14
42. Вожегова Р. А., Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Пілярська О. О., Фундират К. С., Коновалова В. М. Визначення посухостійкості популяцій люцерни насіннєвого використання за математичними індексами. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 1 (838). С. 40–48. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202301-05
43. Вожегова Р. А., Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Пілярська О. О., Фундират К. С., Коновалова В. М. Зв'язок між кормовою та насіннєвою продуктивністю популяцій люцерни. *Зрошуване землеробство*. 2022. № 78, С. 47–56. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.78.8
44. Вожегова Р. А., Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Пілярська О. О., Фундират К. С., Коновалова В. М. Насіннєва продуктивність популяцій люцерни другого року життя та особливості прояву у них адаптив-

них ознак. *Аграрні інновації*. 2022. № 16. С. 94–103. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.15
45. Тищенко А. В. Сорти люцерни – насіннєва продуктивність та способи її підвищення. *Насінництво*. 2015. № 2. С. 7–9.
46. Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Куц Г. М., Пілярська О. О., Коновалова В. М. Насіннєва продуктивність люцерни першого року життя залежно від застосування гербіцидів. *Аграрні інновації*. 2022. № 11. С. 92–102. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.12
47. Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Люта Ю. О. Оцінка генотипів люцерни за насіннєвою продуктивністю на посухостійкість. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: ВД «Гельветика», 2021. № 120. С. 155–168. DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21
48. Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Люта Ю. О., Пілярська О. О. Адаптивна здатність – важлива ознака в селекції рослин. *Зрошуване землеробство*. 2021. Вип. 75. С. 101–109. DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.19
49. Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Люта Ю. О., Пілярська О. О. Особливості розвитку популяцій люцерни за різних умов вирощування. *Наукові доповіді НУБіП України*, [S.l.], n. 4(92), сер. 2021.
50. Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Люта Ю. О., Пілярська О. О., Куц Г. М. Щільність травостою люцерни за роками життя та укосами за різного вологозабезпечення. *Зрошуване землеробство*. 2021. Вип. 76. С. 75–82. DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.14
51. Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Пілярська О. О., Куц Г. М., Гальченко Н. М. Насіннєва продуктивність люцерни першого року життя залежно від заходів боротьби зі шкідниками. *Аграрні інновації*. 2021. № 6. С. 57–67. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.6.12

REFERENCES:

1. Annicchiarico, P. et al. (2011). Adaptation of landrace and variety germplasm and selection strategies for lucerne in the Mediterranean basin. *Field Crops Research*, 120(2), 283–291. doi:10.1016/j.fcr.2010.11.003 [in English].
2. Bagavathiannan, M.V., & Van Acker, R.C. (2009). The biology and ecology of feral alfalfa (*Medicago sativa* L.) and its implications for novel trait confinement in North America. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 28(1–2), 69–87. DOI: 10.1080/07352680902753613 [in English].
3. Bellague, D., M'Hammedi-Bouzina, M., & Abdelguerfi, A. (2016). Measuring the performance of perennial alfalfa with drought tolerance indices. *Chilean journal of agricultural research*, 76(3), 273–284. doi:10.4067/S0718-58392016000300003 [in English].
4. Blum, A. (2005). Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential – are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research, 56*(11), 1159–1168. https://doi.org/10.1071/AR05069 [in English].
5. Blum, A. (1988). Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. ISBN 9781351075718 [in English].
6. Bouslama, M., & Schapaugh, W.T. (1984). Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science*, *24*(5), 933–937. doi: 10.2135/cropsci1984.0011183X002400050026x [in English].
7. Boussen, H. et al. (2010). Evaluation of drought tolerance indices in durum wheat recombinant inbred lines. In Proceeding of Second International Conference on Drought Management FAO-CIHEAM, Istanbul, Turkey (pp. 4–6). http://om.ciheam.org/om/pdf/a95/00801329.pdf [in English].
8. Cattivelli, L. et al. (2008). Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. *Field crops research*, 105(1–2), 1–14. doi:10.1016/j.fcr.2007.07.004 [in English].
9. Chakherchaman, S.A., Mostafaei H., Imanparast L., & Eivazian, M.R. (2009). Evaluation of drought tolerance in lentil advanced genotypes in Ardabil region. *Journal of food, agriculture & environment (JFAE), 7,* 283-288 [in English].
10. Choukan, R., Taherkhani, T., Ghanadha, M. R., & Khodarahmi, M. (2006). Evaluation of drought tolerance in grain maize inbred lines using drought tolerance indices. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 8(1), 79–89 [in English].
11. Farshadfar, E., & Sutka, J. (2002). Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. *Cereal Res Commun.* Vol. 31. P. 33–40. https://www.jstor.org/stable/23787201 [in English].
12. Fernandez, C.J. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. *Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress*. Aug. 13–16. Shanhua, Taiwan, P. 257–270 [in English].
13. Fisher, R.A., & Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research.* Vol. 29, 5. P. 897–912. doi.org/10.1071/AR9780897 [in English].
14. Gavuzzi, P. et fl. (1997). Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Canadian Journals of Plant Science*. Vol. 77. № 4. P. 523–531. [in English].
15. Harrison, M.T. et al. (2014). Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions. *Global change biology*, 20(3), 867–878. Doi:10.1111/gcb.12381 [in English].
16. Hussain, S.S., Raza, H., Afzal, I., & Kayani, M.A. (2012). Transgenic plants for abiotic stress tolerance: current status. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58(7), 693–721. doi:10.1080/03650340.2010.540010 [in English].
17. Jafari, A., Farzad, P., & Jami Al-Ahmadi, M. (2009). Evaluation of selection indices for drought tolerance of corn (*Zea mays* L.) hybrids. *International Journal of Plant Production, 3*(4), 33–38 [in English].
18. Koleva, M., & Dimitrova, V. (2018). Evaluation of drought tolerance in new cotton cultivars using stress tolerance indices. *AGROFOR*, 3(1), 11–17. Doi:10.7251/AGRENG1801011K [in English].
19. Kristin, A.S. et al. (1997). Improving common bean performance under drought stress. *CropSci.* 37, P. 43–50. [in English].
20. Lan, J. (1998). Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*. Vol. 7. P. 85–87. [in English].
21. Latrach, L., et al. (2014). Growth and nodulation of alfalfa-rhizobia symbiosis under salinity: electrolyte leakage,

stomatal conductance, and chlorophyll fluorescence. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(3), 320–326. doi:10.3906/tar-1305-52 [in English].
22. Li, S., Wan, L., Nie, Z., & Li, X. (2020). Fractal and topological analyses and antioxidant defense systems of alfalfa (*Medicago sativa* L.) root system under drought and rehydration regimes. *Agronomy*, 10(6), 805. Doi:10.3390/agronomy10060805 [in English].
23. Lin, C.S., & Binns, M.R. (1988). A superiority measure of cultivar performance for cultivar × location data. *Can. J. PlantSci*. 68, P. 193–198. https://doi.org/10.4141/cjps88-018 [in English].
24. Mollasadeghi, V., Valizadeh, M., Shahryari, R., & Imani, A. A. (2011). Evaluation of end drought tolerance of 12 wheat genotypes by stress indices. *World Applied Sciences Journal*, 13(3), 545–551 [in English].
25. Moosavi, S.S. et al. (2008). Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes. *Desert*., 12(2), 165–178 [in English].
26. Rosielle, A.A., & Hamblin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*, 21(6), 943–946. doi:10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x [in English].
27. Saba, J., Moghadam, M., Ghasemi, K., & Nishabouri, M.R. (2001). Genetic properties of drought resistance indices. *Journal of Agricultural Science technology*, 3, 43–49 [in English].
28. Tyshchenko, A.V. et al. (2021). Anti-pest protection of two-year old alfalfa grown for seeds. *Селекція і насінництво – Breeding and seed production*, 119, 170–180 [in English].
29. Tyshchenko, O. et al. (2020). Seed productivity of alfalfa varieties depending on the conditions of humidification and growth regulators in the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 20(4), 551–562 [in English].
30. Tyshchenko, O. et al. (2020). Evaluation of drought tolerance in alfalfa *(Medicago sativa)* genotypes in the conditions of osmotic stress. *AgroLife Scientific Journal*, 9(2), 353–358 [in English].
31. Vozhehova, R. et al. (2021). Evaluation of breeding indices for drought tolerance in alfalfa (*Medicago*) genotypes. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LXIV, No. 2, P. 435–444 [in English].
32. Vozhehova, R. et al. (2022). Economic feasibility of application of bacterial and fungal drugs on seed-used alfalfa. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 22(4), 827–834 [in English].
33. Wang, Z., et al. (2015). Transgenic alfalfa plants expressing the sweetpotato Orange gene exhibit enhanced abiotic stress tolerance. *PLoS One*, 10(5), e0126050. [in English].
34. Yu, L.X. (2017). Identification of single-nucleotide polymorphic loci associated with biomass yield under water deficit in alfalfa (*Medicago sativa* L.) using genome-wide sequencing and association mapping. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1152. Doi: 10.3389/fpls.2017.01152 [in English].
35. Zou, G.H. et al. (2007). Screening for drought resistance of rice recombinant inbred populations in the field. *Journal of Integrative Plant Biology*, 49(10), 1508–1516 [in English].
36. Vozhehova, R.A. et al. (2021). Osoblyvosti proiavu adaptyvnykh oznak u selektsiinykh populiatsii liutserny pry vyroshchuvanni na nasinnia [Features of manifestation of adaptive traits in breeding populations of alfalfa when grown from seed]. *Visnyk SumNAU. Seriia «Ahronomiia i biolohiia» – Bulletin of SumNAU. Agronomy and Biology Series*, 2(44), 3–11. DOI https://doi.org/10.32845/ agrobio.2021.2.1 [in Ukrainian].
37. Vozhehova, R.A. et al. (2021). Otsiniuvannia posukhostiikosti selektsiinoho materialu liutserny za pokaznykamy vodnoho rezhymu v umovakh Pivdnia Ukrainy [Evaluation of drought tolerance of alfalfa breeding material based on water regime indicators in Southern Ukraine]. *Plant Varieties Studying and protection*, 17(1), 21–29. https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.1.2021.228204 [in Ukrainian].
38. Vozhehova, R.A. et al. (2022). Otsinka posukhostiikosti populiatsii liutserny kormovoho vykorystannia v rik sivby za matematychnymy indeksamy [Assessment of drought resistance of fodder alfalfa populations in the year of sowing by mathematical indices]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 13, 190–198. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.28 [in Ukrainian].
39. Vozhehova, R.A. et al. (2021). Urozhainist ta posivni yakosti nasinnia sortiv liutserny zalezhno vid umov vyroshchuvannia [Yield and sowing qualities of seeds of alfalfa varieties depending on growing conditions]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 8(821), 55–63. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202108-07 [in Ukrainian].
40. Vozhehova, R.A. et al. (2022). Osoblyvosti proiavu adaptyvnykh oznak u populiatsii liutserny za kormovoho vykorystannia [Peculiarities of the manifestation of adaptive traits in alfalfa populations under fodder use]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 14, 135–144. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.20 [in Ukrainian].
41. Vozhehova, R.A. et al. (2022). Otsinka posukhostiikosti populiatsii liutserny za nasinnievoho vykorystannia v rik sivby [Assessment of drought resistance of alfalfa populations for seed use in the year of sowing]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 15, 89–96. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.14 [in Ukrainian].
42. Vozhehova, R.A. et al. (2023). Vyznachennia posukhostiikosti populiatsii liutserny nasinnievoho vykorystannia za matematychnymy indeksamy [Determination of drought resistance of alfalfa populations for seed use by mathematical indices]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 1(838), 40–48. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202301-05 [in Ukrainian].
43. Vozhehova, R.A. et al. (2022). Zviazok mizh kormovoiu ta nasinnievoiu produktyvnistiu populiatsii liutserny [Relationship between forage and seed productivity of alfalfa populations]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated farming*, 78, 47–56. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.78.8 [in Ukrainian].
44. Vozhehova, R.A. et al. (2022). Nasinnieva produktyvnist populiatsii liutserny druhoho roku zhyttia ta osoblyvosti proiavu u nykh adaptyvnykh oznak [Seed productivity of alfalfa populations in the second year of life and the peculiarities of the manifestation of adaptive traits in them]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 16, 94–103. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.15 [in Ukrainian].

45. Tyshchenko, A.V. (2015). Sorty liutserny – nasinnieva produktyvnist ta sposoby yii pidvyshchennia [Alfalfa varieties – seed productivity and ways to increase it]. *Seed production*, 2, 7–9 [in Ukrainian].
46. Tyshchenko, A.V. et al. (2022). Nasinnieva produktyvnist liutserny pershoho roku zhyttia zalezhno vid zastosuvannia herbitsydiv [Seed productivity of alfalfa in the first year of life depending on the use of herbicides]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 11, 92–102. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.12 [in Ukrainian].
47. Tyshchenko, A.V., Tyshchenko, O.D. & Lyuta, Yu.O. (2021). Otsinka henotypiv liutserny za nasinnievoiu produktyvnistiu na posukhostiikist. [Evaluation of alfalfa genotypes by seed productivity for drought resistance]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Kherson: VD «Helvetyka» – Taurian Scientific Bulletin. Kherson: Helvetica*. 120. 155–168. DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21 [in Ukrainian].
48. Tyshchenko, A.V., Tyshchenko, O.D., Liuta, Yu.O. & Piliarska, O.O. (2021). Adaptyvna zdatnist – vazhlyva oznaka v selektsii roslyn [Adaptability is an important feature in plant selection]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated farming*, 75, 101–109. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.19 [in Ukrainian].
49. Tyshchenko, A.V., Tyshchenko, O.D., Liuta, Yu.O. & Piliarska, O.O. (2021). Osoblyvosti rozvytku populiatsii liutserny za riznykh umov vyroshchuvannia [Features of the development of alfalfa populations under different growing conditions]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy – Scientific reports of NULES of Ukraine*, [S.l.], 4(92). http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.04.007 [in Ukrainian].
50. Tyshchenko, A.V. et al. (2021). Shchilnist travostoiu liutserny za rokamy zhyttia ta ukosamy za riznoho volohozabezpechennia [The density of the alfalfa grass stand by years of life and slopes under different moisture conditions]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated farming*, 76, 75–82. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.14 [in Ukrainian].
51. Tyshchenko, A.V. et al. (2021). Nasinnieva produktyvnist liutserny pershoho roku zhyttia zalezhno vid zakhodiv borotby zi shkidnykamy [Seed productivity of alfalfa in the first year of life depending on pest control measures]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 6, 57–67. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.6.12 [in Ukrainian].

Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Посухостійкість популяцій люцерни другого року за кормового використання

Мета. Провести оцінку реакції сортів популяцій люцерни другого року життя за кормового використання у різних середовищах та визначити кращі не тільки за посухостійкістю, а й за продуктивністю в умовах стресу з подальшим використанням їх в селекційному процесі. **Матеріали і методи.** Дослідження проводили в Інституті зрошуваного землеробства НААН протягом 2018–2020 рр. у польових умовах. Об'єктом вивчення були сорти та популяції люцерни при кормовому використанні за двох умов зволоження: зрошення (краплинне зрошення) та природного зволоження на травостої другого року використання. Продуктивність та посухостійкість визначали з використанням різних математичних індексів. **Результати**. Погодні умови за роки проведення досліджень різнилися як за температурним режимом, так і за кількістю та характером опадів, що дало можливість проаналізувати сорти та популяції люцерни за кормовою продуктивністю на стійкість до стресових (посушливих) умов вирощування. За більшою кількістю індексів (11), як найбільш посухостійкі були виділені популяції M.g. / П.п., LR / H, Ram. d. Популяція Зимостійка / М.К була виділена за дев'ятьма індексами, а Сін(с). / Приморка та M.g. / ЦП-11 виділилися за сімома індексами. Індекси YI, YSI, DI, RDI, M_2STI, HMP та ISR необхідно використовувати як основні для відбору популяцій на посухостійкість, натомість індекси MP, STI, GMP та MSTI можна використовувати як допоміжні. Індекс толерантності до стресу M_1STI обумовлений спрямованістю до відбору популяцій, вирощених за кращих умов, як і індекс абіотичної толерантності (ATI). Індекси SSI, TOL та SSPI можна використовувати для відбору посухостійких популяцій, якщо їх значення прагнуть до нуля та популяцій, що добре відгукуються на покращення умов зволоження, якщо ці показники прагнуть до максимуму. За результатами GGE біплот-аналізу на травостої другого року життя були виділені більш стійкі до посухи популяції: G4 – M.g. / П.п., G6 – LR / H, G12 – Ram. d. та G16 – Зимостійка / М.К. За кластерного аналізу 24 популяції люцерни були розподілені на три кластери: в перший кластер об'єдналися на відстані 175 дев'ять найбільш не стійких до посухи популяцій, в другий кластер об'єдналися на відстані 123 шість найбільш посухостійкі та в третій кластер об'єдналися на відстані 145 дев'ять популяції середньої посухостійкості. **Висновки.** Відібрані основні індекси SSI, TOL, SSPI, YI, YSI, DI, RDI, M_2STI, HMP та ISR для відбору популяцій на посухостійкість. За індексами посухостійкості та біплот-аналізом, як найбільш посухостійкі виділені популяції M.g. / П.п., LR / H, Ram. d., Зимостійка / М.К, Сін(с). / Приморка та M.g. / ЦП-11.

Ключові слова: люцерна, кормова продуктивність, посухостійкість, математичні індекси, біплот-аналіз, кластерний аналіз.

Vozhehova R.A., Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Piliarska O.O., Fundirat K.S., Konovalova V.M. Drought resistance of alfalfa populations in the second year for fodder use

Purpose. To evaluate the response of alfalfa populations of the second year of life to fodder use in different environments and to determine the best not only in terms of drought resistance, but also in terms of productivity under stress conditions with their further use in the selection process. **Materials and methods.** The research was conducted at the Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS, during 2018–2020 in field conditions. The object of study was alfalfa varieties and populations when used for fodder under two conditions of irrigation: irrigation (drip irrigation) and natural irrigation on the grass stalk of the second year of use. Productivity and drought resistance were determined using different mathematical indices. **The results.** Weather conditions during the years of research varied both in temperature and in the amount and nature of precipitation, which made it possible to analyze varieties and populations of alfalfa in terms of fodder productivity for resistance to stressful (dry) growing conditions. According to a larger number of indices (11), the most drought-resistant populations of M.g. / P.p., LR / H, Ram. d. The population Zymostoiyka / M.K. was

selected according to nine indices, and Sin(s). / Prymorka and M.g. / CP-11 stood out according to seven indices. The indices YI, YSI, DI, RDI, M_2STI, HMP and ISR should be used as the main ones for selecting populations for drought resistance, instead the indices MR, STI, GMP and MSTI can be used as auxiliary ones. The stress tolerance index M_1STI is due to the selection of populations grown under the best conditions, as is the abiotic tolerance index (ATI). SSI, TOL, and SSPI indices can be used to select drought-resistant populations if their values tend to zero and populations that respond well to improved moisture conditions if these values tend to the maximum. According to the results of the GGE biplot analysis, the more drought-resistant populations were isolated on the second-year grass: G4 – M.g. / P.p., G6 – LR / H, G12 – Ram. d. and G16 – Zymostoiyka / M.K. According to the cluster analysis, 24 alfalfa populations were divided into three clusters: the nine most drought-resistant populations were united at a distance of 175 in the first cluster, the six most drought-resistant ones were united at a distance of 123 in the second cluster, and the third cluster were united at a distance of 145, nine populations of medium drought resistance. **Conclusions.** The main indices SSI, TOL, SSPI, YI, YSI, DI, RDI, M_2STI, HMP and ISR were selected for selection of populations for drought tolerance. According to drought resistance indices and biplot analysis, as the most drought-resistant isolated populations of M.g. / P.p., LR / H, Ram. d., Zymostiyka / M.K, Sin(s). / Prymorka and M.g. / CP-11.

Key words: alfalfa, fodder productivity, drought resistance, mathematical indices, biplot analysis, cluster analysis.

УДК 633.63: 631.54
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.5

ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ФУНГІЦИДНОГО ЗАХИСТУ ТА МІКРОДОБРИВ ПРОТИ ГРИБКОВИХ ХВОРОБ ЛИСТКОВОГО АПАРАТУ РОСЛИН БУРЯКУ ЦУКРОВОГО

ГРАБОВСЬКИЙ М.Б. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-8494-7896
Білоцерківський національний аграрний університет
ПОТАПОВ А.В. – здобувач ступеня доктора філософії
orcid.org/0000-0003-4892-3392
Білоцерківський національний аграрний університет
МАРЧЕНКО Т.Ю. – доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0001-6994-3443
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
ЛОЗІНСЬКИЙ М.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-6078-3209
Білоцерківський національний аграрний університет
КОЗАК Л.А. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-7770-9734
Білоцерківський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Буряк цукровий (*Beta vulgaris L.*) є економічно важливою культурою в першу чергу для виробництва цукру а також як джерело біоетанолу, пластмас і фармацевтичних препаратів, а також використанню продукції переробки цукру (меляса, жом) як корму для тварин [1].

Принципи інтегрованого захисту посівів, у тому числі буряків цукрових, передбачають домінуючу роль селекційних, агротехнічних та біологічних методів у зниженні появи патогенів. Заходи хімічного захисту можна використовувати, якщо вони служать для захисту врожаю та його якості, але вони лише повинні доповнювати ці методи [2]. Щоб мінімізувати ризики, пов'язані з використанням хімічних засобів захисту рослин, слід використовувати селективні інгредієнти, при цьому дози та кількість обробок повинні бути мінімальними [3]. Ключовими елементами стратегії хімічного контролю збудників хвороб листкового апарату буряків цукрових є тип діючої речовини, кількість проведених обробок, екологічні та агротехнічні умови [4–5].

Листя буряків цукрових становить близько 20–30% маси рослини і є основним органом, в якому відбувається фотосинтез. [6]. Грибкові захворювання листя часто вражають посіви цукрових буряків призводячи до значного зниження врожайності коренеплодів та виходу цукру. Тому запобігання розповсюдженню грибкових захворювань листкового апарату буряків цукрових є важливим завданням у технології вирощування цієї культури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій**.** Збудник церкоспорозу *(Cercospora beticola Sacc.)* характеризується високою агресивністю до багатьох гібридів буряків цукрових. Його типовою ознакою є те, що спори цього гриба мають темне забарвлення і проявляються як чорні цятки на некротизованих ділянках листка [7]. Збудник церкоспорозу спочатку викликає на листках локальні некротичні плями. Наступним етапом розвитку хвороби є пожовтіння листових пластинок, а вже після цього інфекція опускається в черешки листків. В результаті, уражена рослина втрачає листковий апарат. Джерелом інфекції є уражені рештки листків, на яких спори гриба можуть зберігатися впродовж 3–4 років [8]. Для проростання конідій гриба необхідна температура від 12 до 35°С і відносна вологість повітря 98%. Зниження температури і підвищення вологості повітря призводить до збільшення ураження [9].

Борошнисту росу *(Erysiphe communis Grev. f. betae Poteb)* викликає сумчастий гриб порядку Erysiphales. Сумкоспори дозрівають у сумках з початку і до середини літа і є первинним джерелом ураження рослин. В Україні прояв захворювання спостерігається наприкінці липня і навіть пізніше. За допомогою конідій хвороба швидко поширюється, особливо за умов сухої і жаркої погоди, коли температура повітря досягає 20–30°С та незначної кількості опадів [10]. Перші ознаки хвороби проявляються на листках з верхнього і нижнього боків у вигляді білого павутиння, яке швидко розростається і формує білий суцільний наліт. Згодом наліт ущільнюється, й уражені органи рослин стають ніби посипані борошном. У другій половині літа на нальоті з'являються спочатку бурі, а пізніше чорні клейстотеції. Уражені листки скручуються краями донизу, потовщуються, стають крихкими навіть у спекотну погоду, всихають або загнивають. З нижнього боку листкової пластинки формується сіро-фіолетовий наліт – конідіальне спороношення гриба [11]. Гриб зберігається на рештках рослин, на поверхні ґрунту і на зимуючих безвисадкових рослинах буряках клейстотеціями і грибницею. Передумовою поширення борошнистої росли є розвиток хвороби у попередні роки 20% і більше [12].

Згідно інформації Саблука В. та інших [13] найбільше уражуються посіви буряків церкоспорозом в господарствах Волинської (10%), Житомирської (9%), Київської (7%) та Рівненської (7%) областей. У майбутньому розвиток цієї хвороби слід очікувати, перш за все, у госпо-

дарствах зон Лісостепу та Полісся за умов сприятливих для розвитку збудника, а також порушені агротехнічних умов вирощування культури й відсутності превентивного обробітку посівів хімічними або біологічними препаратами. В той же час борошниста роса фіксується на 2% обстежених рослин і її розвиток хвороби становить 1%, що значно менше економічного порогу шкодочинності. Сильніше уражуються нею посіви буряка цукрового в Київській (6%) та Чернігівській (3%) областях.

У зв'язку з тим, що сучасні гібриди і сорти буряків цукрових відрізняються різною стійкістю до церкоспорозу і в роки сильного розвитку цієї хвороби по-різному уражуються, важливе значення надається профілактичному застосуванню фунгіцидів [14]. Сприйнятливість або стійкість гібридів буряків цукрових до хвороб генетично обумовлена, хоча значною мірою залежить від умов навколишнього середовища та агротехнічних прийомів [15]. В регіонах з високим рівнем поширення церкоспорозу важливим є використання гібридів із високою стійкістю до цього збудника, але недоліком таких гібридів є нижча врожайність коренеплодів порівняно із звичайними генотипами [16].

Результати багаторічних досліджень проведених в Польщі вказують на необхідність моніторингу стану рослин буряку цукрового перед прийняттям рішення про застосування фунгіцидів. Залежно від діючої речовини фунгіциду, значне збільшення врожайності відмічено в семи з одинадцяти років дослідження і лише в один рік фунгіцидний захист суттєво не вплинув на розвиток листкової поверхні та врожайність коренеплодів [17].

Позакореневе підживлення цукрових буряків мікродобривами з наступною обробкою Альто супер дає можливість отримати мінімальний відсоток поширеності церкоспорозу на посівах культури. Зокрема, в гібрида Ольжич поширеність та інтенсивність прояву церкоспорозу на варіантах підживлення сумішшю мікродобрив була 0,8 та 0,3%, а в гібрида Булава – 0,7 та 0,3% відповідно. Застосування мікродобрив в цілому сприяло зниженню рівня як поширеності, так і розвитку церкоспорозу. Так, за застосування мікродобрива Са + мікро поширеність церкоспорозу була 11,2 та 10,5, а інтенсивність розвитку – 7,5 та 7,4%. Застосування мікродобрив Бор + Молібден або Мікро Буряк дозволило отримати приблизно подібні результати зі зменшення поширеності та інтенсивності розвитку хвороби [18]. Також марганцеві й борні мікродобрива здатні обмежувати розвиток церкоспорозу й коренеїда [19].

В Данії в період з 2013 по 2016 рік було проведено 16 польових випробувань, за результатами яких встановлено підвищення виходу цукру 2–25%, після застосування фунгіцидів. В основному на розвиток буряків цукрових впливали борошниста роса та іржа буряків *(Uromyces betae)*. Ураження плямистістю листя *(Ramularia beticola)* і церкоспорозом були незначними. Економічна ефективність застосування фунгіцидів була найвищою в роки із високою інтенсивністю розвитку хвороб [20] Слід відмітити, що період захисної дії системних фунгіцидів триває 20–25 днів, контактних – 10–12 днів, тому потрібно проводити декілька обприскувань посівів цієї культури [21–22].

В умовах західного Лісостепу під впливом церкоспорозу маса коренів уражених рослин буряків цукрових, порівняно до здорових, зменшилась з 502 до 396 г (21,2%), гички – з 395 до 243 г (38,3%) а цукристість зменшилась з 17,1 до 16,6%. Системні фунгіциди Альто супер і Фундазол знизили, в середньому проти контролю, розвиток церкоспорозу відповідно в 5,2 і 4,5 разів, за біологічної ефективності 80,7 і 78,0%. За цими показниками контактний препарат Хлорокис міді значно поступився перед системними препаратами (59,1%) [23].

Застосування фунгіцидів в умовах Литви достовірно зменшувало ураження церкоспорозом та плямистістю листя в середньому на 19,8–81,8% та 71,8–91,8% відповідно. Найефективнішими фунгіцидами були Опус та Імпакт. Одноразове або дворазове їх застосування забезпечувало практично однаковий ефект по впливу на розвиток грибкових хвороб [24].

За даними Костючко, С. С. і Лихочвора В. В. [25] найвищу ефективність захисту рослин буряків цукрових проти церкоспорозу (97,2%) та борошнистої роси (100%) забезпечує триразове внесення фунгіцидів за такою схемою: Фалькон (0,8) + Абакус (1,5) + Рекс Дуо (0,6).

Попередніми дослідженнями було встановлено високу ефективність фунгіцидів компанії Stefes у захисті посівів буряку цукрового від грибкових хвороб [26]. Без застосування сучасного фунгіцидного захисту та збалансованого мінерального живлення досить важко досягти високої врожайності коренеплодів та виходу цукру буряків цукрових. Тому пошук найбільш ефективної моделі застосування фунгіцидів в поєднанні з мікродобривами є актуальним питанням у технології вирощування цієї культури.

Метою досліджень було визначення ефективності застосування мікродобрив та фунгіцидів на посівах гібридів буряків цукрових.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводились в 2020–2022 рр. в ПСП Агрофірма «Світанок» Васильківського району Київської області. Грунт на дослідних ділянках – чорнозем глибокий середньосуглинковий.

Дослід проводився за наступною схемою: Фактор А. Гібриди буряку цукрового. 1. Пушкін; 2. Акація. Фактор В. Застосування мікродобрив. 1. Контроль без мікродобрив; 2. YaraVita Bortrac 150 (3 л/га); 3. YaraVita Mancozin (1 л/га). Фактор С. Фунгіциди. 1. Контроль (без застосування фунгіцидів); 2. Штефстробін к.с. (0,6 л/га) + Штефозал (0,5 л/га) + Штільвет (0,1 л/га) 3. Церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + Штефстробін к.с. (0,6 л/га)+ Штільвет (0,1 л/га) 4. Церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + Штефозал (0,5 л/га) + Штільвет (0,1 л/га).

Площа посівної ділянки становила 108 м^2, облікової – 81 м^2, повторність – чотириразова. Розміщення варіантів – послідовне. Дослідження проводились у відповідності з загальноприйнятими методиками польового досліду [27–28]. Технологія вирощування буряків цукрових загальноприйнята для зони Правобережного Лісостепу, крім прийомів, які були поставлені на вивчення. Обприскування рослин водними розчинами мікродобрив здійснювали у фазі змикання листків буряків цукрових у міжряддях, відповідно схеми досліду.

Фунгіциди вносились на початку появи хвороб на рослинах, наступні обробки проводились через 10 днів. Витрати робочої рідини під час внесення фунгіцидів та мікродобрив становили 200 л/га. Під основний обробіток ґрунту були внесені мінеральні добрива $N_{90}P_{90}K_{90}$ (нітроамофоска) а перед сівбою азотні (аміачна селітра) N_{30}. Обстеження посівів і визначення ураженості рослин буряків цукрових церкоспорозом та борошнистою росою проводили в кінці першої декади серпня і вересня.

Поширеність (розповсюдженість) хвороби визначали за формулою:

$$P = \frac{n \times 100}{N}, \quad (1)$$

де *P* – поширеність хвороби,%;

N – загальна кількість рослин у пробі, шт.; *n* – кількість уражених рослин у пробі, шт.

Інтенсивність розвитку хвороби визначали за формулою :

$$R = \frac{\sum(a \times b)}{N \times K}, \quad (2)$$

де *R* – розвиток хвороби,%;

N – загальна кількість рослин у пробі, шт.;

Σ (a×b) – сума добутків кількості рослин у пробі на відповідний їм бал ураження,

К – найвищий бал шкали ураження.

Ефективність дії фунгіцидів встановлювали за формулою:

$$E_f = \frac{R_k - R_v}{R_k} \times 100\%, \quad (3)$$

де E_f – ефективність дії препаратів;

R_k – розвиток хвороби на контролі;

R_v – розвиток хвороби на варіанті досліду.

Результати досліджень**.** Передумовою застосування фунгіцидів проти церкоспорозу є загальне накопичення інфекції, і передусім, у випадку коли розвиток церкоспорозу у попередні роки становив 20% і більше. Сприятливі умови для розвитку хвороби наприкінці червня – початку липня, коли температура повітря вдень становить 20°С чи вище, вночі – не менше 15°С, опади упродовж 3–4 днів поспіль, а відносна вологість повітря вище 70% [18].

Таблиця 1

Поширеність, інтенсивність розвитку церкоспорозу та ефективність застосування мікродобрив та фунгіцидів на посівах буряків цукрових (середнє за 2020–2022 рр.),%

Гібрид	Мікродобрива	Фунгіциди*	Період обліків					
			на кінець 1-ї декади серпня			на кінець 1-ї декади вересня		
			поширеність хвороби	інтенсивність розвитку хвороби	ефективність дії	поширеність хвороби	інтенсивність розвитку хвороби	ефективність дії
Пушкін	Контроль (без мікродобрив)	1	16,8	9,4	–	28,3	22,4	–
		2	7,8	4,1	56,4	17,3	11,0	50,9
		3	5,1	3,0	68,3	15,8	10,6	52,7
		4	5,5	3,2	66,0	16,4	10,8	51,8
	YaraVita Bortrac 150	1	14,4	8,2	–	25,6	19,7	–
		2	5,6	3,2	60,8	11,0	6,5	67,0
		3	3,2	2,0	77,2	9,4	5,0	74,6
		4	3,8	2,2	73,5	9,6	5,3	73,1
	YaraVita Mancozin	1	14,0	7,8	–	25,0	19,2	–
		2	4,6	2,6	65,7	10,4	6,0	68,8
		3	2,8	1,6	78,7	8,6	4,6	75,8
		4	3,2	1,9	75,8	9,0	4,8	75,0
Акація	Контроль (без мікродобрив)	1	15,6	8,7	–	26,8	21,4	–
		2	7,2	4,1	53,0	15,4	8,2	61,7
		3	5,6	3,3	59,2	14,2	7,3	65,9
		4	5,8	3,4	57,5	14,9	7,5	65,2
	YaraVita Bortrac 150	1	13,2	7,2	–	23,0	19,0	–
		2	5,3	3,0	60,4	10,6	6,8	64,2
		3	3,0	1,7	77,1	8,8	5,8	69,5
		4	3,4	2,0	74,1	9,2	6,0	68,4
	YaraVita Mancozin	1	12,8	7,0	–	22,4	18,2	–
		2	4,2	2,4	67,3	10,0	6,0	67,0
		3	2,3	1,3	81,7	8,3	5,2	71,4
		4	2,7	1,6	78,6	8,6	5,5	69,8
V,%			2,6	1,4		3,8	2,8	

* Примітка – 1. Контроль (без застосування фунгіцидів); 2. Штефстробін к.с. 0,6 л/га + Штефозал 0,5 л/га + Штільвет 0,1 л/га; 3. Церкоштеф, к. с. – 0,5 л/га + Штефстробін к.с. 0,6 л/га+ Штільвет 0,1 л/га; 4. Церкоштеф, к. с. – 0,5 л/га + Штефозал 0,5 л/га+ Штільвет 0,1 л/га.

За результатами наших спостережень встановлено, що на кінець 1-ї декади серпня, в середньому по досліду, поширеність церкоспорозу становила 7,0% а інтенсивність розвитку – 4,0%. На контрольних варіантах поширеність церкоспорозу у гібриду Пушкін була в межах 14,0–16,8%, а у гібриду Акація – 12,8–15,6% за інтенсивності розвитку хвороби 7,8–9,4 і 7,0–8,7%, відповідно (табл. 1).

На кінець 1-ї декади вересня поширеність церкоспорозу, в середньому по досліду, зростала і становила 14,9% за інтенсивності розвитку – 10,1%. На контрольних варіантах у гібриду Пушкін поширеність церкоспорозу і інтенсивність розвитку хвороби була в межах 25,0–28,3% і 19,2–22,4%, а у гібриду Акація – 22,4–26,8% і 18,2–21,4%. У перший період обліків ефективність дії фунгіцидів була вищою на 2,3–5,8% ніж у другий.

Найбільший вплив на поширеність та інтенсивність розвитку церкоспорозу мало застосування фунгіцидів. Так, у перший період обліків використання фунгіцидів дозволило знизити рівень поширеності церкоспорозу до 4,5% а інтенсивність розвитку до 2,6% а у другий період обліків – до 11,5 і 6,8%. На кінець 1-ї декади вересня,

Таблиця 2

Поширеність, інтенсивність розвитку борошнистої роси та ефективність застосування мікродобрив та фунгіцидів на посівах буряків цукрових (середнє за 2020–2022 рр.),%

Гібрид	Мікродобрива	Фунгіциди*	Період обліків					
			на кінець 1-ї декади серпня			на кінець 1-ї декади вересня		
			поширеність хвороби	інтенсивність розвитку хвороби	ефективність дії	поширеність хвороби	інтенсивність розвитку хвороби	ефективність дії
Пушкін	Контроль (без мікродобрив)	1	9,6	5,6	–	2,7	1,3	–
		2	7,2	1,8	67,9	1,8	0,5	58,5
		3	6,8	1,6	71,4	1,5	0,5	61,5
		4	6,7	1,7	69,6	1,5	0,5	60,0
	YaraVita Bortrac 150	1	7,8	5,0	–	2,3	1,1	–
		2	4,1	1,6	68,0	1,2	0,3	69,1
		3	3,4	1,5	70,0	0,9	0,3	71,8
		4	3,2	1,6	68,0	1,0	0,3	70,9
	YaraVita Mancozin	1	7,5	4,8	–	2,0	1,0	–
		2	3,8	1,5	68,3	1,1	0,3	66,0
		3	3,1	1,4	70,8	0,8	0,3	69,0
		4	2,8	1,5	68,8	0,8	0,3	67,0
Акація	Контроль (без мікродобрив)	1	10,8	5,8	–	3,2	1,8	–
		2	8,0	2,0	65,5	2,1	0,4	75,6
		3	7,5	1,8	69,0	1,8	0,4	77,8
		4	7,7	1,9	66,8	1,7	0,4	77,2
	YaraVita Bortrac 150	1	8,8	5,1	–	2,4	1,5	–
		2	4,7	1,7	66,7	1,3	0,2	82,2
		3	3,9	1,5	70,6	1,0	0,2	84,6
		4	3,5	1,5	69,8	1,1	0,2	83,4
	YaraVita Mancozin	1	8,3	5,0	–	2,2	1,3	–
		2	4,6	1,5	68,7	1,2	0,2	84,0
		3	3,8	1,2	75,5	0,8	0,2	86,7
		4	3,4	1,2	74,9	0,9	0,2	85,3
V,%			1,4	0,8		0,5	0,1	

* Примітка – 1. Контроль (без застосування фунгіцидів); 2. Штефстробін к.с. 0,6 л/га + Штефозал 0,5 л/га + Штільвет 0,1 л/га; 3. Церкоштеф, к. с. – 0,5 л/га + Штефстробін к.с. 0,6 л/га+ Штільвет 0,1 л/га; 4. Церкоштеф, к. с. – 0,5 л/га + Штефозал 0,5 л/га+ Штільвет 0,1 л/га.

в середньому по гібридах та мікродобривах, на другому варіанті фунгіцидного захисту (Штефстробін к.с. (0,6 л/га) + Штефозал (0,5 л/га) + Штільвет (0,1 л/га)) поширеність і інтенсивність розвитку хвороби становила 12,5 і 7,4% за ефективності 63,3%.

Максимальна ефективність захисту від церкоспорозу була отримана на третьому варіанті (Церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + Штефстробін к.с. (0,6 л/га)+ Штільвет (0,1 л/га)). Поширеність і інтенсивність розвитку хвороби при цьому становила 10,9 і 6,4% а ефективність – 68,3%. На четвертому варіанті (Церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + Штефозал (0,5 л/га) + Штільвет (0,1 л/га)) ці показники складали 11,3, 6,6, 67,2%, відповідно.

При застосуванні мікродобрива YaraVita Bortrac 150 (3 л/га) поширеність церкоспорозу у перший та другий період обліків становили 6,5 і 13,4%, за інтенсивності розвитку хвороби 3,7 і 9,3%. На варіантах з використанням YaraVita Mancozin (1 л/га) ці показники були 5,8 і 12,8% та 3,3 і 8,7%, що на 0,6–0,7 і 0,4–0,6% менше порівняно з другим варіантом використання мікродобрив. Це співпадає з даними Сінченко В. М. і Аскарова В. Р. [12] які відмічають, що застосування мікродобрив сприяє зменшенню інтенсивності розвитку церкоспорозу та його поширеності за рахунок меншої сприйнятливості рослин до ураження цим патогеном.

У гібриду Пушкін поширеність та інтенсивність розвитку церкоспорозу на кінець 1-ї декади серпня становила 7,2 і 4,1%, на кінець 1-ї декади вересня – 15,5 і 10,5% а у гібриду Акація – 6,8 і 3,8% та 14,4 і 9,7%, відповідно. Тобто в останнього гібриду проявляється вища резистентність до збудника церкоспорозу, що підтверджується і даними інших вчених [29–30].

Мінімальний відсоток поширеності (8,6 і 4,6%) та інтенсивності прояву церкоспорозу (8,3 та 5,2%) на посівах буряків цукрових отримано на третьому варіанті фунгіцидного захисту і за позакореневого підживлення мікродобривом YaraVita Mancozin (1 л/га), відповідно у гібриду Пушкін та Акація.

На кінець 1-ї декади серпня, в середньому по досліду, поширеність борошнистої роси становила 5,9% а інтенсивність розвитку 2,5% (табл. 2) а в кінці 1-ї декади вересня ці показники становили 1,6 і 0,6%,

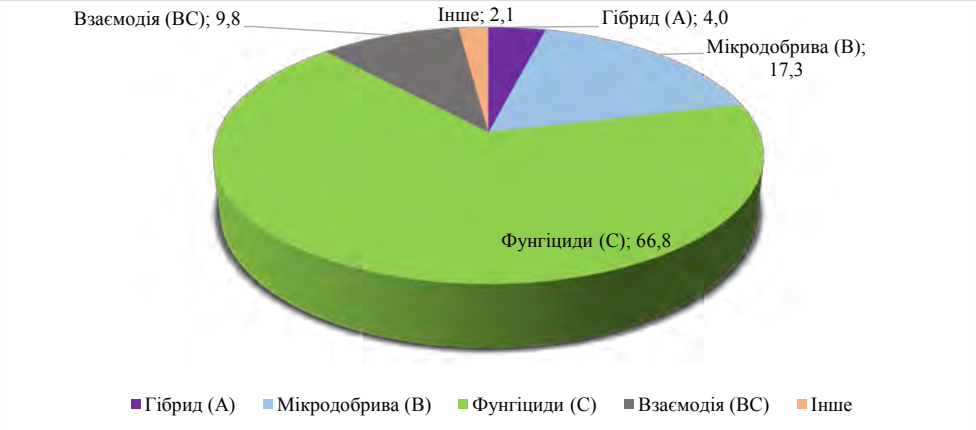


Рис. 1. Частка впливу факторів на інтенсивність розвитку церкоспорозу на рослинах буряків цукрових на кінець 1-ї декади вересня (середнє за 2020–2022 рр.)

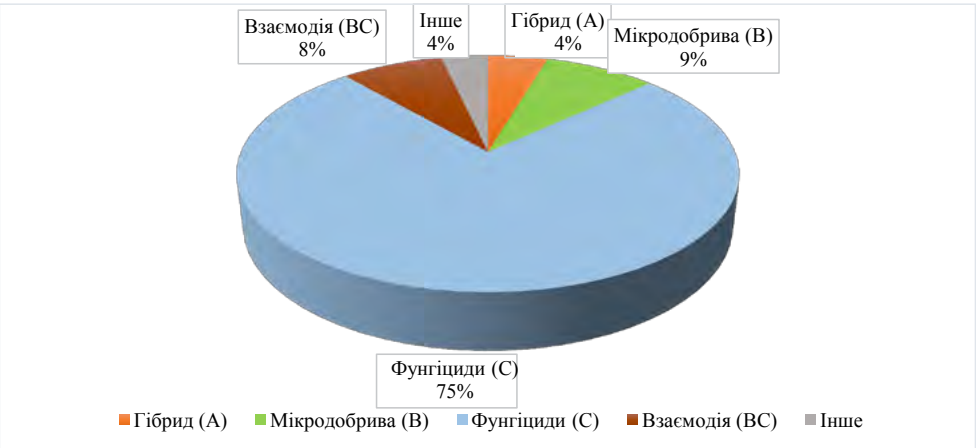


Рис. 2. Частка впливу факторів на інтенсивність розвитку борошнистої роси на рослинах буряків цукрових на кінець 1-ї декади вересня (середнє за 2020–2022 рр.)

відповідно. Тобто суттєвого негативного впливу на рослини буряків цукрових ця хвороба не мала а її поширення та розвиток обмежували за допомогою фунгіцидного захисту та синергічному ефекту при комбінованому використанні з мікродобривами YaraVita. В середньому по досліду, після першого облікового періоду, ефективність дії фунгіцидів і мікродобрив становила 70,5% а після другого – 74,4%, що вище на 2,0 і 8,1% ніж проти церкоспорозу.

Це пояснюється як меншою поширеністю і розвитком борошнистої роси в посівах буряків цукрових так і вищою ефективністю фунгіцидів проти цієї хвороби.

Серед досліджуваних систем фунгіцидного захисту найвищу ефективність проти борошнистої роси мав третій варіант (Церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + Штефстробін к.с. (0,6 л/га)+ Штільвет (0,1 л/га)) – 75,8% (в кінці 1-ї декади вересня). На другому (Штефстробін к.с. (0,6 л/га) + Штефозал (0,5 л/га) + Штільвет (0,1 л/га)) і четвертому (Церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + Штефозал (0,5 л/га) + Штільвет (0,1 л/га)) цей показник становив 73,0 і 74,5%, відповідно.

Вищу ефективність серед мікродобрив забезпечило застосування YaraVita Bortrac 150 (3 л/га) – 71,2 і 77,0% а при використанні YaraVita Mancozin (1 л/га) вона становила 68,8 і 76,3%, відповідно у перший та другий обліковий періоди.

Серед гібридів меншим відсотком уражених рослин (поширеністю) борошнистої роси в кінці 1-ї декади серпня відзначався гібрид Пушкін – 5,5% а у гібриду Акація цей показник становив 6,3%. При цьому інтенсивність розвитку хвороби була однаковою в обох гібридів – 2,5%. В кінці 1-ї декади вересня суттєвої різниці між гібридами не відмічено, поширеність становила 1,5 і 1,6% а інтенсивність розвитку – 0,6%, відповідно у гібридів Пушкін і Акація.

Найбільш ефективним варіантом захисту рослин буряків цукрових від борошнистої роси виявився Церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + Штефстробін к.с. (0,6 л/га)+ Штільвет (0,1 л/га) в комбінації з листковим підживленням мікродобривом YaraVita Bortrac 150 (3 л/га).

Було визначено частки впливу досліджуваних факторів на інтенсивність розвитку церкоспорозу та борошнистої роси на рослинах буряків цукрових на першу декаду вересня (рис. 1–2).

Встановлено, що на інтенсивність розвитку церкоспорозу на рослинах буряків цукрових на 66,8% впливає застосування фунгіцидів та на 17,3% мікродобрив. Високою також є взаємодія цих факторів (9,8%).

Вплив генотипу (гібридів) знаходиться в межах 4,0%. Фунгіциди мають вищий вплив на інтенсивність розвитку борошнистої роси ніж церкоспорозу – 75,0%. Вплив мікродобрив становить 9,0% а взаємодія цих факторів 8,0%.

Висновки. В середньому по досліду, на кінець 1-ї декади серпня, поширеність церкоспорозу становила 7,0% а інтенсивність розвитку – 4,0%. На кінець 1-ї декади вересня ці показники зростали до 14,9 і 10,1%. Поширеність і інтенсивність розвитку борошнистої роси у вказані періоди була в межах 5,9 і 1,6% та 2,5 і 0,6%, відповідно.

Гібрид буряку цукрового Акація відзначався вищою резистентністю до збудника церкоспорозу а гібрид Пушкін до борошнистої роси. Так, поширеність цих хвороб на кінець 1-ї декади серпня становила 7,2 і 6,8% та 5,5 і 6,3%, відповідно у гібридів Пушкін і Акація.

Застосування фунгіцидів дозволяє знизити поширеність і інтенсивність розвитку церкоспорозу до 4,5 і 2,6% в перший період обліків і до 11,5 і 6,8% у другий а борошнистої роси до 4,9 і 1,6% та 1,3 і 0,3%, відповідно. Вищу ефективність проти церкоспорозу забезпечує використання мікродобрива YaraVita Mancozin (1 л/га) 74,6 і 71,3% а проти борошнистої роси YaraVita Bortrac 150 (3 л/га) – 71,2 і 77,0%, відповідно у перший та другий обліковий періоди. На інтенсивність розвитку церкоспорозу та борошнистої роси на рослинах буряків цукрових на 66,8 і 75,0% впливає застосування фунгіцидів і на 17,3 і 9,0% мікродобрив.

Найбільш ефективним варіантом захисту рослин буряків цукрових від церкоспорозу виявився Церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + Штефстробін к.с. (0,6 л/га)+ Штільвет (0,1 л/га) в комбінації з листковим підживленням мікродобривом YaraVita Mancozin (1 л/га) а проти борошнистої роси цей же варіант фунгіцидного захисту і використання мікродобрива YaraVita Bortrac 150 (3 л/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Mohsen M.K., Ali M.F., Gaafar H.M., Al-Sakka T.S., Aboelenin S.M., Soliman M.M., Dawood M.A.O. Impact of Dry Sugar Beet Pulp on Milk Production, Digestibility Traits, and Blood Constituents of Dairy Holstein Cows. *Animals.* 2021, 11, 3496. https://doi.org/10.3390/ani11123496
2. Karlsson Green K, Stenberg J.A., Lankinen A. Making sense of Integrated Pest Management (IPM) in the light of evolution. *Evol. Appl.* 2020, 13, 1791–1805. doi:10.1111/eva.13067
3. Jorgensen L.N., Hovmøller M.S., Hansen J.G., Lassen P., Clark B., Bayles R., Berg G. IPM Strategies and Their Dilemmas Including an Introduction to www.eurowheat.org. *J. Integr. Agric.* 2014, 13, 265–281.
4. Kristoffersen R., Hansen A.L., Munk L., Cedergreen N., Jørgensen L.N. Management of beet rust in accordance with IPM princi-ples. *Crop Prot.* 2018, 111, 6–16. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.04.013
5. Жердецький І. М. Позакореневе підживлення у процесі формування врожаю цукрового буряку. *Землеробство.* 2008. Вип. 80. С. 115–121.
6. Schippers J.H.M., Schmidt R., Wagstaff C., Jing H.C. Living to die and dying to live: The survival strategy behind leaf senescence. *Plant Physiol.* 2015, 169, 914–930. DOI: 10.1104/pp.15.00498
7. Марков І.Л., Рубан М. Б. Довідник із захисту польових культур від хвороб та шкідників. Київ: ТОВ «Компанія «Юнівест Медіа», 2014. 384 с.
8. Tedford S.L., Burlakoti R.R., Schaafsma A.W., Trueman C.L. Relationships among airborne Cercospora beticola concentration, weather variables and cercospora leaf spot severity in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Can. J.Plant. Pathol.* 2018, 40, 1–10. https://doi.org/10.1080/07060661.2017.1410726
9. Марютін Ф.М., Пантелєєв В.К., Білик М.О. Фітопатологія: навчальний посібник. Харків : Еспада, 2008, 552 с.

10. Пінчук Н.В., Вергелес П.М., Коваленко Т.М., Окрушко С.Є. Загальна фітопатологія : Навчальний посібник. Вінниця, 2018. 272 с.
11. Esh A., Taghian S. Etiology, Epidemiology, and Management of Sugar Beet Diseases. In: Misra, V., Srivastava, S., Mall, A.K. (eds) Sugar Beet Cultivation, Management and Processing. Springer, Singapore. 2022. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2730-0_25
12. Сінченко В. М. Аскаров В. Р. Вплив мікродобрив та фунгіцидів на біологічні параметри та продуктивність цукрових буряків. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Агрономія і біологія.* 2016. Вип. 9. С. 58–61.
13. Sabluk V., Zapolska N., Shendryk K., Dymytrov V. Monitoring of the spread and development of pests and diseases in sugar beet stands. *Quarantine and Plant Protection*. 2022. № (4). 36-40. https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.36-40
14. Zhou R., Kaneko S. I., Tanaka F., Kayamori M., Shimizu M. Disease detection of Cercospora Leaf Spot in sugar beet by robust template matching. *Computers and electronics in agriculture*. 2014. 108. 58–70. https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.07.004
15. Tedford S.L., Burlakoti R.R., Schaafsma A.W., Trueman C.L. Optimizing management of cercospora leaf spot (Cercospora beticola) of sugarbeet in the wake of fungicide resistance. *Can. J. Plant Pathol.* 2019. 41, 35–46. https://doi.org/10.1080/07060661.2018.1561518
16. Саблук В.Т., Грищенко О. М., Калатур К. А., Половинчук О. Ю. Прогноз фітосанітарного стану агроценозу цукрових буряків. *Цукрові буряки*. 2013. № 2. С. 11–13.
17. Jaskulska I, Jaskulski D, Kamieniarz J, Radziemska M, Brtnický M, Różniak E. Effect of Fungicide Protection of Sugar Beet Leaves (*Beta vulgaris* L.): Results of Many Years Experiments. Agronomy. 2023. 13(2). 346. https://doi.org/10.3390/agronomy13020346
18. Сінченко В. М., Аскаров В. Р. Ефективність застосування мікродобрив та фунгіцидів проти хвороб листкового апарату на посівах буряків цукрових. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2017. Вип. 24. С. 121–126.
19. Марков І., Піковський М. Контролюємо хвороби цукрових буряків. *Пропозиція.* 2010. № 8. С. 71–72.
20. Heick T. M., Hansen A. L., Munk L., Labouriau R., Wu K., & Jørgensen L. N. The effect of fungicide sprays on powdery mildew and rust and yield of sugar beet in Denmark. Crop Protection. 2020. 135, [105199]. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105199
21. Vogel J., Kenter C., Holst C., Märländer B. New generation of resistant sugar beet varieties for advanced integrated management of Cercospora leaf spot in central Europe. Front. *Plant Sci.* 2018. 9. 222. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00222
22. Gummert A. Ladewig E., Bürcky, K., Märländer B. Variety resistance to Cercospora leaf spot and fungicide application as tools of integrated pest management in sugar beet cultivation – A German case study. *Crop Prot.* 2015. 72. 182–194. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.02.024
23. Кривенко А. І., Карпук Л. М. Ефективність обприскування посівів цукрових буряків фунгіцидами проти церкоспорозу в умовах центрального Лісостепу України. *Агробіологія.* 2013. Вип. 10 (100). С.68–73.
24. Avižienytė D., Brazienė Z., Romaneckas K., Marcinkevičius A. Efficacy of fungicides in sugar beet crops. *Zemdirbyste-Agriculture.* 2016. vol. 103. № 2. 167–174. DOI 10.13080/z-a.2016.103.022
25. Костючко, С. С., Лихочвор В. В. Ураженість хворобами рослин цукрових буряків залежно від удобрення та фунгіцидів. *Журнал агробіології та екології*. 2018. Том 5. № 1. С. 79–83.
26. Грабовський М.Б., Качан Л.М., Потапов А.В. Ефективність застосування фунгіцидів компанії Stefes від церкоспорозу буряку цукрового. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції *«Ресурсозберігаючі технології вирощування культурних рослин»*. Біла Церква, 23 квітня 2021 р.). С. 7–9.
27. Роїк М.В., Гізбуллін Н.Г., Сінченко В.М., Присяжнюк О.І. Методики проведення досліджень у буряківництві. Київ: ФОП Корзун, 2014. 373 с.
28. Методика випробування і застосування пестицидів / за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.
29. Сонець Т. Д., Присяжнюк О. І. Оцінка нових гібридів цукрових буряків. Агробіологія. 2016. № 2. С. 69–76.
30. Порисяжнюк О.І., Сонець Т.Д., Половинчук О.Ю., Коровко І. І. (). Комплексна оцінка сучасних гібридів цукрових буряків. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2016. № 24. С. 18–27.

REFERENCES:

1. Mohsen M.K., Ali M.F., Gaafar H.M., Al-Sakka T.S., Aboelenin S.M., Soliman M.M. & Dawood M.A.O. (2021). Impact of Dry Sugar Beet Pulp on Milk Production, Digestibility Traits, and Blood Constituents of Dairy Holstein Cows. *Animals.* 11: 3496. https://doi.org/10.3390/ani11123496
2. Karlsson Green K, Stenberg J.A. & Lankinen A. (2020). Making sense of Integrated Pest Management (IPM) in the light of evolution. Evol. Appl., 13: 1791–1805. doi:10.1111/eva.13067
3. Jorgensen L.N., Hovmøller M.S., Hansen J.G., Lassen P., Clark B., Bayles R. & Berg G. (2014). IPM Strategies and Their Dilemmas Including an Introduction to www.eurowheat.org. J. Integr. Agric., 13, 265–281.
4. Kristoffersen R., Hansen A.L., Munk L., Cedergreen N. & Jørgensen L.N. (2018). Management of beet rust in accordance with IPM princi-ples. *Crop Prot.*, *111*, 6–16. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.04.013
5. Zherdetskyi I. M. (2008). Pozakoreneve pidzhyvlennia u protsesi formuvannia vrozhaiu tsukrovoho buriaku [Foliar fertilization in the process of forming a sugar beet crop]. Agriculture, 80: 115–121. (in Ukrainian).
6. Schippers J.H.M., Schmidt R., Wagstaff C. & Jing H.C. (2015). Living to die and dying to live: The survival strategy behind leaf senescence. Plant Physiol., 169: 914–930. DOI: 10.1104/pp.15.00498
7. Markov I.L. & Ruban M.B. (2014). Dovidnyk iz zakhystu polovykh kultur vid khvorob ta shkidnykiv [Handbook on protection of field crops from diseases and pests]. Kyiv: Univest Media Company, 384 p. (in Ukrainian).
8. Tedford S.L., Burlakoti R.R., Schaafsma A.W. & Trueman C.L. (2018). Relationships among airborne Cercospora beticola concentration, weather variables and cercospora leaf spot severity in sugar beet (*Beta vulgaris* L.).Can.J.Plant.Pathol., 40:1–10. https://doi.org/10.1080/07060661.2017.1410726

9. Maryutin F.M., Panteleev V.K., Bilyk M.O. (2008). Fitopatolohiia [Phytopathology]: a study guide. Kharkiv: Espada, 552 p. (in Ukrainian).
10. Pinchuk N.V., Vergeles P.M., Kovalenko T.M. & Okrushko S.E. (2018). Zahalna fitopatolohiia [General phytopathology]: a study guide, Vinnytsia, 272 p. (in Ukrainian).
11. Esh A. & Taghian S. (2022). Etiology, Epidemiology, and Management of Sugar Beet Diseases. In: Misra, V., Srivastava, S., Mall, A.K. (eds) Sugar Beet Cultivation, Management and Processing. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2730-0_25
12. Sinchenko V. M. & Askarov V. R. (2016). Vplyv mikrodobryv ta funhitsydiv na biolohichni parametry ta produktyvnist tsukrovykh buriakiv [Influence of microfertilizers and fungicides on biological parameters and productivity of sugar beets]. Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series: Agronomy and biology, 9:58–61. (in Ukrainian).
13. Sabluk V., Zapolska N., Shendryk K., & Dymytrov V. (2022). Monitoring of the spread and development of pests and diseases in sugar beet stands. Quarantine and Plant Protection, (4):36–40. https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.36-40
14. Zhou R., Kaneko S. I., Tanaka F., Kayamori M., & Shimizu M. (2014). Disease detection of Cercospora Leaf Spot in sugar beet by robust template matching. Computers and electronics in agriculture, 108, 58–70. https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.07.004
15. Tedford S.L., Burlakoti R.R., Schaafsma A.W. & Trueman C.L. (2019). Optimizing management of cercospora leaf spot (Cercospora beticola) of sugarbeet in the wake of fungicide resistance. Can. J. Plant Pathol., 41: 35–46. https://doi.org/10.1080/07060661.2018.1561518
16. Sabluk V.T., Hryshchenko O.M., Kalatur K.A. & Polovynchuk O.Yu. (2013). Prohnoz fitosanitarnoho stanu ahrotsenozu tsukrovykh buriakiv [Forecast of the phytosanitary state of the sugar beet agrocenosis. Sugar beets], 2:11–13. (in Ukrainian).
17. Jaskulska I., Jaskulski D., Kamieniarz J., Radziemska M., Brtnický M. & Różniak E. (2023). Effect of Fungicide Protection of Sugar Beet Leaves (*Beta vulgaris* L.): Results of Many Years Experiments. Agronomy, 13(2):346. https://doi.org/10.3390/agronomy13020346
18. Sinchenko V.M. & Askarov V.R. (2017). Efektyvnist zastosuvannia mikrodobryv ta funhitsydiv proty khvorob lystkovoho aparatu na posivakh buriakiv tsukrovykh °[Effectiveness of using microfertilizers and fungicides against diseases of the leaf apparatus on sugar beet crops]. Collection of scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, 24:121–126. (in Ukrainian).
19. Markov I. & Pikovsky M. (2010). Kontroliuiemo khvoroby tsukrovykh buriakiv [We control sugar beet diseases]. Propozytsiia, 8:71–72. (in Ukrainian).
20. Heick T. M., Hansen A. L., Munk L., Labouriau R., Wu K., & Jørgensen L. N. (2020). The effect of fungicide sprays on powdery mildew and rust and yield of sugar beet in Denmark. Crop Protection, 135, [105199]. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105199
21. Vogel J., Kenter C., Holst C. & Märländer B. (2018). New generation of resistant sugar beet varieties for advanced integrated management of Cercospora leaf spot in central Europe. Front. Plant Sci., 9:222. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00222
22. Gummert A. Ladewig E., Bürcky, K. & Märländer B. (2015). Variety resistance to Cercospora leaf spot and fungicide application as tools of integrated pest management in sugar beet cultivation – A German case study. Crop Prot., *72*:182–194. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.02.024
23. Kryvenko A.I. & Karpuk L.M. (2013). Efektyvnist obpryskuvannia posiviv tsukrovykh buriakiv funhitsydamy proty tserkosporozu v umovakh tsentralnoho Lisostepu Ukrainy [Effectiveness of spraying sugar beet crops with fungicides against cercosporosis in the conditions of the central forest-steppe of Ukraine]. Agrobiology, 10(100):68–73. (in Ukrainian).
24. Avižienytė D., Brazienė Z., Romaneckas K. & Marcinkevičius A. (2016). Efficacy of fungicides in sugar beet crops. Zemdirbyste-Agriculture, 103 (2):167–174. DOI 10.13080/z-a.2016.103.022
25. Kostyuchko, S.S. & Lykhochvor V.V. (2018). Urazhenist khvorobamy roslyn tsukrovykh buriakiv zalezhno vid udobrennia ta funhitsydiv [Disease susceptibility of sugar beet plants depending on fertilizer and fungicides]. Journal of Agrobiology and Ecology, 5(1): 79–83. (in Ukrainian).
26. Grabovskyi M.B., Kachan L.M. & Potapov A.V. (2021). Efektyvnist zastosuvannia funhitsydiv kompanii Stefes vid tserkosporozu buriaku tsukrovoho [Effectiveness of using Stefes fungicides against sugar beet cercosporosis]. Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii “Resursozberihaiuchi tekhnolohii vyroshchuvannia kulturnykh Roslyn” [Materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference “Resource-saving technologies for growing cultivated plants. Bila Tserkva, 7–9. (in Ukrainian).
27. Roik M.V., Gizbullin N.G., Sinchenko V.M. & Prysiazhniuk O.I. (2014). Metodyky provedennia doslidzhen u buriakivnytstvi [Research methods in beet growing]. Kyiv: FOP Korzun, 373. (in Ukrainian).
28. Methodology of testing and application of pesticides (2001). Edited by S.O. Tribela, Kyiv, 448. (in Ukrainian).
29. Sonets T. D. & Prysiazhnyuk O. I. (2016). Otsinka novykh hibrydiv tsukrovykh buriakivi [Evaluation of new sugar beet hybrids]. Agrobiology, 2: 69–76. (in Ukrainian).
30. Prysiazhniuk O. I., Sonec T. D., Polovynchuk O. Y. & Korovko, I. I. (2016). Kompleksna otsinka suchasnykh hibrydiv tsukrovykh buriakiv [Comprehensive assessment of modern sugar beet hybrids]. Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, 24: 18–27. (in Ukrainian).

Грабовський М.Б., Потапов А.В., Марченко Т.Ю., Лозінський М.В., Козак Л.А. Ефективність систем фунгіцидного захисту та мікродобрив проти грибкових хвороб листкового апарату рослин буряку цукрового

Метою досліджень було визначення ефективності застосування фунгіцидів та мікродобрив на посівах гібридів буряків цукрових. **Методи.** Польовий, аналітичний та статистичний. Дослідження проводились в 2020–2022 рр. в ПСП Агрофірма «Світанок» Васильківського району Київської області. Дослід проводився за наступною схемою: Фактор А. Гібриди буряку цукрового. 1. Пушкін; 2. Акація. Фактор В. Застосування мікродобрив. 1. Контроль без мікродобрив; 2. YaraVita Bortrac 150 (3 л/га); 3. YaraVita Mancozin (1 л/га). Фактор С. Фунгіциди. 1. Контроль (без застосування

фунгіцидів); 2. Штефстробін к.с. (0,6 л/га) + Штефозал (0,5 л/га) + Штільвет (0,1 л/га) 3. Церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + Штефстробін к.с. (0,6 л/га)+ Штільвет (0,1 л/га) 4. Церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + Штефозал (0,5 л/га) + Штільвет (0,1 л/га). Площа посівної ділянки становила 108 м^2, облікової – 81 м^2, повторність – чотириразова. Розміщення варіантів – послідовне. **Результати.** На основі проведених досліджень встановлено, що на кінець 1-ї декади серпня, поширеність церкоспорозу становила 7,0% а інтенсивність розвитку – 4,0%. На кінець 1-ї декади вересня ці показники зростали до 14,9 і 10,1%. Поширеність і інтенсивність розвитку борошнистої роси у вказані періоди була в межах 5,9 і 1,6% та 2,5 і 0,6%, відповідно. Гібрид буряку цукрового Акація відзначався вищою резистентністю до збудника церкоспорозу а гібрид Пушкін до борошнистої роси. Так, поширеність цих хвороб на кінець першої декади серпня становила 7,2 і 6,8% та 5,5 і 6,3%, відповідно у гібридів Пушкін і Акація.

Застосування фунгіцидів дозволяє знизити поширеність і інтенсивність розвитку церкоспорозу до 4,5 і 2,6% в перший період обліків і до 11,5 і 6,8% у другий а борошнистої роси до 4,9 і 1,6% та 1,3 і 0,3%, відповідно. Вищу ефективність проти церкоспорозу забезпечує використання мікродобрива YaraVita Mancozin (1 л/га) 74,6 і 71,3% а проти борошнистої роси YaraVita Bortrac 150 (3 л/га) – 71,2 і 77,0%. На інтенсивність розвитку церкоспорозу та борошнистої роси на рослинах буряків цукрових на 66,8 і 75,0% впливає застосування фунгіцидів і на 17,3 і 9,0% мікродобрив. **Висновки.** Найбільш ефективним варіантом захисту рослин буряків цукрових від церкоспорозу виявився Церкоштеф, к. с. (0,5 л/га) + Штефстробін к.с. (0,6 л/га)+ Штільвет (0,1 л/га) в комбінації з листковим підживленням мікродобривом YaraVita Mancozin (1 л/га) а проти борошнистої роси цей же варіант фунгіцидного захисту і використання мікродобрива YaraVita Bortrac 150 (3 л/га).

Ключові слова: фунгіциди, гібрид, церкоспороз, борошниста роса, поширеність хвороби, інтенсивність розвитку хвороби.

Grabovskyi M.B., Potapov A.V., Marchenko T.Yu., Lozinskyi M.V., Kozak L.A. Efficiency of fungicide protection systems and microfertilizers against fungal diseases leaves of sugar beet plants

The purpose of the research was to determine the effectiveness of the use of fungicides and microfertilizers on sugar beet hybrid crops. **Methods.** Field, analytical and statistical. The research was conducted in 2020–2022 at the Agrofirma Svitanok, Kyiv region. The experiment was conducted according to the following scheme: Factor A. Sugar beet hybrids. 1. Pushkin; 2. Acacia. Factor B. Application of microfertilizers. 1. Control without microfertilizers; 2. YaraVita Bortrac 150 (3 l/ha); 3. YaraVita Mancozin (1 l/ha). Factor C. Fungicides. 1. Control (without the use of fungicides); 2. Shtefstrobin s. c. (0.6 l/ha) + Shtefozal (0.5 l/ha) + Shtilvet (0.1 l/ha); 3. Tserkoshtef s. c. (0.5 l/ha) + Stefstrobin s. c. (0.6 l/ha) + Shtilvet (0.1 l/ha); 4. Tserkoshtef, s. c. (0.5 l/ha) + Shtefozal (0.5 l/ha) + Shtilvet (0.1 l/ha). The area of the sowing area was 108 m^2, the accounting area was 81 m^2, the repetition was four times. **Results.** On the basis of the conducted research, it was established that, on average, at the end of the 1-st decade of August, the prevalence of cercosporosis was 7.0%, and the intensity of development was 4.0%. At the end of the 1-st decade of September, these indicators increased to 14.9 and 10.1%. The prevalence and intensity of the development of powdery mildew in the specified periods was within 5.9 and 1.6% and 2.5 and 0.6%, respectively. The sugar beet hybrid Acacia was distinguished by higher resistance to the causative agent of cercosporosis, and the Pushkin hybrid to powdery mildew. Thus, the prevalence of these diseases at the end of the first decade of August was 7.2 and 6.8% and 5.5 and 6.3%, respectively, in Pushkin and Acacia hybrids.

The use of fungicides allows reducing the prevalence and intensity of development of cercosporosis to 4.5 and 2.6% in the first accounting period and to 11.5 and 6.8% in the second, and powdery mildew 4.9 and 1.6% and 1,3 and 0.3%, respectively. The use of microfertilizer YaraVita Mancozin (1 l/ha) provides higher efficiency against cercosporosis 74.6 and 71.3%, and against powdery mildew YaraVita Bortrac 150 (3 l/ha) – 71.2 and 77.0%, respectively, in the first and second accounting periods. The intensity of the development of cercosporosis and powdery mildew on sugar beet plants is influenced by 66.8 and 75.0% of the use of fungicides and by 17.3 and 9.0% of microfertilizers. **Conclusions.** The most effective option for protecting sugar beet plants from cercosporosis was Tserkoshtef, s. c. (0.5 l/ha) + Stefstrobin, s. c. (0.6 l/ha) + Stilvet (0.1 l/ha) in combination with foliar application microfertilizer YaraVita Mancozin (1 l/ha) and against powdery mildew the same option of fungicidal protection and the use of microfertilizer YaraVita Bortrac 150 (3 l/ha).

Key words: fungicides, hybrid, cercosporosis, powdery mildew, prevalence of the disease, intensity of disease development.

УДК [620.95:58]:631.532/.535:631.559
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.6

ВПЛИВ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ НАДЗЕМНОЇ ВЕГЕТАТИВНОЇ МАСИ МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО

ДЕКОВЕЦЬ В.О. – здобувач ступеня вищої освіти доктора філософії
orcid.org/0000-0003-3537-5016
Полтавський державний аграрний університет
КУЛИК М.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0003-0394-5846
Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. В даний час у світі спостерігається неспинна тенденція до поступового виснаження непоновлюваних джерел енергії (нафта, газ, вугілля). Tian, S. Cacho разом із співавторами (2017) зазначили, що сьогодні світова потреба в енергії покривається за рахунок нафти (35%), вугілля (23%), природного газу (21%) та ядерного палива (7%). Всі ці ресурси є непоновлюваними та мають тенденцію до виснаження [1]. Саме тому, світова наукова спільнота робить акцент та зосереджує значну увагу на альтернативних джерелах енергії, особливо на потенціалі рослинної енергоємної сировини [2; 3]. Водночас є значна кількість джерел енергії з біомаси для біопалива виробництва в Україні: рослинні рештки, відходи деревини, промисловості та фітомаса енергетичних культур [4]. Останній тип представлений переважно багаторічними рослинами, які є адаптованими до умов вирощування, формують високий урожай фітомаси при їх вирощуванні в малопродуктивних ґрунтах. Серед них найбільш поширеним є міскантус, просо прутоподібне (світчграс) і клони верби [5; 6]. З-поміж цих культур, міскантус належить до родини тонконогові (*Poaceae*); має дуже високі стебла – до п'яти метрів, що утворюють потужну надземну вегетативну масу [7]. Міскантус гігантський – природній гібрид між *Miscanthus sinensis* і *Miscanthus saccharifolius*, а його материнською формою був *Miscanthus saccharifolius* [8]. Він розмножується тільки вегетативно і є найпоширенішим видом в України та використовується для виробництва біопалив, фіторемедіації грунтів та отримання додаткових продуктів [9, 10]. Саме тому, більш детальне вивчення шляхів збільшення врожайності біомаси міскантусу дозволить отримати додаткову сировину для виробництва біопалив. Що є актуальним питанням сьогодення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Встановлено, що максимальний загальний річний потенціал виробництва біомаси в Європі (ранній урожай) від *miscanthus, reed canarygrass (Phalaris arundinacea L.)* і *switchgrass (Panicum virgatum L.)* теоретично може сягати відповідно: 59,6; 155,2 і 173,6 млн тон сухої біомаси на рік за умов богарного вирощування. Поряд з цим в умовах зрошення обсяг сухої біомаси міскантусу значно зросте – до 205,4 млн т/рік, *reed canarygrass* – 214,9 млн. т/рік, а проса прутоподібного – 368,8 млн. т/рік [11]. Що є значним внеском в енергетичну енергонезалежність європейських країн. Тому вбачаємо необхідність застосування даного рослинного ресурсу і в нашій країні, що дозволить знизити залежність від зовнішніх чинників та розвинути власне виробництво біопалив.

Разом із результатами попереднього дослідження щодо особливостей формування врожайності енергетичних культур [12] автори X. C. Baxter (2014) та M. Macák et al. (2015) стверджують, що агротехнічні заходи та погодні умови вирощування мають суттєвий вплив на рівень врожайності світчграсу і міскантусу гігантського [13, 14].

Визначено, що з урожаєм 20 т сухої маси з 1 га міскантус гігантський виносить близько 60 кг N, 16 кг P_2O_5, та 80 кг K_2O [15]. Тому, підживлення насаджень цією культури є однією із умов отримання високого врожаю біомаси.

Нашими попередніми дослідженнями визначено, що найбільший вплив на врожайність міскантусу гігантського має весняне підживлення за вирощування рослин за схемою 60 × 60 см. Встановлено, що врожайність міскантусу гігантського на 79% залежить від висоти рослин за коефіцієнта кореляції r 0,89 та на 82% – від кількості стебел за коефіцієнта кореляції r 0,91 [16].

Як стверджують С. Г. Димитров та В. Т. Саблук [17] застосування мікоризоутворювальних грибів і азотфіксуючих бактерій за прикореневого їх внесення сприяє значному зростанню листкової маси та накопиченню сухої біомаси міскантусу гігантського. При цьому відмічено зростання фотосинтетичного потенціалу порівняно з контролем на 4,0–21,9%, а чиста продуктивність фотосинтезу була більша за контроль на 3,6–22,0%.

Науковець М. Я. Гументик встановив, що одним із способів створення оптимальних фітоценозів за вирощування енергетичних культур (міскантусу й світчграсу) є сумісне їх розміщення, або ж застосування покривних культур, що є основою для розробки екологічних технологій [18].

Також авторами визначено, що за вирощування злакових культур разом із бобовими (люпину вузьколистий) сприяє утворенню щільного ценозу, продуктивність якого стабільна за роками і може перевищувати врожайність компонентів у монокультурі [19, 20].

Що цілком узгоджується з нашими попередніми дослідженнями, в яких виокремлено варіанти сумісного вирощування міскантусу з люпином які мають найбільший вплив на збільшення врожайності біомаси [21].

У зв'язку з чим, наша публікація присвячена вивчення впливу удосконаленню елементів технології вирощування для збільшення врожайності біомаси міскантусу гігантського.

Метою дослідження було встановлення шляхів збільшення врожайності біомаси міскантусу гігантського на різних варіантах мінерального, мікробіологічного та симбіотичного живлення рослин.

Для досягнення мети дослідження було вирішено наступні завдання:

1. Встановити вплив на врожайність за сухою біомасою міскантусу гігантського різних варіантах мінерального, мікробіологічного та симбіотичного живлення рослин.

2. Визначити вплив вмісту вологи у фітомасі міскантусу гігантського на врожайність за сухою біомасою.

3. Встановити вплив умов року та досліджуваних варіантів досліду на врожайність біомаси міскантусу гігантського.

Матеріали та методика досліджень. Експеримент закладено і проведено протягом 2018–2022 років в умовах центральної частини Лісостепу України відповідно загальноприйнятої методики за Д. Доспеховим (1985) [22].

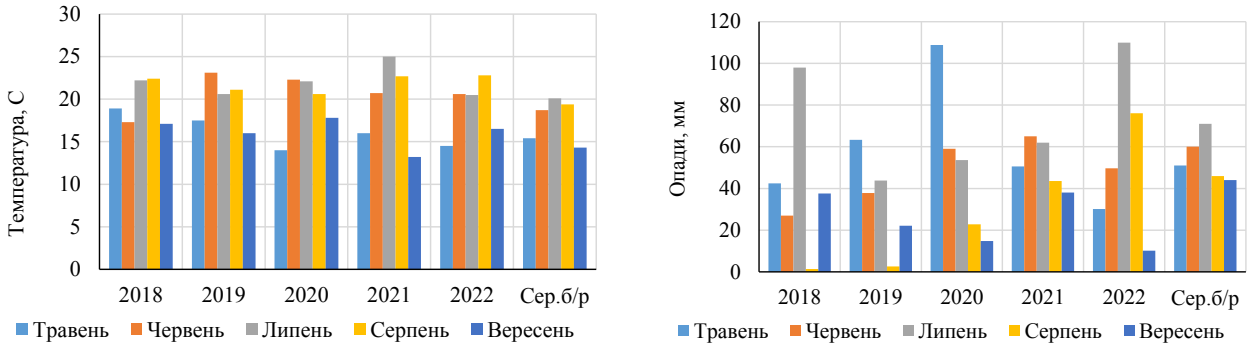
З точки зору клімату і ґрунту, умови були характерні для даного регіону і всі технологічні операції за вирощування міскантусу гігантського поєднували: обробіток ґрунту (осінь і весна); весняне висаджування ризом, прополки в міру з'явлення бур'янів, збирання врожаю біомаси.

Погодні умови протягом років досліджень динамічно змінювалися як за температурою повітря, так і кількістю опадів, що відрізнялася від середньо-багаторічних даних (рис. 1).

Дослідження в польових умовах проведено відповідно до методичних наукових рекомендацій [23]. Варіанти в межах чотирьох повторень розміщували рендомізованим методом: варіант 1 (контроль) – без прополювання бур'янів, без удобрення; варіант 2 – прополювання бур'янів, без удобрення; варіант 3 – внесення мінеральних добрив у підживленні; варіант 4 – вирощування міскантусу гігантського з люпином; варіант 5 – позакоренева обробка мікоризним препаратом (Мікофренд); варіант 6 – вирощування міскантусу гігантського з люпином та позакоренева обробка мікоризним препаратом (Мікофренд).

Загальна площа ділянки кожного варіанту становила 60 м^2, а площа облікової ділянки склала 50 м^2.

Щоб запобігти помилкам під час експерименту, врожайність біомаси міскантусу визначали із снопових зразків, які були відібрані по діагоналі кожної ділянки в чотирикратній повторності. Відібрану середню пробу рослин висушували, а суху масу (біомасу) розраховували з урахуванням вологості сировини [24].



а *б*

Рис. 1. Температура повітря (а) та кількість опадів (б) періоду вегетації міскантусу гігантського, 2018–2022 рр.

Таблиця 1

Урожайність міскантусу гігантського залежно від способу підживлення рослин, 2018–2022 рр.

Варіанти* (Фактор Б)	Рік вегетації (фактор А)			Середнє за роки	Прибавка до контролю
	перший (2018–2020 рр.)	другий (2019–2021 рр.)	третій (2020–2022 рр.)		
варіант 1	6,2	8,9	12,1	10,5	-
варіант 2	6,6	10,1	13,4	11,8	1,3
варіант 3	8,9	14,7	17,6	16,2	5,7
варіант 4	9,7	18,5	20,5	19,5	9,0
варіант 5	8,4	16,3	18,2	17,3	6,8
варіант 6	9,9	19,1	22,3	20,7	10,3
НІР^{05}	0,6	2,4	1,8	-	-

НІР$_{05}$ (фактор А) 1,97 т/га, НІР$_{05}$ (фактор Б) 3,81 т/га, НІР$_{05}$ (фактор А і Б) 0,12 т/га.

** Примітка:*

варіант 1 (контроль) – без прополювання бур'янів, без удобрення;

варіант 2 – прополювання бур'янів, без удобрення;

варіант 3 – внесення мінеральних добрив у підживленні;

варіант 4 – вирощування міскантусу гігантського з люпином;

варіант 5 – позакоренева обробка мікоризним препаратом;

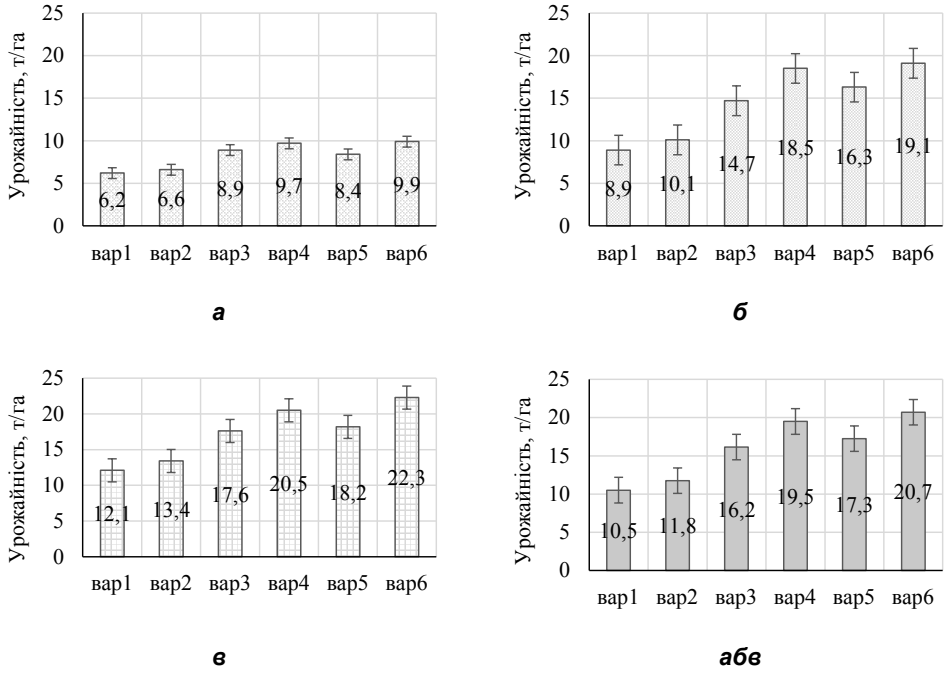
варіант 6 – вирощування міскантусу гігантського з люпином та позакоренева обробка мікоризним препаратом.

Отримані результати досліджень оброблено методами дисперсійного аналізу в пакеті Statistaca 6.0. Розраховані теоретичні значення критерію Фішера (F) на основі ступенів свободи для дисперсії варіантів і ступенів для помилки досліду. Якщо фактичний критерій Фішера більше ніж теоретичний ($F_{факт} > F_{05}$), вважали, що є значні варіації в експерименті і нульова гіпотеза відхилялася, відмінності між варіантами були суттєві.

Результати досліджень. Урожайність сухої біомаси міскантусу гігантського змінювалася за роками та варіантами досліду – від 6,2 до 9,9 т/га (у перший рік), до 12,1 до 22,3 т/га (на третій рік), табл. 1.

У перший вегетаційний рік відбувається поступове укорінення насаджень тому врожайність біомаси міскантусу гігантського не рекомендують збирати. У наших дослідженнях вона була не значною, та не перевищувала показник 10,0 т/га. В наступні роки врожайність за сухою біомасою суттєво зростала за варіантами досліду (рис. 2).

На другий рік вегетації врожайність біомаси міскантусу за сумісного вирощування лише з люпином була на рівні 18,5 т/га, а найбільша – на варіантах з люпином та застосування мікробіологічного препарату (19,1 т/га). Врожайність при застосуванні лише мікори-



Позначення: а – перший вегетаційний рік, б – другий вегетаційний рік, в – третій вегетаційний рік, абв – за три вегетаційний роки.

** Примітка:*

варіант 1 (контроль) – без прополювання бур'янів, без удобрення;

варіант 2 – прополювання бур'янів, без удобрення;

варіант 3 – внесення мінеральних добрив у підживленні;

варіант 4 – вирощування міскантусу гігантського з люпином;

варіант 5 – позакоренева обробка мікоризним препаратом;

варіант 6 – вирощування міскантусу гігантського з люпином та позакоренева обробка мікоризним препаратом.

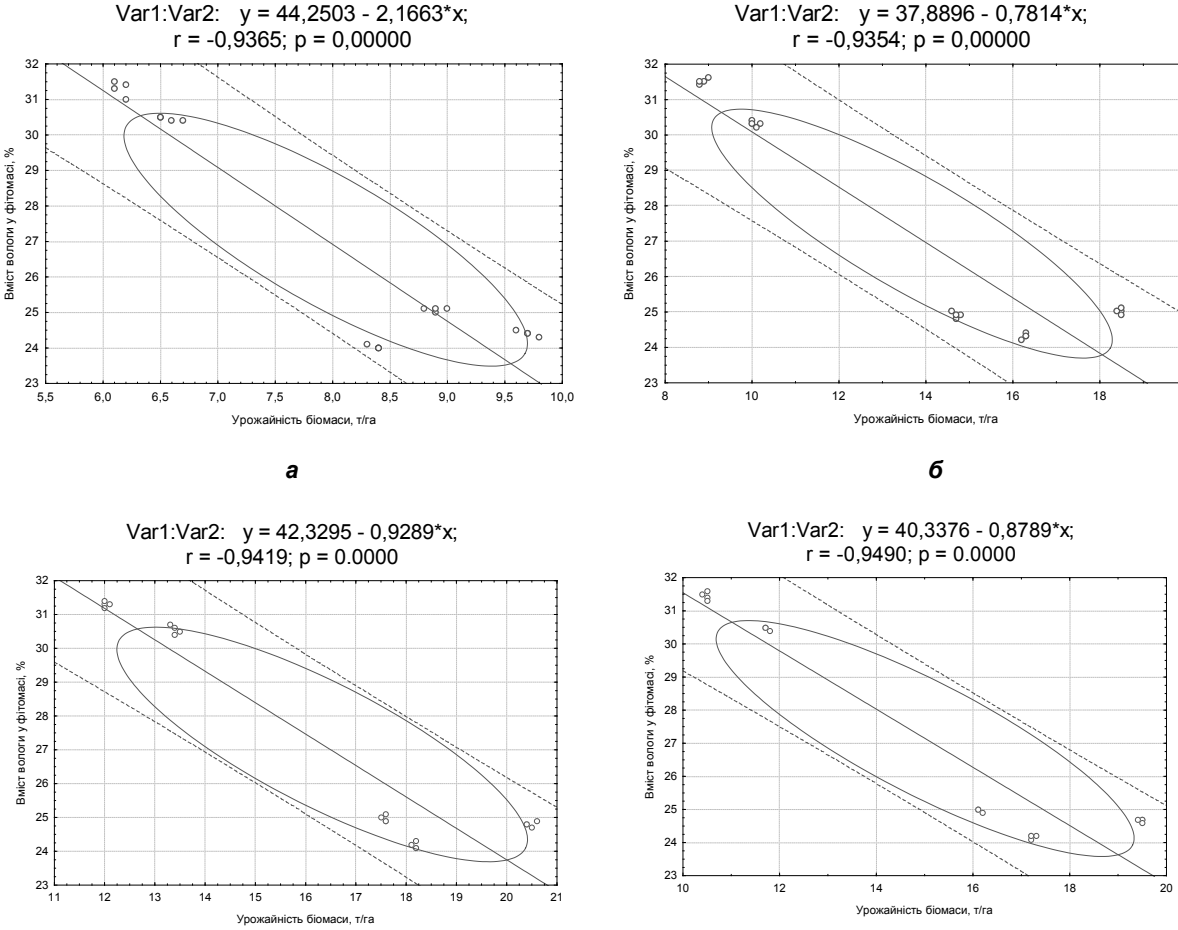
Рис. 2. Урожайність за сухою біомасою міскантусу гігантського, 2018–2022 рр.

Таблиця 2

Дисперсійний аналіз досліджуваних чинників, 2018–2022 рр.

Показники*	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
загальне	12904,21	1	12904,21	2604962	< 0,05
фактор А	1035,76	2	517,88	104544	< 0,05
фактор Б	635,64	5	127,13	25663	< 0,05
фактор А і Б	93,19	10	9,32	1881	< 0,05
помилка	0,27	54	0,00		

* *Примітка*: SS – дисперсія, Degr. of Freedom – ступені свободи, MS – сума квадратів, F – критерій Фішера, p – рівень значущості.



Примітка: а – перший вегетаційний рік, б – другий вегетаційний рік, в – третій вегетаційний рік, абв – за три вегетаційний роки.

Рис. 3. Кореляційні залежності вмісту вологи у фітомасі та врожайності сухої біомаси міскантусу гігантського, 2018–2022 рр.

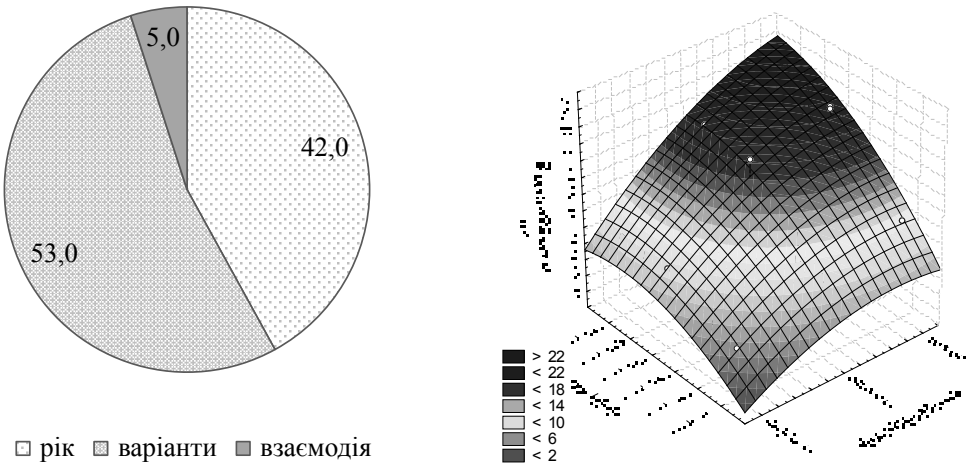


Рис. 4. Частки впливу досліджуваних чинників на врожайність біомаси (а) та багатомірний зв'язок врожайності міскантусу гігантського із варіантами досліду (б), 2018–2022 рр.

зного препарату становила 16,3 т/га, на фоні мінерального підживлення рослин – на рівні 14,7 т/га. Контрольні варіанти та варіанти з прополюванням бур'янів, але без удобрення міскантусу гігантського формували суттєво нижчу врожайність біомаси, відповідно – 8,9 та 10,1 т/га.

Більш повно потенціал урожайності міскантусу проявився на тертій рік: зафіксовано суттєве збільшення цього показника до 22,3 т/га на варіантах сумісного вирощування з бобовим компонентом і додаткового внесення Мікофренд, менше, на високому рівні – на варіантах сумісного вирощування лише з люпином (20,5 т/га). Застосування лише мінеральних добрив у підживленні дозволяє збільшити врожайність біомаси до 17,6 т/га, позакоренева обробка мікоризним препаратом – до 18,2 т/га. Отримані дані досліджень є достовірними та підтверджуються показником «найменша істотна різниця» (HIP), що розрахована за результатами дисперсійного аналізу при рівні значущості $p < 0,05$ (табл. 2).

Вміст вологи у фітомасі міскантусу гігантського на час збирання культури відграє важливу роль у виході сухої біомаси (рис. 3).

Отже, протягом років дослідження вміст вологи у щойнозібраній фітомасі має суттєвий вплив на врожайність за сухою біомасою міскантусу гігантського, що характеризується сильним оберненим кореляційним зв'язком (r – 0,95) за рівняння регресії: $y = 40,34 – 0,88 \times x$.

При встановленні частки впливу досліджуваних чинників визначено, що врожайність біомаси міскантусу гігантського на 42,0% залежить від умов року та на 53,0% – від досліджуваних варіантів досліду (рис. 4а). А багатомірний зв'язок свідчить про більшу ефективність біологічного підживлення насаджень міскантусу, порівняно із мінеральним, що виражається рівнянням регресії $Z = -612,8814+4,5292\times x+1,5874 \times y$ (рис. 4б).

Висновки. Обґрунтовано, що врожайність за сухою біомасою міскантусу гігантського на третій вегетаційний рік можливо збільшити (на рівні або більше 20,0 т/га) за вирощування на маргінальних землях. Що досягається за вирощування культури сумісно з бобовим компонентом у міжряддях (люпин багаторічний) й застосовування мікоризного препарату Мікофренд дозою 0,2 л/га з нормою витратою 25 л/га робочого розчину для позакореневої обробки рослин при весняному підживленні.

Вміст вологи у фітомасі міскантусу гігантського на час збирання є вагомим показником, що має істотний вплив на врожайність за сухою біомасою й виражається оберненою кореляцією (r – 0,95) та рівнянням регресії: $y = 40,34 – 0,88 \times x$.

Встановлено, що врожайність біомаси міскантусу гігантського на 42,0% залежить від умов року та на 53,0% – від досліджуваних варіантів досліду: застосування весняного підживлення рослин дозволяє частково нівелювати вплив погодних умов вегетаційного періоду культури.

Перспективи подальших досліджень передбачатимуть вивчення впливу різних схем підживлення рослинного фітоценозу на хімічний склад біомаси міскантусу гігантського.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Tian S., Cacho J. F., Youssef M. A., Chescheir G. M., Fischer M., Nettles J. E., King, J. S. Switchgrass growth and pine–switchgrass interactions in established intercropping systems. *GCB Bioenergy*, 2017. Vol. 9. P. 845–857. doi.org/10.1111/ gcbb.12381
2. Mehmooda M., Ibrahimb M., Rashidc U., Nawazd M., Alib S., Hussaina A., Gulle M. Biomass production for bioenergy using marginal lands. *Sustainable Production and Consumption.* 2017. Vol. 9. P. 3–21. doi.org/10.1016/j.spc.2016.08.003
3. Kurylo V. L., Roik M. V., Hanzhenko O. M. Bioenergy in Ukraine: status and prospects for development. *Bioenerhetyka*, 2013. Vol. 1. P. 5–10.
4. Кулик М. І., Падалка В. В. Розвиток біоенергетики на основі рослинного енергетичного ресурсу (на прикладі Полтавської області). *Управління стратегіями випереджаючого інноваційного розвитку : монографія* / за ред. к.е.н., доцента Н. С. Ілляшенко. Суми : Триторія, 2020. С. 109–118.
5. Costanza J. K., Abt R. C., Mckerrow A. J., Collazo J. A. Bioenergy production and forest landscape change in the southeastern United States. *GCB Bioenergy*, 2017. Vol. 9. P. 924–939. doi.org/10.1111/gcbb.12386
6. Kulyk M. I., Kurylo V. L., Kalinichenko O. V., Galytska M. A. Plant energy resources: agroecological, economic and energy aspects: *Monograph* / Edited by authors. Poltava: Astraya, 2019. 119 p.
7. Курило В. Л., Рахметов Д. Б., Кулик М. І. Біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур родини тонконогових в умовах України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 1 (88), 2018. С. 11–17. DOI 10.31210/visnyk2018.01.01
8. Chramiec-Głabik A., Grabowska-Joachimiak A., Sliwinska E., Legutko J., Kula A. Cytogenetic analysis of Miscanthus × giganteus and its parent forms. *Caryologia*, 2012. Vol. 65, no. 3. P. 234–242.
9. Kulyk M., Galytska M., Samoylik M., Zhornyk I. Phytoremediation aspects of energy crops use in Ukraine. *Agrology*, 2019. Vol. 1, no. 4. P. 373–381. http://dspace.pdaa.edu. ua:8080/handle/123456789/4157
10. Samson R., Mani S., Boddey R., Sokhansanj S., Quesada D., Urquiaga S. The potential of C4 perennial grasses for developing a global BIOHEAT industry. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2005. Vol. 24. P. 461–495. doi.org/ 10.1080/07352680500316508
11. Baptiste Giroux (2020). Bioenergy feedstock production on abandoned agricultural land in Europe: A spatially explicit life cycle analysis. Norwegian University of Science and Technology Faculty of Engineering. Department of Energy and Process Engineering. P. 45.
12. Kulyk Maksym, Kalinichenko Oleksandr, Dekovetz Vitalii. (2020). Efficiency of energy crops cultivation for business development in Ukraine. *Organization and management in the services' sphere on selected examples* / Editors: Tetyana Nestorenko, Tadeusz Pokusa. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020. P. 36–45. ISBN 978-83-66567-02-3. http://pedagogika.wszia.opole.pl/ebook/3_2020.pdf
13. Macák M., Nozdrovický L., Hussein A. Effect of preheating and different moisture content of input materials on durability of pellets made from different

phytomass content. *Acta Technologica Agriculturae*, 2015. Vol. 18. P. 22–27.
14. Baxter X. C., Darvell L. I., Jones J. M., Barraclough T., Yates N. E., Shield I. Miscanthus combustion properties and variations with Miscanthus agronomy. *Fue.* 2014. Vol. 117, part A. P. 851–869. doi.org/10.1016/j.fuel.2013.09.003
15. Романчук Л. Д., Зінченко В. О., Василюк Т. П. Особливості вирощування енергетичних культур в умовах Полісся України: з кн. *Перспективи розвитку альтернативної енергетики на Поліссі України* / відп. ред. О. В. Скидан. К. : Центр учбової літератури, 2014. С. 81–111.
16. Кулик М. І., Сиплива Н. О., Рожко І. І. Урожайність та ефективність виробництва біомаси енергетичних культур залежно від елементів технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 104, 2019. С. 148–159. URI: http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/8607
17. Димитров С. Г., Саблук В. Т. Зростання накопичення сухої біомаси злакових біоенергетичних культур за мікоризації їх кореневої системи. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*, 2021. Випуск 4 (46), С. 3–8.
18. Гументик М. Я. Особливості технології змішаного вирощування біоенергетичних злакових культур для виробництва біопалива. *Біоенергетика*. 2019. № 1. С. 16–18.
19. Шувар А. М., Рудавська Н. М., Беген Л. Л. Особливості формування елементів структури сумішок зернових і зернобобових культур. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 69 (2). С. 108–122. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-2-7
20. Голодна А. В., Олійник К. М. Формування продуктивності люпину вузьколистого і пшениці ярої за сумісного вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 142–148.
21. Дековец Виталий, Кулик Максим, Сипливая Наталия. Особенности формирования урожайности биомассы мискантуса гигантского при совместном выращивании с бобовыми культурами. *Stinta Agricola.* Vol. 2 (2021). С. 71–78. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.5834616
22. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта. 1985. Москва: Колос. 416 с.
23. Рахметов Д. Б., Каленська С. М., Федорчук М. І., та ін. Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування міскантусу в різних грунтово-кліматичних зонах України. Видавничий центр «Колос»: ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», 2017. 22 с.
24. Kulyk M. I., Rakhmetov D. B,. Kurylo V. L. Methodology of conducting field and laboratory researches with switchgrass (Panicum virgatum L.). Poltava, 2017. 24 p. URI: http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/7586

REFERENCES:

1. Tian, S., Cacho, J. F., Youssef , M. A., Chescheir, G. M., Fischer, M., Nettles, J. E., King, J. S. (2017). Switchgrass growth and pine–switchgrass interactions in established intercropping systems. *GCB Bioenergy*, 9, pp. 845–857.
2. Mehmooda, M. A., Ibrahimb, M., Rashidc, U., Nawazd, M., Alib, S., Hussaina, A., Gulle, M. (2017). Biomass production for bioenergy using marginal lands. *Sustainable Production and Consumption,* 9, pp. 3–21.
3. Kurylo, V. L., Roik, M. V., Hanzhenko, O. M. (2013). Bioenergy in Ukraine: status and prospects for development. *Bioenerhetyka*, 1, pp. 5–10. [in Ukrainian].
4. Kulyk, M. I., Padalka, V. V. (2020). Rozvytok bioenerhetyky na osnovi roslynnoho enerhetychnoho resursu (na prykladi Poltavskoi oblasti) [Development of bioenergy based on plant energy resources (on the example of Poltava region)]. Upravlinnia stratehiiamy vyperedzhaiuchoho innovatsiinoho rozvytku : monohrafiia / za red. k.e.n., dotsenta N. S. Illiashenko. Sumy : Trytoriia, pp. 109–118. [in Ukrainian].
5. Costanza, J. K., Abt, R. C., Mckerrow, A. J., Collazo, J. A. (2017). Bioenergy production and forest landscape change in the southeastern United States. *GCB Bioenergy*, 9, pp. 924–939. doi.org/10.1111/gcbb.12386
6. Kulyk, M. I., Kurylo, V. L., Kalinichenko, O. V., Galytska, M. A. (2019). Plant energy resources: agroecological, economic and energy aspects: *Monograph* / Edited by authors. Poltava: Astraya, 119 p. [in Ukrainian].
7. Kurylo, V. L., Rakhmetov, D. B., Kulyk, M. I. (2018). Biolohichni osoblyvosti ta potentsial urozhainosti enerhetychnykh kultur rodyny tonkonohovykh v umovakh Ukrainy [Biological features and yield potential of energy crops of the Poaceae family in the conditions of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1 (88), pp. 11–17. DOI 10.31210/visnyk2018.01.01 [in Ukrainian].
8. Chramiec-Głabik, A., Grabowska-Joachimiak, A., Sliwinska, E., Legutko, J., Kula, A. (2012). Cytogenetic analysis of Miscanthus × giganteus and its parent forms. *Caryologia*, 65 (3), pp. 234–242.
9. Kulyk, M., Galytska, M., Samoylik, M., Zhornyk, I. (2019). Phytoremediation aspects of energy crops use in Ukraine. *Agrology*, 1 (4), pp. 373–381. http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/4157 [in Ukrainian].
10. Samson, R., Mani, S., Boddey, R., Sokhansanj, S., Quesada, D., Urquiaga, S. (2005). The potential of C4 perennial grasses for developing a global BIOHEAT industry. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24, pp. 461–495. doi.org/ 10.1080/07352680500316508
11. Baptiste, Giroux (2020). Bioenergy feedstock production on abandoned agricultural land in Europe: A spatially explicit life cycle analysis. Norwegian University of Science and Technology Faculty of Engineering. Department of Energy and Process Engineering. P. 45.
12. Kulyk, M., Kalinichenko, O., Dekovetz, V. (2020). Efficiency of energy crops cultivation for business development in Ukraine. *Organization and management in the services' sphere on selected examples* / Editors: Tetyana Nestorenko, Tadeusz Pokusa. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, pp. 36–45.
13. Macák, M., Nozdrovický, L., Hussein, A. (2015). Effect of preheating and different moisture content of input materials on durability of pellets made from different phytomass content. *Acta Technologica Agriculturae*, 18, pp. 22–27.
14. Baxter, X. C., Darvell, L. I., Jones, J. M., Barraclough, T., Yates, N. E., Shield, I. (2014). Miscanthus combustion properties and variations with Miscanthus agronomy. *Fuel,* 117, pp. 851–869. doi.org/10.1016/j.fuel.2013.09.003

15. Romanchuk L. D., Zinchenko V. O., & Vasyliuk T. P. (2014). Osoblyvosti vyroshchuvannia enerhetychnykh kultur v umovakh Polissia Ukrainy [Features of growing energy crops in Polissia of Ukraine]. In O. V. Skydan (Ed.), *Perspektyvy rozvytku alternatyvnoi enerhetyky na Polissi Ukrainy [Prospects for the development of alternative energy in Polissia of Ukraine]*. Tsentr uchbovoi literatury, Kyiv, 81–111 [in Ukrainian].
16. Kulyk, M. I., Syplyva, N. O., Rozhko, I. I. (2019). Urozhainist ta efektyvnist vyrobnytstva biomasy enerhetychnykh kultur zalezhno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia [Yield and efficiency of biomass production of energy crops depending on the elements of cultivation technology]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 104, pp. 148–159. [in Ukrainian].
17. Dymytrov, S. H., Sabluk, V. T. (2021). Zrostannia nakopychennia sukhoi biomasy zlakovykh bioenerhetychnykh kultur za mikoryzatsii yikh korenevoi systemy [Growth of accumulation of dry biomass of cereal bioenergy crops under mycorrhizae of their root system]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 4 (46), pp. 3–8. [in Ukrainian].
18. Humentyk, M. Ya. (2019). Osoblyvosti tekhnolohii zmishanoho vyroshchuvannia bioenerhetychnykh zlakovykh kultur dlia vyrobnytstva biopalyva [Features of the technology of mixed cultivation of bioenergy cereal crops for the production of biofuel]. *Bioenerhetyka*, 1, pp. 16–18. [in Ukrainian].
19. Shuvar, A. M., Rudavska, N. M., Behen, L. L. (2021). Osoblyvosti formuvannia elementiv struktury sumishok zernovykh i zernobobovykh kultur [Peculiarities of the formation of elements of the structure of mixtures of grain and leguminous crops]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*, 69 (2), pp. 108–122. [in Ukrainian].
20. Holodna, A. V., Oliinyk, K. M. (2016). Formuvannia produktyvnosti liupynu vuzkolystoho i pshenytsi yaroi za sumisnoho vyroshchuvannia [Formation of productivity of narrow-leaved lupine and spring wheat under joint cultivation]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 82, pp. 142–148. [in Ukrainian].
21. Dekovets, V., Kulik, M., Siplivaya, N. (2021). Osobennosti formirovaniya urozhaynosti biomassy miskantusa gigantskogo pri sovmestnom vyrashchivanii s bobovymi kul'turami [Features of formation of biomass yield of giant miscanthus when grown together with legumes]. *Stinta Agricola*, 2, pp. 71–78. [in Russian].
22. Dospekhov, B. A. (1985). Metodika polevogo opyta [Field experiment methodology]. Moskva: Kolos. 416 p. [in Russian].
23. Rakhmetov, D. B., Kalenska, S. M., Fedorchuk, M. I., ta in. (2017). Metodychni rekomendatsii z optymizatsii tekhnolohii vyroshchuvannia miskantusu v riznykh hruntovo-klimatychnykh zonakh Ukrainy [Methodical recommendations for optimizing miscanthus cultivation technology in different soil and climatic zones of Ukraine]. Vydavnychyi tsentr «Kolos»: DVNZ «Khersonskyi derzhavnyi ahrarnyi universytet», 22 p. [in Ukrainian].
24. Kulyk, M. I., Rakhmetov, D. B,. Kurylo, V. L. Methodology of conducting field and laboratory researches with switchgrass (Panicum virgatum L.). Poltava, 2017. 24 p. [in Ukrainian].

Дековець В.О., Кулик М.І. Вплив удосконалення елементів технології вирощування на врожайність надземної вегетативної маси міскантусу гігантського

На фоні неспинної тенденції до поступового виснаження непоновлюваних джерел енергії (нафта, газ, вугілля), постає нагальна сьогоденна потреба у впровадженні альтернативних джерел енергії. З-поміж яких, рослинний енергоресурс найбільш доступний та не потребує значних енергозатрат для виробництва біомаси. Енергетичні культури: міскантус гігантський, просо прутоподібне, клони верб вже вивчаються в різних умовах Україні. Але технологія їх вирощування потребує удосконалення, особливо міскантусу гігантського, що характеризується багаторічним циклом життя та має високий потенціал врожайності. Це потребує обґрунтованого агрономічного менеджменту за вирощування цієї енергетичної культури на маргінальних землях. **Метою досліджень** було вивчення шляхів збільшення врожайності біомаси міскантусу гігантського на різних варіантах мінерального, мікробіологічного та симбіотичного живлення рослин. **Методи.** Дослід закладено і проведено протягом 2018–2022 років в умовах центральної частини Лісостепу України. Варіанти досліду поєднували: варіант 1 (контроль) – без прополювання бур'янів, без удобрення; варіант 2 – прополювання бур'янів, без удобрення; варіант 3 – внесення мінеральних добрив у підживленні; варіант 4 – вирощування міскантусу гігантського з люпином; варіант 5 – позакоренева обробка мікоризним препаратом; варіант 6 – вирощування міскантусу гігантського з люпином та позакоренева обробка мікоризним препаратом (Мікофренд). **Результати.** За результати досліджень встановлено, що врожайність біомаси має тренд до щорічного збільшення – від 6,2–9,9 т/га за перший рік вегетації, до 12,1–22,3 т/га за третій рік. При цьому визначено, що у середньому за роки дослідження найбільша врожайність біомаси міскантусу формується за сумісного вирощування з люпином та застосування Мікофренду для підживлення енергонасаджень (20,7 т/га). Урожайність на варіантах лише біологічного азоту люпину становила 19,5 т/га, повного мінерального живлення рослин – дещо менша, але на високому рівні – 17,3 т/га, а при застосуванні мікоризних препаратів –на рівні 16,2 т/га. На основі кореляційно-регресійного аналізу встановлено, що вміст вологи у фітомасі має суттєвий вплив на врожайність за сухою біомасою міскантусу гігантського й характеризується сильним оберненим кореляційним зв'язком (r –0,95) за рівняння регресії: $y = 40{,}34 - 0{,}88 \times x$. **Висновки.** Отже, для збільшення врожайності біомаси за вирощування культури на маргінальних землях рекомендовано вирощувати міскантус гігантський сумісно з бобовим компонентом у міжряддях (люпин багаторічний) й застосовувати мікоризний препарат Мікофренд (дозою 0,2 л/га з нормою витратою 25 л/га робочого розчину) для кореневого внесення навесні. Перспективи подальших досліджень передбачатимуть вивчення впливу різних схем підживлення рослинного фітоценозу на хімічний склад біомаси міскантусу гігантського.

Ключові слова: міскантус гігантський, підживлення рослин, сумісні насадження, врожайність, біомаса, вміст вологи, кореляція.

Dekovets V.O., Kulyk M.I. Influence of improvement of cultivation technology elements on the yield of aboveground vegetative mass of miscanthus giganteus

In view of the constant trend towards the gradual depletion of non-renewable energy sources (oil, gas, coal), there is an urgent need to introduce alternative energy sources. Among them, the plant energy resource is the most accessible and does not require significant energy input for biomass production. Energy crops such as miscanthus giganteus, switchgrass, willow clones are already being studied in various conditions in Ukraine. But their cultivation technology needs improvement, especially for miscanthus giganteus, which is characterized by a multi-year life cycle and has a high yield potential. Cultivation of this energy crop on marginal soils requires the rational agronomic management. The **purpose** of our research was to study ways to increase the biomass yield of miscanthus giganteus on different variants of mineral, microbiological and symbiotic plant fertilization. **Methods.** The experiment was laid and conducted during the period of 2018–2022 in the central part of the Forest-Steppe of Ukraine. The experiment variants were combined: variant 1 (control) – without weeding, without fertilization; variant 2 – weeding, without fertilization; variant 3 – application of mineral fertilizers; variant 4 – cultivation of miscanthus giganteus with lupine; variant 5 – foliar treatment with mycorrhizal preparation; variant 6 – cultivation of miscanthus giganteus with lupine and foliar treatment with mycorrhizal preparation (Mycofriend). **Results.** It was found that the biomass yield increased annually from 6.2–9.9 t/ha in the first year of vegetation to 12.1–22.3 t/ha in the third year. It was determined that on average over the years of research, the highest yield of miscanthus biomass was formed by joint cultivation with lupine and the use of Mycofriend for fertilizing energy plants (20.7 t/ha). The yield on the variants with only biological nitrogen (cultivation in combination with lupine) was 19.5 t/ha, with mineral fertilization of plants – slightly less, but at a high level of 17.3 t/ha, and with mycorrhizal preparation application it was at a level of 16.2 t/ha. The correlation and regression analysis found that the moisture content in phytomass has a significant influence on the yield of dry biomass of miscanthus giganteus and is characterized by a strong inverse correlation (r – 0.95) according to the regression equation: $y = 40.34 – 0.88 \times x$. **Conclusions.** Thus, to increase the biomass yield when growing the crop on marginal lands, it is recommended to grow miscanthus giganteus together with a legume component in row-spacing (lupine perennial) and to apply mycorrhizal preparation Mycofriend for root application in spring. Prospects for further research will include the study of the influence of different fertilization schemes of plant phytocenosis on the chemical composition of miscanthus giganteus biomass.

Key words: miscanthus giganteus, plant fertilization, joint plantings, yield, biomass, moisture content, correlation.

УДК 633.853.494:631.81.095.337
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.7

ВПЛИВ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ ТА КОМБІНОВАНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ОСОБЛИВОСТІ ВОДОСПОЖИВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗА РІЗНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ

ДОМАРАЦЬКИЙ Є.О. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-3912-1611
Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Для зони південного і центрального Степу України характерною ознакою клімату є спекотне і посушливе літо з нестійкими умовами зволоження. Характерними є недостатня кількість атмосферних опадів, низька відносна вологість повітря, часті суховії. Опади – дуже несталий елемент клімату. Розподіл їх впродовж вегетаційного періоду як в часі, так за інтенсивністю, нерівномірний. Зазвичай запаси глибинної вологи, які нагромаджено за пізньоосінній та зимові періоди більшістю сільськогосподарських культур витрачається лише у травні та подальше вологозабезпечення здійснюється виключно за рахунок зрошення або атмосферних опадів [1, с. 137; 2, с. 44].

Ріпак озимий не є виключенням, в цілому ця культура характеризується високою вибагливістю до умов зволоження впродовж усього періоду вегетації, відтак рослини потребують постійного позитивного гідротермічного режиму. Встановлено, що оптимальних умов зволоження в зоні Степу взагалі не існує, а саме поняття «оптимальний режим зволоження» – це тимчасова ситуація, яка триває впродовж нетривалого часу. Решта вегетаційного періоду – є не що інше, як стресові стани, які мають різну ступінь негативного впливу [3, с. 40].

Впродовж останніх років не аби-якої актуальності набувають дослідження щодо використання регуляторів росту рослин, комбінованих препаратів, імуномодуляторів, мікроелементів та препаратів біологічного походження для позакореневого застосування в технологіях вирощування сільськогосподарських культур здатних покращувати умови життєдіяльності рослинних організмів. Зменшення природного зволоження на фоні глобального потепління спонукає науковців та товаровиробників змінити підходи та норми внесення мінеральних добрив, звернути увагу на покращення живлення агроценозів враховуючи сучасні кліматичні трансформації [4, с. 46; 5, с. 197].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Формування та реалізація потенціалу урожайності ріпаку озимого значною мірою залежать від оптимальних показників зволоження та родючості ґрунту, а також збалансованості живлення до необхідного рівня. Зміни клімату, які особливо гостро відчуваються в зоні Степу з вкрай жорстким гідротермічним коефіцієнтом, спонукають до удосконалення елементів технології вирощування польових культур в цілому та ріпаку озимого зокрема. Період сівби та початкові етапів росту і розвитку рослин ріпаку характеризуються вкрай високим рівнем дефіциту ґрунтової та повітряної вологи, відповідно постає необхідність в оптимізації процесів живлення і зведення до мінімуму стресових станів посівів. Одним з перспективних напрямків вирішення цієї проблеми є використання недорогих, але вкрай дієвих елементів технології вирощування ріпаку озимого, включення до обов'язкових технологічних заходів позакореневих обробіток рослин рістрегулюючими препаратами комбінованої дії. Запровадження позакореневих обробіток рослин такими речовинами дозволить частково мінімізувати вплив стресів на рослини, викликаних високим температурним режимом та низьким вологозабезпеченням і, тим самим, покращити засвоєння макрота мікроелементів з ґрунту, оптимізуючи умови життя агроценозу в цілому [6, с. 53; 7, с. 76].

Вченими [8, с. 129] встановлено, що ріпак озимий особливо вибагливий до рівня азотного живлення. За дефіциту азоту рослини набувають світло-зеленого забарвлення, а згодом жовкнуть. В осінній період ріпак озимий не потребує великої кількості азоту, тому восени під сівбу ріпаку озимого вносять його не більше 25% від загальної потреби. Решту кількість азоту вносять у весняне підживлення. Рідкі азотні добрива, внесені навесні на 10-16% менш ефективні, ніж тверді. Азот нітратної групи аміачної селітри засвоюється ріпаком в 1,8–2 рази краще, ніж амонійний.

Агроценоз ріпаку озимого впродовж вегетації формує високий урожай біомаси, а відтак, виносить з ґрунту велику кількість поживних речовин. У порівнянні з пшеницею озимою ріпак на утворення одиниці продукції виносить більше азоту на 62%; фосфору – на 66% та калію – на 100%. Посів ріпаку озимого слабо витримує низький агрофон і різко знижує урожайність за дефіциту основних елементів живлення. Вченим [9, с. 76] встановлено, що формуючи одну тону урожаю насіння, рослини ріпаку озимого засвоюють з ґрунту до 80 кг азоту, 18–40 кг – фосфору, від 25 і до 100 кг – калію, 30–150 кг – кальцію та 35–40 кг – сірки. Орієнтовно, до 25% макрота мікроелементів (залежно від рівня врожайності) ріпак здатний засвоїти з ґрунтових запасів, решта необхідних елементів забезпечуються за рахунок додаткового внесення мінеральних добрив.

Вченими Інституту зрошуваного землеробства НААН доведено, що висота рослин ріпаку озимого значно змінювалась в усі фази розвитку під впливом багатьох факторів і, особливо, від фону живлення. Так, рослини на варіантах з мінеральними добривами мали більшу висоту вже при формуванні осінньої розетки, яка збільшувалась на 9–20 см за полицевого обробітку ґрунту та на 9–19 см – безполицевого, порівняно з неудобреними рослинами, які були найнижчими у досліді – 11–12 см. Визначено, що найбільшу висоту рослини ріпаку озимого формували при внесенні розрахункової дози

мінеральних добрив на фоні соломи пшениці озимої за полицевого обробітку ґрунту. Свого максимуму вона досягала у фазі дозрівання. Середньодобовий приріст рослин ріпаку озимого у висоту за період формування осінньої розетки коливався в межах від 0,19 до 0,52 см/добу (полицевий обробіток ґрунту) та від 0,18 до 0,48 см/добу (безполицевий). Найвищим середньодобовим приростом цього показника характеризувався міжфазний період бутонізація-цвітіння за внесення розрахункової дози мінеральних добрив на фоні соломи – 2,61 см/добу, що більше відносно контролю без добрив у 2,0 рази. Вчені встановили, що з оптимізацією умов живлення ріпаку озимого накопичення його надземної маси істотно зростає. Восени в період формування розетки цей показник у неудобрених рослин становив 0,680-0,770 кг/м^2. Максимальною вона була за внесення розрахункової дози добрив на фоні соломи та полицевого обробітку ґрунту і складала 3,615 кг/м^2, що у 5,0 разів перевищувало масу неудобрених рослин [10, с. 92; 11, с. 58].

Передпосівна обробка насіння ріпаку озимого різними ріст стимулюючими речовинами разом з препаратами, що містять комплекси необхідних мікроелементів також покращує умови життя рослин, а це в свою чергу має позитивний вплив на продуктивність агроценозу в цілому. Так, вченими [12, с. 54–55] встановлено, що передпосівний обробіток насіння ріпаку озимого препаратом Мочевин-К$_6$ забезпечує одержання 47т/га зеленої маси, або 6,54 т/га сухої речовини та 2,71 т/га насіння. Такий агроприйом підвищує вихід макухи на 31% та вихід олії – на 24%, а також забезпечує найоптимальніше витрачання вологи на одиницю врожаю зеленої маси і насіння ріпаку. Передпосівна обробка насіння ріпаку препаратами Мочевин-К$_4$ та Мочевин-К$_6$ підвищує зимостійкість рослин на 37–43%.

Впродовж останнього часу, коли зміни погодно-кліматичних умов набувають особливого значення у формуванні продуктивності сільськогосподарських агроценозів, суттєву роль відіграють і стимулятори росту рослин. Вплив їх на покращення імунної системи та стійкість рослин до стресових явищ також набувають високої актуальності. Використання нових регуляторів росту рослин може сприяти значній інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та збереженню навколишнього середовища [13, с. 39; 14. с. 72].

Мета статті полягає у встановленні впливу різних норм азотного живлення в поєднанні з позакореневими обробками рослин комбінованими препаратами на динамічність процесу водоспоживання ріпаку озимого, а також інтенсивність реакції рослин на ці чинники.

Матеріал та методика досліджень. Польові досліди проводили впродовж 2012–2020 рр. в незрошуваних умовах Вознесенського району Миколаївської області. Ґрунти дослідних ділянок – чорноземи звичайні малогумусні з вмістом гідролізованого нітрогену 1,5–1,8; легкозасвоюваного фосфору 4,5–7,0 та обмінного калію 12–15 мг/100 г ґрунту та вмістом гумусу – 3,2%. В дослідах вивчали різні морфобіотипи ріпаку озимого, а саме: гібрид ріпаку озимого Кронос, оригінатор "NPZ-Lembke" (Німеччина) та сорт Чорний велетень. Останній занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2003 року, оригінатор сорту – Вінницька державна сільськогосподарська станція НААН України. Сорт Чорний Велетень – є національним стандартом, високопродуктивний, інтенсивного типу, середньостиглий, з періодом вегетації 300–323 дні, олійного використання.

Дослідні ділянки розташовували у трьох повтореннях послідовно. Площа дослідної ділянки становила 2520 м^2, а облікової – 600 м^2.

Сівбу проводили у період 1–10 вересня (залежно від умов зволоження років досліджень) сівалкою СЗ-5,4 «Астра» з нормою висіву 1,0 млн. схожих насінин на 1 га. Попередником виступав чорний пар.

Схема дослідів включала варіанти з проведенням ранньо-весняного підживлення азотними добривами дозою N_{60} та N_{90}, та позакореневі підживлення препаратом Вуксал Мікроплант® (мікродобриво німецької компанії «Аглюкон») та комплексним рістрегулюючим препаратом Хелафіт Комбі® двічи в період вегетації рослин ріпаку озимого. Перший обробіток рослин ріпаку озимого препаратом Хелафіт Комбі® проводили надземним обприскувачем через 15 діб після початку відновлення весняної вегетації, другий – у фазу початку бутонізації – цвітіння. Норма витрат препарату складала 1 л/га, а вилив робочої рідини 250 л/га.

Для характеристики водного режиму посівів ріпаку озимого впродовж весняно-літньої вегетації проводили трьохразове визначення вологості ґрунту для розрахунку запасу продуктивної вологи.

Експериментальні дані обробляли методом багатофакторного дисперсійного аналізу за Ушкаренко В.О. [15]. Моделювання формування урожайності здійснювалося із застосуванням ліцензійного програмного інструменту "Statistica 8.0".

Результати досліджень. Аналіз результатів досліджень показав, що для умов Єланецького району опади червня і липня за середньо багаторічними даними складають 78 – 90 мм із зазначеним коливанням по роках. Якщо прорахувати величину гідротермічного коефіцієнту за ці два місяці, то він становитиме:

$$ГТК = \sum W*10 / \sum T = 81*10 / 30*20 + 31*22 = 840 / 1282 = 0,66.$$

Такий рівень співвідношення опадів і температури майже задовольняє потреби більшості культур, але у разі, якщо умови зволоження певного року виявляться з недостатньою сумою опадів (до 50 мм за 2 місяці), тоді ГТК = 450/1282 = 0,35. Такий рівень ГТК свідчить про вкрай складні умов для вирощування ріпаку озимого. Все це свідчить про те, що вологозабезпеченість може мати вирішальне значення для формування урожаю. Тому, за таких умов важливого значення набуває ефективність використання вологи, тобто економічне витрачання її на процес життєдіяльності.

Водний режим – це нагромадження, пересування, випаровування та використання усіх видів вологи. В дослідженнях було використано методику спрощеного водного балансу [16]. Відповідно до цієї методики кінцевим показником водоспоживання є коефіцієнт, що показує ступінь ефективності використання вологи.

Спочатку, маючи показники фактичної вологості ґрунту, розраховуємо запас продуктивної вологи за формулою:

$$W = 0.1gh (V_1 – V_2),$$

де:

W – продуктивність вологи, мм

g – середня щільність ґрунту у розрахунковому шарі, г/см^3

h – шар ґрунту, см

V_1 – фактична вологість ґрунту, %

V_2 – вологість сталого в'янення, %

Якщо прорахувати запаси вологи на початку вегетації (для озимого ріпаку – це відновлення весняної вегетації) і в кінці (повна стиглість), то різниця буде – витрата вологи за період. До цієї величини додається сума атмосферних опадів (мм) і разом з ґрунтовими витратами ми одержуємо показник «загального водоспоживання».

$$ЗВ = (W + O)*10,$$

де:

ЗВ – загальне водоспоживання, м^3/га

W – витрати вологи з ґрунту, мм

О – атмосферні опади, мм

Вологість ґрунту, його щільність та мертвий запас (вологість сталого в'янення) визначали пошарово: 0–10; 10–20; 20–30; 30–40; 40–60; 60–80; 80–100 см.

Вологість сталого в'янення (ВСВ) у ґрунті дослідного поля становила по шарам: 0–10 см – 12,6%; 10–20 см – 12,4%; 20–30 см – 12,3%; 30–40 см – 12,1%; 40–60 см – 11,9%; 60–80 см – 11,7%; 80–100 см – 11,3%. Для спрощення прорахунків було обрано середній показник ВСВ: (12,6+12,4+12,3+12,1+11,9+11,7+11,3)/7 =12,0%

Таблиця 1

Фактична вологість ґрунту (%) у шарі 0 – 100 см залежно від підживлень та препаратів (середні за 2012–2020 рр.)

Азотне підживлення ***(фактор А)***	**Препарат** ***(фактор В)***	**Морфобіотип** ***(фактор С)***			
		Чорний велетень		**Кронос**	
		відновлення вегетації	**повна стиглість**	**відновлення вегетації**	**повна стиглість**
Без підживлень	Чиста вода (контроль)	23,2	16,2	23,8	16,5
	Вуксал®	23,2	15,4	23,8	16,3
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	23,2	15,8	23,8	16,5
	Хелафіт Комбі® (двічі)	23,2	15,2	23,8	16,4
N_{60}	Чиста вода (контроль)	23,2	15,4	23,8	15,7
	Вуксал®	23,2	15,0	23,8	15,3
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	23,2	15,2	23,8	15,5
	Хелафіт Комбі® (двічі)	23,2	15,0	23,8	15,4
N_{90}	Чиста вода (контроль)	23,2	14,8	23,8	15,0
	Вуксал®	23,2	14,6	23,8	14,8
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	23,2	14,6	23,8	15,0
	Хелафіт Комбі® (двічі)	23,2	14,7	23,8	14,7
Середня за всіма варіантами		23,2	15,2	23,8	15,6

Таблиця 2

Запас продуктивної вологи у шарі 0–100 см залежно від підживлень і препаратів (середні за 2012–2020 рр.), мм

Азотне підживлення ***(фактор А)***	**Препарат** ***(фактор В)***	**Морфобіотип** ***(фактор С)***			
		Чорний велетень		**Кронос**	
		відновлення вегетації	**повна стиглість**	**відновлення вегетації**	**повна стиглість**
Без підживлень	Чиста вода (контроль)	143,4	53,8	151,0	57,6
	Вуксал®	143,4	43,5	151,0	55,0
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	143,4	48,6	151,0	57,6
	Хелафіт Комбі® (двічі)	143,4	41,0	151,0	56,3
N_{60}	Чиста вода (контроль)	143,4	43,5	151,0	47,4
	Вуксал®	143,4	38,4	151,0	42,2
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	143,4	41,0	151,0	44,8
	Хелафіт Комбі® (двічі)	143,4	38,4	151,0	43,5
N_{90}	Чиста вода (контроль)	143,4	35,8	151,0	38,4
	Вуксал®	143,4	33,3	151,0	34,6
	Хелафіт Комбі® (1 раз)	143,4	33,3	151,0	38,4
	Хелафіт Комбі® (двічі)	143,4	34,6	151,0	34,6
Середня за всіма варіантами		143,4	40,4	151,0	45,9

Показник щільності ґрунту визначали в лабораторії кафедри рослинництва та агроінженерії Херсонського державного аграрно-економічного університету, також пошарово брали середній показник:

$g = (1,15+1,18+1,24+1,28+1,33+1,37+1,40) / 7 = 1,28$ г/см^3

Вологість ґрунту визначалася на початку весняної вегетації (3-я декада березня) та у фазі повної стиглості. Наведені результати свідчать про помірне зволоження ґрунту за всіх років проведення досліджень (табл. 1).

В цілому вологість ґрунту за період весняно-літньої вегетації і під посівами Чорного велетня знизилася на 8%, а під Кроносом – на 8,2%. Це свідчить про однаковий рівень водоспоживання обома генотипами.

Азотні підживлення з всіх випадків посилюють водоспоживання, що має певне відображення на зменшенні вологості ґрунту у фазі повної стиглості. У Чорного велетня при внесенні підживлень дозою N_{60} вологість зменшується на 0,8%, а за внесення N_{90} – на 1,4%, а у гібриду Кронос – відповідно на 0,8 та 1,5%.

Таблиця 3

Водний баланс метрового шару ґрунту під посівами озимого ріпаку сорту Чорний велетень (середні за 2012–2020 рр.)

Азотне підживлення *(фактор А)*	Препарат (*фактор В*)	Запас продуктивної вологи, м^3/га		Опади, м^3/га	Загальне водоспоживання, м^3/га	Урожай сухої біомаси, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, м^3/т біомаси
		початок вегетації	повна стиглість				
Без підживлень	Без обробітку	1434	538	1426	2322	10,2	228
	Вуксал	1434	435	1444	2443	10,9	224
	Хелафіт Комбі (1 раз)	1434	486	1444	2392	10,3	232
	Хелафіт Комбі (дворазово)	1434	410	1462	2486	11,3	220
N_{60}	Без обробітку	1434	435	1462	2461	11,2	220
	Вуксал	1434	384	1480	2486	12,1	205
	Хелафіт Комбі (1 раз)	1434	410	1462	2530	11,9	213
	Хелафіт Комбі (дворазово)	1434	384	1480	2530	12,5	202
N_{90}	Без обробітку	1434	358	1462	2538	12,5	203
	Вуксал	1434	333	1480	2581	13,4	193
	Хелафіт Комбі (1 раз)	1434	333	1462	2563	13,0	197
	Хелафіт Комбі (дворазово)	1434	346	1480	2568	13,6	190
Середнє за всіма варіантами		1434	404	1462	2492	11,9	209

Таблиця 4

Водний баланс метрового шару ґрунту під посівами озимого ріпаку гібриду Кронос (середні за 2012–2020 рр.)

Азотне підживлення *(фактор А)*	Препарат *(фактор В)*	Запас продуктивної вологи, м^3/га		Опади, м^3/га	Загальне водоспоживання, м^3/га	Урожай сухої біомаси, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, м^3/т біомаси
		Початок вегетації	Повна стиглість				
Без підживлень	Без обробітку	1510	576	1348	2282	10,0	228
	Вуксал	1510	550	1364	2324	10,7	217
	Хелафіт Комбі (1 раз)	1510	576	1364	2298	10,5	219
	Хелафіт Комбі (дворазово)	1510	563	1382	2329	11,1	210
N_{60}	Без обробітку	1510	474	1364	2400	11,3	212
	Вуксал	1510	422	1382	2470	11,9	208
	Хелафіт Комбі (1 раз)	1510	448	1382	2444	11,7	209
	Хелафіт Комбі (дворазово)	1510	435	1400	2475	12,2	203
N_{90}	Без обробітку	1510	384	1410	2536	12,5	202
	Вуксал	1510	346	1428	2592	13,1	198
	Хелафіт Комбі (1 раз)	1510	384	1428	2554	12,9	198
	Хелафіт Комбі (дворазово)	1510	346	1446	2610	13,5	193
Середнє за всіма варіантами		1510	459	1392	2443	11,8	208

Застосування багатофункціональних рістрегулюючих препаратів з точки зору впливу на вологість ґрунту також було очікуваним результатом. У цьому відношенні саме Вуксал більш активно впливав на зростання водоспоживання. Хелафіт Комбі теж мав аналогічний вплив, але його ступінь помітно поступалася.

Як було зазначено вище, для подальших розрахунків ми визначали запас продуктивної вологи у ґрунті на початку та в кінці вегетації. Результати розрахунків наведено в таблиці 2.

Запас продуктивної вологи має прямо пропорційну залежність з польової вологістю ґрунту, і є різницею між загальною кількістю вологи та малодоступними запасами. Тому ні по роках, ні по варіантах досліду не є доцільним визначати певні закономірності.

Основною метою досліджень, пов'язаних із водним режимом є визначення впливу підживлень і препаратів на запланований врожай і питомий рівень водоспоживання. Навіть якщо рослина вживає абсолютно однакову кількість води, це не означає, що у неї однакова ефективність використання цього фактору життя, бо рослина може утворювати більшу або меншу кількість біомаси і таким чином мати вищий або нижчий рівень ефективності водоспоживання. Це означає, що економність витрат води визначається не тільки її кількістю, а саме продуктивністю утворення біомаси.

Тому, для більш повної характеристики водного режиму було проведено розрахунки загального і питомого водоспоживання (витрати на одиницю сухої речовини). Розрахунки вели за середньорічними даними. За результатами цих розрахунків було одержано дані, які наведені в таблиці 3 та 4.

Аналізуючи результати досліджень наведені в таблицях 3 та 4 необхідно зазначити, що для розрахунків водного балансу метрового шару ґрунту досліджуваних морфобіотипів було обрано лише весняно-літній період. Такий вегетаційний період складав лише 100 днів з 270 (повної вегетації ріпаку озимого разом із періодом зимового спокою), оскільки істотний інтерес був спрямований на визначення умов впливу факторів на економію витрачання вологи зимового запасу та періоду до збирання культури.

Результатами досліджень встановлено, що різниця між крайніми варіантами за величиною загального водоспоживання становила 328 м^3/га, або на 14,4% більше. Це показники сукупної дії, а за окремими факторами зростання загального водоспоживання мало вигляд: підживлення N_{60} – на 5,2%; N_{90} – на 11,1%; препарат Вуксал – на 1,8%; препарат Хелафіт Комбі за дворазового внесення – на 2,1%. Такі відмінності є несуттєвими і тому можна простежувати помітний вплив лише у комбінації препаратів з азотним підживленням.

Щодо коефіцієнту водоспоживання, то на контрольному варіанті як для сорту Чорний велетень, так і для гібриду Кронос він становив 228 м^3/т сухої біомаси. Доведено, що при дозі внесених добрив N_{60} цей коефіцієнт зменшувався до 212–220, а при N_{90} – до 202–203 м^3/т біомаси. За такого сполучення факторів кращі результати було досягнуто за комбінації азотного підживлення N_{90} з дворазовим внесенням препарату Хелафіт Комбі. У такій комбінації величина коефіцієнту водоспоживання зменшилась на 35 м^3/т сухої біомаси (18%).

Висновки. Порівнюючи обидва морфобіотипи встановлено, що у середньобагаторічних порівняннях вони були абсолютно ідентичними. Азотні підживлення та застосування комбінованих препаратів помітно збільшують показник загального водоспоживання. Таке зростання відбувається за рахунок двох чинників: по-перше – у порівнянні з контрольним варіантом на ділянці посіву з обробкою рослин комбінованими препаратами залишається менше продуктивної вологи на час повної стиглості; по-друге – пролонгація вегетаційного періоду агроценозу призводить до збільшення суми атмосферних опадів.

Зрозуміло, що зростання об'єму загального водоспоживання не є позитивним явищем за сучасних умов дефіциту вологи, але розглядаючи сам процес водоспоживання у комплексі з урожаєм сухої біомаси, можна зробити висновок про ефективність витрат води. Результати досліджень свідчать, що коефіцієнт водоспоживання при зростанні загальних витрат вологи мав тенденцію до зниження.

З результатів досліджень можна зробити висновок, що проведення азотного підживлення дозою N_{90} у комбінації з внесенням багатофункціонального рістрегулюючого препарату Хелафіт Комбі дозволяє помітно економніше витрачати вологу для утворення органічної біомаси.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кукса Ю. А., Комарова І. Б. Водоспоживання ріпака ярого залежно від агроприйомів вирощування в умовах північного степу України. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2016. № 23. С. 137–142.
2. Домарацький Є. Глобальне потепління – палиця з двома кінцями для українських аграріїв. Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції *«Стан і перспективи селекції в умовах змін клімату»* 23 лютого 2018 року, тези доповідей. Херсон : Інститут зрошуваного землеробства НААН, 2018. С. 44–47.
3. Домарацький Є. О. Методи пом'якшення негативної дії водного стресу у рослин ріпаку озимого. *Вісник аграрної науки Причорномор´я.* 2018. Вип. 2. С. 39–45.
4. Гульванський І. М., Синицький С. Л., Мостіпан М. І. Ефективність комплексного використання азотних добрив та регуляторів росту рослин для позакореневого підживлення озимої пшениці. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2006. Вип. 4(1). С. 45–51.
5. Panfilova A., Gamayunova V., Smirnova I. Influence of fertilizing with modern complex organic-mineral fertilizers to grain yield and quality of winter wheat in the southern steppe of Ukraine. *Agraarteadus.* 2020. № 31(2). P. 196–201. https://dx.doi.org/10.15159/jas.20.28
6. Домарацький Є. О., Базалій В. В., Домарацький О. О. Продуктивність ріпаку озимого залежно від азотного живлення та рістрегулюючих препаратів за умов кліматичних змін. *Вісник аграрної науки Причорномор´я.* 2019. Вип. 1. С. 53–62. (DOI: 10.31521/2313-092X/2019-1(101)-8).
7. Пророченко Т. І. Урожайність ріпаку ярого залежно від застосування в удобрення різних форм азотних

добрив. *Науковий журнал* «*Рослинництво та ґрунтознавство»*. 2018. Вип. 286, С. 74–79.
8. Деребон І. Ю., Малик К. В., Овдійчук В. П. Якість ріпаку озимого залежно від удобрення. *Сільське господарство сьогодення (збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених, збірник 1)*. ЖНАЕУ, 2019. С. 129–131.
9. Томашов С. В. Мінеральні добрива під озимий ріпак як елемент технології вирощування. *Современные научные проблемы создания сортов и гибридов масличных культур и технологии их выращивания* : сб. тез. Междунар. конф. (г. Запорожье, 4–6 авг. 2009 г.). Запорожье, 2009. С. 76–77.
10. Шкода О. А., Біднина І. О. Урожай ріпаку озимого за різного рівня азотного живлення. *Зрошуване землеробство* : зб. наук. праць. 2014. Вип. 61. С. 91–93.
11. Шкода О. А., Біднина І. О. Ріпак озимий: умови для кращої перезимівлі. *The Ukraine Farmer*, 2014. Вип. 10(58). С. 58–59.
12. Заєць С. О., Василенко Р. М., Степанова І. М., Шаталова В. В. Продуктивність ріпаку озимого залежно від впливу різних компонентів препарату Мочекин-К в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник,* 2013. Вип. 83. С. 52–55.
13. Домарацький Є. О., Добровольський А. В., Козлова О. П., Добровольський П. А., Лавришина О. Є. Шляхи оптимізації водоспоживання соняшника високоолеїнового типу за умов зміни клімату. *Аграрні інновації.* 2021. Вип. 10. С. 34–41.
14. Ревтьо О. Я., Домарацький Є. О. Оптимізація продукційного процесу агроценозів соняшнику за посушливих умов Південного Степу України. *Аграрні інновації.* 2021. Вип. 5. С. 68–74.
15. Методика польового досліду (зрошуване землеробство) [Methodology of field experiment (irrigated agriculture)] / за ред. Ушкаренка В.О. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 448 с.
16. Вериго С. А., Разумова Л. А. Почвенная влага. Львов : *Гидрометиздат,* 1973. 328 с.

REFERENCES:

1. Kuksa, Yu.A. & Komarova, I.B. (2016). Vodospozhyvannya ripaka yaroho zalezhno vid ahropryyomiv vyroshchuvannya v umovakh pivnichnoho stepu Ukrayiny [Water consumption of spring rapeseed depending on agricultural methods of cultivation in the conditions of the northern steppe of Ukraine]. *Naukovo-tekhnichnyy byuleten' Instytutu oliynykh kul'tur NAAN – Scientific and technical bulletin of the Institute of Oil Crops of the National Academy of Sciences,* 23, 137–142 [in Ukrainian].
2. Domaratskyy, Ye. (2018). Hlobalne poteplinnya – palytsya z dvoma kintsyamy dlya ukrayins'kykh ahrariyiv [Global warming is a double-edged sword for Ukrainian farmers]. *Materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi Internet-konferentsiyi "Stan i perspektyvy selektsiyi v umovakh zmin klimatu" 23 lyutoho 2018 roku, tezy dopovidey [Materials of the international scientific and practical Internet conference "The state and prospects of breeding in the conditions of climate change" on February 23, 2018, theses of reports]* (pp. 44–47). Kherson: Instytut zroshuvanoho zemlerobstva NAAN [in Ukrainian].
3. Domaratskyy, Ye.O. (2018). Metody pomyakshennya nehatyvnoyi diyi vodnoho stresu u roslyn ripaku ozymoho [Methods of mitigating the negative effects of water stress in winter rapeseed plants]. *Visnyk ahrarnoyi nauky Prychornomorya – Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 2, 39–45 [in Ukrainian].
4. Hulvanskyy, I.M., Synytskyy, S.L. & Mostipan, M.I. Efektyvnist kompleksnoho vykorystannya azotnykh dobryv ta rehulyatoriv rostu roslyn dlya pozakorenevoho pidzhyvlennya ozymoyi pshenytsi [Effectiveness of complex use of nitrogen fertilizers and plant growth regulators for foliar fertilization of winter wheat]. *Visnyk ahrarnoyi nauky Prychornomorya – Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 4(1), 45–51 [in Ukrainian].
5. Panfilova, A., Gamayunova, V. & Smirnova, I. (2020). Influence of fertilizing with modern complex organic-mineral fertilizers to grain yield and quality of winter wheat in the southern steppe of Ukraine. *Agraarteadus*. 31(2), 196–201 [in English].
6. Domaratskyy, Ye.O., Bazaliy, V.V. & Domaratskyy, O.O. (2019). Produktyvnist' ripaku ozymoho zalezhno vid azotnoho zhyvlennya ta ristrehulyuyuchykh preparativ za umov klimatychnykh zmin [Productivity of winter rape depending on nitrogen nutrition and re-regulating drugs under conditions of climatic changes]. *Visnyk ahrarnoyi nauky Prychornomorya – Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region,* 1, 53–62 [in Ukrainian].
7. Prorochenko, T.I. (2018). Urozhaynist ripaku yaroho zalezhno vid zastosuvannya v udobrennya riznykh form azotnykh dobryv [The yield of spring rape depends on the application of different forms of nitrogen fertilizers]. *Naukovyy zhurnal «Roslynnytstvo ta gruntoznavstvo» – Scientific journal "Vegetation and Soil Science"*, 286, 74–79 [in Ukrainian].
8. Derebon, I.Yu., Malyk, K.V. & Ovdiychuk, V.P. (2019). Yakist' ripaku ozymoho zalezhno vid udobrennya [The quality of winter rape depends on the fertilizer]. *Cil'ke hospodarstvo sohodennya (zbirnyk tez dopovidey Vseukrayinskoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi naukovo-pedahohichnykh pratsivnykiv, doktorantiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh, zbirnyk 1) [Today's agriculture (collection of abstracts of reports of the All-Ukrainian scientific and practical conference of scientific and pedagogical workers, doctoral students, post-graduate students and young scientists, collection 1)]* (pp. 129–131). ZHNAEU [in Ukrainian].
9. Tomashov, S.V. (2009). Mineral'ni dobryva pid ozymyy ripak yak element tekhnolohiyi vyroshchuvannya [Mineral fertilizers for winter rape as an element of growing technology]. *Sovremennye nauchnye problemy sozdanyya sortov y hybrydov maslychnykh kul'tur y tekhnolohyy ykh vyrashchyvanyya :* sb. tez. Mezhdunar. konf. (h. Zaporozh'e, 4–6 avh. 2009 h.) *[Modern scientific problems of creating varieties and hybrids of oilseed crops and their cultivation technology* : collection of theses. International conf. (Zaporozhye, August 4–6, 2009)]. (pp. 76-77). Zaporozhe [in Ukrainian].
10. Shkoda, O.A. & Bidnyna, I.O. (2014). Urozhay ripaku ozymoho za riznoho rivnya azotnoho zhyvlennya [Winter rapeseed yield at different levels of nitrogen nutrition]. *Zroshuvane zemlerobstvo: Zb. nauk. prats – Irrigated agriculture: Collection of scientific papers*, 61, 91–93 [in Ukrainian].

11. Shkoda, O.A. & Bidnyna, I.O. (2014). Ripak ozymyy: umovy dlya krashchoyi perezymivli [Winter rapeseed: conditions for better overwintering]. *The Ukraine Farmer*, 10(58), 58–59 [in Ukrainian].
12. Zayets, S.O., Vasylenko, R.M., Stepanova, I.M. & Shatalova, V.V. Produktyvnist ripaku ozymoho zalezhno vid vplyvu riznykh komponentiv preparatu Mochekyn-K v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrayiny [Productivity of winter rape depending on the influence of various components of the drug Mochekin-K in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Tavriyskyy naukovyy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 83, 52–55 [in Ukrainian].
13. Domaratskyy, Ye.O., Dobrovolskyy, A.V., Kozlova, O.P., Dobrovolskyy, P.A. & Lavryshyna, O.Ye. (2021). Shlyakhy optymizatsiyi vodospozhyvannya sonyashnyka vysokooleyinovoho typu za umov zminy klimatu [Ways to optimize water consumption of high-oleic sunflower under conditions of climate change]. *Ahrarni innovatsiyi – Agrarian innovations*, 10, 34–41 [in Ukrainian].
14. Revto, O.Ya. & Domaratskyy, Ye.O. (2021). Optymizatsiya produktsiynoho protsesu ahrotsenoziv sonyashnyku za posushlyvykh umov Pivdennoho Stepu Ukrayiny [Optimizing the production process of sunflower agrocenoses under arid conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Ahrarni innovatsiyi – Agrarian innovations*, 5, 68–74 [in Ukrainian].
15. Ushkarenko, V.O. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo) [Methodology of field experiment (irrigated agriculture)]*. Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian].
16. Veryho, S.A. & Razumova, L.A. (1973). *Pochvennaya vlaha [Soil moisture]*. Lvov: Hydrometyzdat [in Ukrainian].

Домарацький Є.О. Вплив азотно живлення та комбінованих препаратів на особливості водоспоживання ріпаку озимого за різних умов вирощування

Мета статті – встановлення впливу різних норм азотного живлення в поєднанні з позакореневими обробками рослин комбінованими препаратами на динамічність процесу водоспоживання ріпаку озимого, а також інтенсивність реакції рослин на ці чинники. **Методи.** Для характеристики водного режиму посівів ріпаку озимого впродовж весняно-літньої вегетації проводили трьохразове визначення вологості ґрунту для розрахунку запасу продуктивної вологи. Експериментальні дані обробляли методом багатофакторного дисперсійного аналізу за Ушкаренко В.О. Моделювання формування урожайності здійснювалося із застосуванням ліцензійного програмного інструменту «Statistica 8.0». **Результати.** Польові досліди проводили впродовж 2012–2020 рр. в незрошуваних умовах Вознесенського району Миколаївської області на чорноземах звичайних малогумусні з вмістом гумусу – 3,2%. В дослідах вивчали гібрид ріпаку озимого Кронос та сорт Чорний велетень. Дослідні ділянки розташовували у трьох повтореннях послідовно. Площа дослідної ділянки становила 2520 м^2, а облікової – 600 м^2. Сівбу проводили у період 1 – 10 вересня з нормою висіву 1,0 млн. схожих насінин на 1 га. Попередником виступав чорний пар. Схема дослідів включала варіанти з проведенням ранньо-весняного підживлення азотними добривами дозою N_{60} та N_{90}, та позакореневі підживлення препаратом Вуксал Мікроплант® (мікродобриво німецької компанії «Аглюкон») та комплексним рістрегулюючим препаратом Хелафіт Комбі® двічи в період вегетації рослин ріпаку озимого. **Висновки.** Результатами досліджень доведено, що азотні підживлення та застосування комбінованих препаратів помітно збільшують показник загального водоспоживання, різниця між крайніми варіантами за величиною загального водоспоживання становила 328 м^3/га, або на 14,4% більше. За окремими факторами зростання загального водоспоживання мало вигляд: підживлення N_{60} – на 5,2%; N_{90} – на 11,1%; препарат Вуксал – на 1,8%; препарат Хелафіт Комбі за дворазового внесення – на 2,1%. Результати досліджень свідчать, що коефіцієнт водоспоживання при зростанні загальних витрат вологи мав тенденцію до зниження. Встановлено, що при дозі внесених добрив N_{60} коефіцієнт водоспоживання зменшувався до 212–220, а при N_{90} – до 202–203 м^3/т біомаси. За такого сполучення факторів кращі результати було досягнуто за комбінації азотного підживлення N_{90} з дворазовим внесенням препарату Хелафіт Комбі. У такій комбінації величина коефіцієнту водоспоживання зменшилась на 35 м^3/т сухої біомаси (18%). Відповідно, проведення азотного підживлення дозою N_{90} у комбінації з внесенням багатофункціонального рістрегулюючого препарату Хелафіт Комбі дозволяє помітно економніше витрачати вологу для утворення органічної біомаси.

Ключові слова: ріпак озимий, мофобіотип, комбіновані препарати, живлення, водоспоживання, водний баланс.

Domaratskyi E.O. The influence of nitrogen nutrition and combined preparations on the characteristics of water consumption of winter rape under different growing conditions

The purpose of the article is to establish the effect of different rates of nitrogen nutrition in combination with foliar treatment of plants with combined preparations on the dynamics of the water consumption process of winter rape, as well as the intensity of the plants' response to these factors. **Research methods.** To characterize the water regime of winter rapeseed crops during the spring-summer growing season, soil moisture was determined three times to calculate the productive moisture reserve. Experimental data were processed by the method of multivariate variance analysis according to V.O. Ushkarenko. Modeling of yield formation was carried out using the licensed software tool “Statistica 8.0”. **Research results**. Field experiments were conducted during 2012–2020 in non-irrigated conditions of the Voznesen district of the Mykolaiv region on ordinary low-humus chernozems with a humus content of 3.2%. In the experiments, the Kronos winter rapeseed hybrid and the Black Giant variety were studied. Experimental plots were located in three repetitions in a row. The area of the experimental area was 2520 m^2, and the accounting area was 600 m^2. Sowing was carried out in the period from September 1 to 10 with a sowing rate of 1.0 million similar seeds per hectare. The predecessor was black steam. The scheme of experiments included options for early-spring fertilizing with N_{60} and N_{90} nitrogen fertilizers, and foliar fertilizing with Vuksal Microplant® (a microfertilizer from the German company “Aglucon”) and the complex re-regulating drug Helafit Kombi® twice during the growing season of winter rapeseed plants. **Conclusions**. The results of the research proved that nitrogen fertilization and the use of combined preparations significantly increase the indicator of total water consumption, the difference

between the extreme options in the amount of total water consumption was 328 m^3/ha, or 14.4% more. According to individual factors, the growth of total water consumption was as follows: N_{60} recharge – by 5.2%; N_{90} – by 11.1%; the drug Vuksal – by 1.8%; drug Helafit Combi for two-time application – by 2.1%. Research results indicate that the water consumption ratio tended to decrease with the increase in total moisture consumption. It was established that with the dose of applied fertilizers N60, the water consumption coefficient decreased to 212–220, and with N90 – to 202–203 m^3/t of biomass. With such a combination of factors, the best results were achieved with a combination of N_{90} nitrogen fertilization with a two-time application of Helafit Combi. In such a combination, the value of the water consumption coefficient decreased by 35 m^3/t of dry biomass (18%). Accordingly, carrying out nitrogen fertilization with a dose of N_{90} in combination with the introduction of the multifunctional re-regulating drug Helafit Combi allows you to use moisture significantly more economically for the formation of organic biomass.

Key words: winter rapeseed, morphobiotype, combined preparations, nutrition, water consumption, water balance.

УДК 504.4:54
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.8

ІРИГАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОД І ЇХ МІНЛИВІСТЬ НА ПРИКЛАДІ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

ЮРАСОВ С.М. – кандидат технічних наук, доцент
orcid.org/0000-0003-4312-249X
Одеський державний екологічний університет
КАРАУЛОВ В.Д. – аспірант
orcid.org/0000-0002-0151-3196
Одеський державний екологічний університет
ЖИТКЕВИЧ М.Я. – магістрант
orcid.org/0000-0001-9783-6354
Одеський державний екологічний університет

Постановка проблеми. Проблема іригації сільгоспугідь півдня України залишається дуже актуальною. Вона змушує приймати різні міри, у числі яких: реконструювання частини радянських іригаційних мереж [1]; утворення штучних водойм для накопичення вод з метою їх подальшого використання для поливу [2]; пошук нових джерел поливних вод; аналіз іригаційних властивостей існуючих водних об'єктів; а також розробку нових і вдосконалення існуючих методик оцінки іригаційних властивостей вод.

Протягом року властивості вод можуть дуже сильно змінюватись під впливом різних природних і антропогенних чинників. У таких умовах оцінку якості вод, у тому числі і іригаційних, доцільно виконувати з позицій ймовірності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі досліджень останніх років [3–8] встановлено, що питання по удосконаленню методики ДСТУ 2730:2015 [9] і використанню ймовірнісного підходу при оцінюванні якості іригаційних вод не розглядалися.

Мета статті. Метою роботи є удосконалення методики оцінки небезпеки іригаційного засолення ґрунту за показником суми токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів (ДСТУ 2730:2015) [9] та опробування запропонованої методики при оцінки мінливості іригаційних властивостей вод. В роботі використані результати гідрохімічних спостережень Одеського обласного управління водних ресурсів 2010–2020 рр. на річки Сарата, Кучурганському і Барабойському водосховищах протягом теплого періоду року.

Об'єкт дослідження – склад і властивості іригаційних вод.

Предмет дослідження – оцінка якості іригаційних вод і мінливості їх властивостей.

Матеріали і методика досліджень. Ця стаття є продовженням досліджень, опублікованих в попередньому номері журналу «Аграрні інновації» № 16 [10]. Відповідно мети досліджень оцінка іригаційних властивостей вод в роботі виконано за удосконаленою методикою ДСТУ 2730:2015 [9] за критерієм суми токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів, інші критерії не розглядались.

Авторами статті запропоновано детальна типізація іригаційних вод [10] на основі типізації природних вод Альокіна О. А. [11] і удосконалення методики ДСТУ 2730:2015.

У запропонованій детальній типізації іригаційних вод типи природних вод за Альокіним О.А. I, II і III [11] розбити на підтипи I, II*a*, II*b*, III*a*. III*b* і III*c* [10] (рис. 1).

На схемі (рис. 1) і далі по тексту індекс *r* перед іоном позначає, що концентрація цього іону має еквівалентний вираз (мекв/дм^3).

Води типу IV [11] не розглядаються оскільки до нього належать кислі болотні, шахтні і вулканічні води, а також води, сильно забруднені промисловими стоками, які не придатні для зрошення.

Схема класифікації іригаційних вод на основі класифікації природних вод Альокіна О.А. [11] з запропонованою детальною типізацією буде мати вигляд показаний на рис. 2.

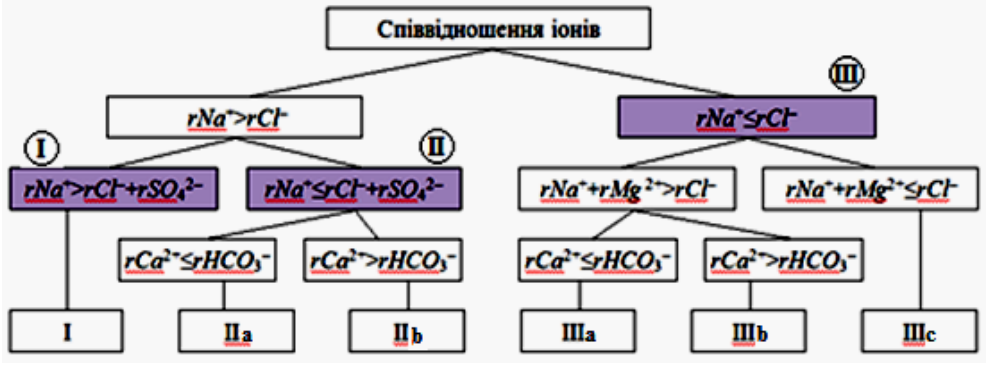


Рис. 1. Схема детальної типізації іригаційних вод [2]

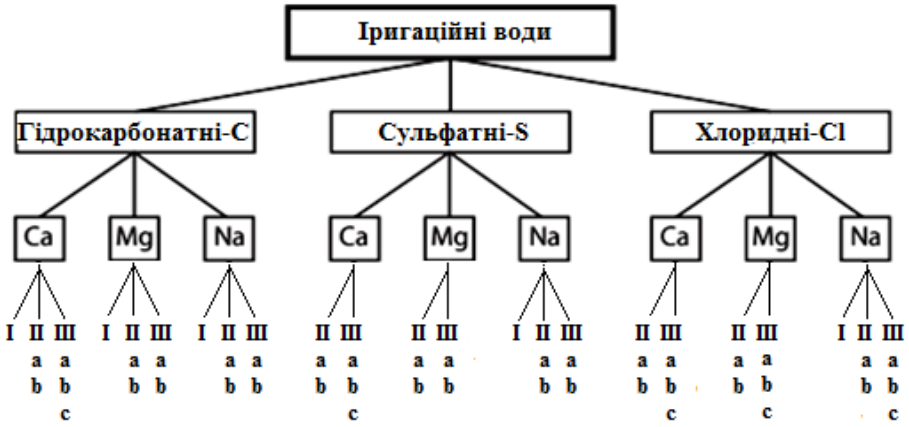


Рис. 2. Класифікація іригаційних вод на основі класифікації природних вод Альокіна О.А. (пропозиція авторів статті)

За схемою (рис. 2) видно, що гідрокарбонатні або сульфатні води магнієвої або натрієвої груп не мають підтипу III*c* (C^{Mg}_{IIIc}, C^{Na}_{IIIc}, S^{Mg}_{IIIc} і S^{Na}_{IIIc} не існують).

Це можна показати, використовуючи співвідношення іонів (рис.1) характерне для підтипу III*c* ($rNa^{+}+rMg^{2+}\leq rCl^{-}$) і рівність 100% суми катіонів і суми аніонів: тільки при rCl^{-}<50% з'являється ймовірність того, що або $rHCO_3^{-}$, або rSO_4^{2-}, будуть переважаючими (у протилежному випадку rCl^{-}>50% а ні $rHCO_3^{-}$, а ні rSO_4^{2-} не можуть бути переважними навіть при відсутності одного з них), але у такому випадку згідно співвідношенню III*c* сума $rNa^{+}+rMg^{2+}\leq rCl^{-}$<50%, звідси rCa>50%, він є переважним. Таким чином C^{Mg}_{IIIc} і C^{Na}_{IIIc}, або S^{Mg}_{IIIc} і S^{Na}_{IIIc} мають позначення C^{Ca}_{IIIc} або S^{Ca}_{IIIc}.

За взаємним врівноваженням головних іонів відповідно [11$ 12] для кожного підтипу вод встановлений набор гіпотетичних солей, а також наведені формули розрахунку концентрації гіпотетичних солей [10].

В ДСТУ 2730:2015 показник $e(rCl^{-})$ розраховується за формулою (1):

$$e(rCl^{-}) = rCl^{-} + 0{,}2(rSO_4^{2-})_T + 0{,}4(rHCO_3^{-})_T + 5rCO_3^{2-}, \quad (1)$$

де rCl^{-} – кількість хлоридів; $(rSO_4^{2-})_T$ – кількість токсичних сульфатів; $(rHCO_3^{-})_T$ – кількість токсичних гідрокарбонатів; rCO_3^{2-} – кількість токсичних карбонатів.

Послідовність зв'язування іонів вказана в табл. 1. Іригаційний клас якості вод для різних типів ґрунтів встановлюється за табл. 2.

Запропонована детальна типізація дозволяє для кожного підтипу іригаційних вод записати формулу розрахунку показника $e(rCl^{-})$ [10]:

$$\text{I} - e(rCl^{-}) = rCl^{-} + 0{,}2(rSO_4^{2-}) + 0{,}4(rMg^{2+}) + (rHCO_3^{-} - rCa^{2+} - rMg^{2+}) + 5rCO_3^{2-}; \quad (2)$$

$$\text{II}a, \text{III}a - e(rCl^{-}) = rCl^{-} + 0{,}2(rSO_4^{2-}) + 0{,}4(rHCO_3^{-} - rCa^{2+}) + 5rCO_3^{2-}; \quad (3)$$

$$\text{II}b, \text{III}b - e(rCl^{-}) = rCl^{-} + 0{,}2(rSO_4^{2-} + rHCO_3 - rCa^{2+}) + 5rCO_3^{2-}; \quad (4)$$

$$\text{III}c - e(rCl^{-}) = rCl^{-} + 5rCO_3^{2-}. \quad (5)$$

Формули (2)–(5) одержані при умовах: іони Cl^{-} і Na^{+} вважаються токсичними завжди; іони Mg^{2+} відповідно [13] та іони CO_3^{2-} [9] теж вважаються завжди токсичними.

Коментар формули (2). Для вод підтипу I усі сульфат-іони токсичні, так як вони повністю врівноважені частиною іонів натрію (мають коефіцієнт 0,2). Частина гідрокарбонат-іонів, що врівноважена усіма іонами маг-

Таблиця 1

Схема зв'язування іонів у токсичні й нетоксичні солі [9]

Іони	CO_3^{2-}	HCO_3^{-}	SO_4^{2-}	Cl^{-}
Ca^{2+}	–	2	5	8
Mg^{2+}	–	3	6	9
$Na^{+}+K^{+}$	1	4	7	10

Таблиця 2

Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою іригаційного засолення ґрунту [9]

Концентрація токсичних іонів у еквівалентах хлорид-іонів за групами ґрунтів за їх гранулометричним складом у шарі 0–100 см, мекв/дм³						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
< 30	< 26	< 22	< 18	< 14	< 10	I
30 ÷ 40	26 ÷ 36	22 ÷ 32	18 ÷ 28	14 ÷ 24	10 ÷ 20	II
≥ 40	≥ 36	≥ 32	≥ 28	≥ 24	≥ 20	III

нію, в еквівалентах дорівнює їх кількості (коефіцієнт 0,4). Ще одна частина гідрокарбонат-іонів, що врівноважена частиною іонів натрію, дорівнює ($rHCO_3^- – rCa^{2+} – rMg^{2+}$) і має таку ж токсичність, як і хлорид-іони (токсичність питний соди ($NaHCO_3$) і хлориду натрію ($NaCl$) тут вважається однаковою).

Якщо вважати, що питна сода має таку ж токсичність, як і сода звичайна (Na_2CO_3), то формулу (2) слід записати так:

$$e(rCl^-) = rCl^- + 0{,}2(rSO_4^{2-}) + 0{,}4(rMg^{2+}) + \\ + 5(rHCO_3^- – rCa^{2+} – rMg^{2+} + rCO_3^{2-}); \quad (6)$$

Слід зазначити, що токсичність аніонів Cl^-, а також HCO_3^- і SO_4^{2-} може сильно відрізнятися в залежності від того, якими катіонами вони врівноважені. Ковда В.А. [14] токсичність солей розташовує у такій послідовності: $Na_2CO_3 > NaHCO_3 > NaCl > CaCl_2 > Na_2SO_4 > MgCl_2 > MgSO_4$. Звідси видно, що частина Cl^-, яка в воді врівноважена Na^+ (гіпотетично створюють $NaCl$) мають більшу токсичність ніж частина Cl^-, врівноважених Ca^{2+} ($CaCl_2$) або Mg^{2+} ($MgCl_2$).

Інформація про групу і підтип іригаційних вод дає уявлення про їх властивості за багатьма іригаційними показниками (у тому числі і в ДСТУ 2730:2015): підтип вод дає можливість обрати формулу для розрахунку показника $e(rCl^-)$; у вод підтипів I, II*a* і III*a* є токсична лужність (для них характерним є співвідношення $rHCO_3^- > rCa^{2+}$); у вод II*b*, III*b* і III*c* токсична лужність відсутня; для натрієвих вод завжди $(rNa^+ + rK^+)/(rNa^+ + rK^+ + rCa^{2+} + rMg^{2+}) > 34\%$ (так як тільки при $(rNa^+ + rK^+) > 34\%$ з'являється ймовірність того, що $(rNa^+ + rK^+)$ будуть переважними), для них завжди $(rNa^+ + rK^+)/(rCa^{2+} + rMg^{2+}) > 52\%$ і $(rNa^+ + rK^+)/rCa^{2+} > 1$; для магнієвих вод завжди $rMg^{2+}/(rCa^{2+} + rMg^{2+}) > 50\%$ і $(rMg^{2+} – rCa^{2+}) > 0$.

Склад і властивості вод протягом року можуть дуже сильно змінюватись, тому оцінювання якості вод доцільно виконувати з позицій ймовірності. Для цього можна за даними спостережень (якщо є така можливість) визначити параметри закону розподілу деякого показника і знайти необхідні ймовірнісні характеристики.

Ймовірність класу якості вод за показником $e(rCl^-)$ для різних типів ґрунтів (табл. 3) можна визначити, використовуючи табл. 2 [9].

При цьому зручно використовувати логнормальний закон розподілу, параметрами якого є середнє ($\check{C}$) та середньоквадратичне відхилення ($\check{G}$) логарифмів досліджуваного ряду розрахункових даних:

$$P(x \le C_i) = ЛОГНОРМРАСП(C_i; \check{C}; \check{G}), \quad (7)$$

де $P(x \le C_i)$ – ймовірність того, що значення величини x буде не більше C_i; *ЛОГНОРМРАСП*() – оператор в табличному редакторі *Excel*; C_i – значення випадкової величини; $\check{C}$ і $\check{G}$ – параметри логнормального розподілу.

Результати досліджень. За вдосконаленою методикою виконано оцінка можливості іригаційного засолення ґрунту при використанні для поливу вод річки Сарата, а також водосховищ Кучурганське та Барабойське.

Таблиця 3

Ймовірність класу якості іригаційних вод для різних типів ґрунтів (пропозиція авторів статті)

Водний об'єкт (параметри закону розподілу $e(rCl^-)$: $\check{C}$; $\check{G}$)						
Ймовірність (%) класу якості вод для різних ґрунтів						**Клас якості води**
Піщаний	**Супіщаний**	**Легко-суглинковий**	**Середньо-суглинковий**	**Важко-суглинковий**	**Глинистий**	
$P(30)$	$P(26)$	$P(22)$	$P(18)$	$P(14)$	$P(10)$	I
$P(40) – P(30)$	$P(36) – P(26)$	$P(32) – P(22)$	$P(28) – P(18)$	$P(24) – P(14)$	$P(20) – P(10)$	II
$1 – P(40)$	$1 – P(36)$	$1 – P(32)$	$1 – P(28)$	$1 – P(24)$	$1 – P(20)$	III

Таблиця 4

Параметри закону розподілу суми токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів для різних водних об'єктів в теплий період року

Параметри розподілу	**Значення параметрів логнормального розподілу $e(rCl^-)$**			
	р. Сарата (с. Білолісся, 14 км)	**р. Сарата (с. Меняйлівка, 94 км)**	**вдсх Кучурганське**	**вдсх Барабойське**
$\check{C}$	3,696	2,756	2,872	0,5719
$\check{G}$	0,5153	0,4150	0,4921	0,4573

Таблиця 5

Ймовірність класу якості вод річки Сарата, с. Білолісся (14 км)

Сарата, с. Білолісся (параметри закона розподілу $e(rCl^-)$: $\check{C}$ =3,696; $\check{G}$ =0,5153)						
Імовірність (%) класу якості вод для різних ґрунтів						**Клас якості води**
Піщаний	**Супіщаний**	**Легко-суглинковий**	**Середньо-суглинковий**	**Важко-суглинковий**	**Глинистий**	
28	20	12	6	2	0	I
21	22	21	18	14	8	II
51	58	67	76	84	92	III

Таблиця 6

Ймовірність класу якості вод річки Сарата, с. Меняйлівка (94 км)

Сарата, с. Меняйлівка (параметри закона розподілу $e(rCl^-)$: $\check{C}$ =2,756; $\check{G}$ =0,4150)						
Імовірність (%) класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
94	89	79	63	39	14	I
5	9	17	29	46	58	II
1	2	4	8	15	28	III

Таблиця 7

Ймовірність класу якості вод Кучурганського вдсх

Кучурганське вдсх (параметри закона розподілу $e(rCl^-)$: $\check{C}$ =2,872; $\check{G}$ =0,4921)						
Імовірність (%) класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
86	79	68	52	32	12	I
9	14	21	31	41	48	II
5	7	11	17	27	40	III

Таблиця 8

Ймовірність класу якості вод Барабойського вдсх

Барабойське вдсх (параметри закона розподілу $e(rCl^-)$: $\check{C}$ =0,5719; $\check{G}$ =0,4573)						
Імовірність (%) класу якості вод для різних ґрунтів						Клас якості води
Піщаний	Супіщаний	Легко-суглинковий	Середньо-суглинковий	Важко-суглинковий	Глинистий	
100	100	100	100	100	100	I
0	0	0	0	0	0	II
0	0	0	0	0	0	III

В табл. 4 наведені параметри розподілу показника $e(rCl^-)$ для згаданих водних об'єктів за теплий період року.

В табл. 5–8 розраховано ймовірність (сумарна тривалість періодів часу в долях від теплого періоду року (ТПР)) класів якості вод річки Сарата, Кучурганського та Барабойського водосховищ за показником $e(rCl^-)$.

Коментар до таблиць на прикладі табл. 5: для піщаних ґрунтів води першого класу в р. Сарата (с. Білолісся) спостерігаються з ймовірністю 28%, або для піщаних ґрунтів води річки відносяться до іригаційних вод класу I протягом 28% ТПР, до класу II і III – 21 і 51% відповідно. Сума ймовірності усіх класів вод для кожного типу ґрунту повинна складати 100%.

Річка Сарата, с. Білолісся 14 км від устя. За показником $e(rCl^-)$ води Сарати в нижній її частині для піщаних і супіщаних ґрунтів відносяться до I або II класу іригаційних вод (табл. 5) протягом 40–50% ТПР. Від 50 до 90% ТПР води непридатні для зрошення (клас III) для усіх типів ґрунтів. Практично води р. Сарата (с. Білолісся) непридатні для зрошення.

Річка Сарата, с. Меняйлівка 94 км від устя. Іригаційні властивості вод річки Сарата у верхній її частині (табл. 6) за розглядуваним показником значно краще ніж у нижній: для піщаних та супіщаних ґрунтів 90–95% ТПР клас I; для піщаних, супіщаних, легко- і середньосуглинкових ґрунтів I або II клас протягом 90–99% ТПР; навіть для глинистих ґрунтів I чи II клас протягом 70% ТПР.

Кучурганське водосховище (с. Градениці). За показником $e(rCl^-)$ води Кучурганського вдсх (табл. 7) мають схожі іригаційні властивості та їх мінливість з водами р. Сарата (с. Меняйлівка): для піщаних та супіщаних ґрунтів води Кучурган протягом 80–85% ТПР відносяться до класу I, 85–95% ТПР – до I або II класу; для легко- і середньосуглинкових ґрунтів до класу I або II – 80–90% ТПР; для важкосуглинкових і глинистих до класу I або II – 60–75%; до класу III для глинистих ґрунтів – 40%.

Барабойське водосховище. Води Барабойського вдсх за показником $e(rCl^-)$ придатні для зрошення усіх типів ґрунтів (клас I) протягом усього ТПР (табл. 8).

Висновки.

1. Протягом ТПР склад і властивості вод змінюються, тому при класифікації якості іригаційних вод доцільно визначати ймовірність класів якості.

2. Води річки Сарата (с. Білолісся) за показником $e(rCl^-)$ практично непридатні для зрошення усіх типів ґрунтів. Навіть для піщаних ґрунтів води відносяться до класу I або II тільки протягом 50% ТПР.

3. У верхній частині р. Сарата (с. Меняйлівка) іригаційні властивості вод значно покращуються: для піщаних, супіщаних, легкосуглинкових і середньосуглинкових ґрунтів води відносяться до I або II класу протягом 90–99% ТПР; навіть для глинистих ґрунтів води відносяться до I або II класів протягом 70% ТПР. Води потребують обережний підхід при поливі більшості типів ґрунтів.

4. Води Кучурганського вдсх за розглядуваним показником схожі (але трішки гірше) з водами р. Сарата (с. Меняйлівка): для піщаних, супіщаних, легко- і середньосуглинкових ґрунтів води відносяться І або ІІ класу протягом 80–95% ТПР; для глинистих ґрунтів – до І або ІІ класу протягом 60% ТПР. Ці води потребують обережний підхід при поливі легко- і середньопроникних ґрунтів.

5. За показником $e(rCl^-)$ використання вод Барабойського водосховища можливе для поливу усіх типів ґрунтів протягом ТПР без обмежень.

6. Подальші дослідження будуть спрямовані на аналіз іригаційних властивостей вод інших водних об'єктів Одеської області.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. На півдні України може запрацювати пілотний проект з іригації землі. URL: https://www.radiosvoboda.org/a/news-irygacija-pivden-ukrajiny/31165680.html
2. Юрасов С.М., Кузьмина В.А. Іригаційна оцінка якості вод Сасику. *Український гідрометеорологічний журнал*. № 24. Одеса : ТЕС, 2019. С. 124–133.
3. Блажко А.П. Оцінювання іригаційних властивостей поверхневих вод в межах Дністровсько-Бузького межиріччя Одеської області за агрономічними критеріями. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*. 2017. Вип. 66. С. 134–140.
4. Сидоренко Ф., Гуцул Т., Богдевич О. та ін. Довгострокові екологічні ризики забруднення басейну річки Дністер застарілими пестицидами. Матеріали міжнародної конференції *«Інтеграція в ЄС та управління басейном річки Дністер»*, Кишинів, 8–9 жовтня 2020 р. Кишинів : Eco-TIRAS, 2020. С. 282–285.
5. Яров Я. С. Гідрохімічний режим та екологічний стан річки Барабой. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2010. № 7. С. 200–210.
6. Яров Я.С. Оцінка якості води річки Барабой за гідрохімічними показниками. *Вісник Одеського державного екологічного університету.* 2012. Вип. 13. С. 177–186.
7. Ковалёва Н. В., Мединец И. В., Мединец С. В. Трофический статус вод Кучурганского лимана. *Материалы международной конференции «Интегрированное управление трансграничным басейном Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы*. Тирасполь, 26–27 октября 2017 года. Тирасполь : Eco-TIRAS, 2017. С. 183–186.
8. Гидрохимические особенности двух контрастных (Дубоссарского и Кучурганского) водохранилищ / Касапова Л. В., Филипенко С. И., Руденко А. К., Калатинская М. А. *Интегрированное управление трансграничным басейном Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы : материалы международной конференции.* Тирасполь, 26–27 октября 2017 года. Тирасполь: Eco-TIRAS, 2017. С. 164–166.
9. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії / Національний стандарт України. ДСТУ 2730:2015. Київ: УкрНДНЦ. 2016. 10 с.
10. Караулов В.Д., наук. кер. Юрасов С.М. Аналіз мінливості іригаційних властивостей вод Кучурганського і Барабойського водосховищ. *Аграрні інновації*. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2022. Вип. 16. С. 31–37.
11. Алёкин О. А. Основы гидрохимии. Ленинград : Гидрометеоиздат, 1970. 446 с.
12. Справочное руководство гидрогеолога. 3-е изд. перераб. и доп. Том. 1 / под ред. проф. В. М. Максимова. Ленинград : Недра, 1979. 512 с.
13. Зайдельман Ф. Р. Мелиорация почв: ученик. 3-е изд. испр. и доп. Москва : Изд-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 2003. 448 с.
14. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. Издание 2-е, переработанное и дополненное. Москва : Изд-во МГУ, 1970. 487 с.

REFERENCES:

1. Na pivdni Ukrainy mozhe zapratsiuvaty pilotnyi proekt z iryhatsii zemli. [*A pilot project on land irrigation may start operating in the south of Ukraine*]. Available at: https://www.radiosvoboda.org/a/news-irygacija-pivden-ukrajiny/31165680.html. [in Ukrainian]
2. Yurasov, S.M. & Kuzmyna, V.A. (2019). Iryhatsiina otsinka yakosti vod Sasyku. [Irrigative assessment of water quality of Sasyk]. *Ukrainskyi hidrometeorolohichnyi zhurnal [Ukrainian hydrometeorological journal]*. Odesa : TES. 24. pp. 124–133. [in Ukrainian]
3. Blazhko, A.P. (2017). Otsiniuvannia iryhatsiinykh vlastyvostei poverkhnevykh vod v mezhakh Dnistrovsko-Buzkoho mezhyrichchia Odeskoi oblasti za ahronomichnymy kryteriiamy. [Evaluation of the irrigation properties of surface waters within the Dniester-Buza interfluve of Odesa region according to agronomic criteria]. *Visnyk Odeskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury. [Bulletin of the Odessa State Academy of Construction and Architecture]*. Odesa : TES. 66. pp. 134–140. [in Ukrainian]
4. Sidorenco, F., Gutsul, T., Bogdevic, O. et al. (2020). Dovhostrokovi ekolohichni ryzyky zabrudnennia baseinu richky Dnister zastarilymy pestytsydamy. [Longterm environmental risks of pollution of the Dniester river basin by obsolete pesticides]. *Materialy mizhnarodnoi konferentsii "Intehratsiia v YeS ta upravlinnia baseinom richky Dnister". [Proceedings of the International Conference „EU Integration and Management of the Dniester River Basin"]*. Chisinau : Eco-TIRAS. pp. 282–285. [in Ukrainian]
5. Yarov, Ya.S. (2010). Hidrokhimichnyi rezhym ta ekolohichnyi stan richky Baraboi. [Hydrochemical regime and ecological condition of the Baraboy river]. *Ukraïns'kij gìdrometeorologìčnij žurnal [Ukrainian hydrometeorological journal]*. Odesa : TES. 7. pp. 200–210. [in Ukrainian]
6. Yarov, Ya.S. (2012). Otsinka yakosti vody richky Baraboi za hidrokhimichnymy pokaznykamy. *Vìsnik Odes'kogo deržavnogo ekologìčnogo unìversitetu [Bulletin of Odessa state environmental university].* Odesa : TES. 13. pp. 177–186. [in Ukrainian]
7. Kovaljova, N.V., Medinec, I.V. & Medinec, S.V. (2017). Troficheskij status vod Kuchurganskogo limana. [Trophic status of the waters of the Kuchurgan estuary]. *Materialy mezhdunarodnoj konferencii «Integrirovannoe upravlenie transgranichnym basejnom Dnestra: platforma dlja sotrudnichestva i sovremennye vyzovy*. *[Materials of the international conference "Integrated management of the Dniester transboundary basin: a platform for cooperation and modern challenges].* Tiraspol : Eco-TIRAS. pp. 183–186. [in Russian]

8. Kasapova, L.V. et al. (2017). Gidrohimicheskie osobennosti dvuh kontrastnyih (Dubossarskogo i Kuchurganskogo) vodohranilisch. [Hydrochemical features of two contrasting (Dubossary and Kuchurgan) reservoirs]. *Materialy mezhdunarodnoy konferentsii «Integrirovannoe upravlenie transgranichnym baseynom Dnestra: platforma dlya sotrudnichestva i sovremennye vyzovy. [Materials of the international conference "Integrated management of the Dniester transboundary basin: a platform for cooperation and modern challenges.]*. Tiraspol : Eco-TIRAS. pp. 164–166. [in Russian]
9. Iakist pryrodnoi vody dlia zroshennia. Ahronomichni kryterii. [Quality of natural water for irrigation. Agronomic criteria]. (2016). Natsionalnyi standart Ukrainy. *[National standard of Ukraine]*, (DSTU 2730:2015). Kyiv : UkrNDNTs [in Ukrainian].
10. Karaulov, V.D. & Yurasov, S.M. (2022). Analiz minlyvosti iryhatsiinykh vlastyvostei vod Kuchurhanskoho i Baraboiskoho vodoskhovyshch. [Analysis of the variability of the irrigation properties of the waters of the Kuchurgan and Baraboy reservoirs]. *Ahrarni innovatsii*. *[Agrarian innovations]*. Kherson : Vydavnychyi dim «Helvetyka». 16. pp. 31–37. [in Ukrainian].
11. Alekin, O.A. (1970). Osnovy gidrohimii [Basics of hydrochemistry]. Leningrad: Gidrometeoizdat. [in Russian]
12. Maksimov, V.M. (ed). (1979). Spravochnoe rukovodstvo gidrogeologa [Reference guide hydrogeologist]. Vol. 1. Leningrad : Nedra. [in Russian]
13. Zaydelman, F.R. (2003). Melioratsiya pochv. [Soil Reclamation]. Moskva : Izd-vo MGU im. M.V. Lomonosova. [in Russian]
14. Arinushkina, E.V. (1970). Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv [Soil chemical analysis guide]. Moskva : Izd-vo MGU im. M.V. Lomonosova. [in Russian]

Караулов В.Д., Житкевич М.Я., Юрасов С.М. Іригаційні властивості вод і їх мінливість на прикладі водних об'єктів Одеської області

Мета досліджень полягає: в удосконаленні методики оцінки небезпеки іригаційного засолення ґрунту за показником суми токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів $e(rCl^-)$ (ДСТУ 2730:2015) та у випробуванні запропонованої методики при оцінці мінливості іригаційних властивостей вод.

Методи. Аналіз емпіричного матеріалу на наявність грубих помилок, визначення статистичних характеристик рядів спостережень і параметрів законів розподілу показників якості вод виконано методами математичної статистики.

Результати. Стаття є продовженням досліджень, опублікованих в попередньому номері журналу «Аграрні інновації» № 16. Відповідно мети досліджень оцінка іригаційних властивостей вод в роботі виконано за удосконаленою методикою ДСТУ 2730:2015 за критерієм $e(rCl^-)$, інші критерії не розглядались.

В статті запропоновано детальна типізація іригаційних вод на основі типізації природних вод Альокіна О. А., удосконалення методики ДСТУ 2730:2015 та ймовірнісний підхід при оцінюванні якості іригаційних вод.

За удосконаленою методикою виконано оцінка небезпеки засолення ґрунту при поливі водами річки Сарата, Кучурганського та Барабойського водо-сховищ. Для чого: для кожного водного об'єкту за результатами спостережень розраховані значення показника $e(rCl^-)$; встановлені параметри законів його розподілу; визначено ймовірність (тривалість сумарного періоду часу в частках від теплого періоду року (ТПР)) класу якості вод для різних типів ґрунтів.

Встановлено: для піщаних і супіщаних ґрунтів води річки Сарата в нижній її частині відносяться до I або II класу іригаційних вод протягом 40–50% ТПР, від 50 до 90% ТПР води непридатні для зрошення (клас III) для усіх типів ґрунтів; для піщаних та супіщаних ґрунтів води річки Сарата у верхній її частині належать до класу I протягом 90–95% ТПР, I або II клас протягом 90–99% ТПР для піщаних, супіщаних, легко- і середньосуглинкових ґрунтів; навіть для глинистих ґрунтів I чи II клас протягом 70% ТПР; води Кучурганського водосховища для піщаних та супіщаних ґрунтів протягом 80–85% ТПР відносяться до класу I, а до I або II класу – 85–95% ТПР; для легко- і середньосуглинкових ґрунтів до класу I або II – 80–90% ТПР; для важкосуглинкових і глинистих до класу I або II – 60–75%; для глинистих ґрунтів до класу III – 40%; Води Барабойського водосховища за показником $e(rCl^-)$ придатні для зрошення усіх типів ґрунтів (клас I) протягом усього ТПР.

Висновки. Протягом ТПР склад і властивості вод змінюються, тому при класифікації якості іригаційних вод доцільно визначати ймовірність класів якості. Води річки Сарата (с. Білолісся) за показником $e(rCl^-)$ практично непридатні для зрошення усіх типів ґрунтів. У верхній частині р. Сарата (с. Меняйлівка) іригаційні властивості вод значно покращуються: для піщаних, супіщаних, легкосуглинкових і середньосуглинкових ґрунтів відносяться до I або II класу протягом 90–99% ТПР. Води потребують обережний підхід при поливі більшості типів ґрунтів. Води Кучурганського водосховища схожі (але трішки гірше) з водами р. Сарата (с. Меняйлівка): для піщаних, супіщаних, легко- і середньосуглинкових ґрунтів I або II клас протягом 80–95% ТПР; для глинистих ґрунтів води відносяться до I або II класів протягом 60% ТПР. Ці води потребують обережний підхід при поливі легко- і середньопроникних ґрунтів. За показником $e(rCl^-)$ використання вод Барабойського водосховища протягом ТПР можливе для поливу усіх типів ґрунтів без обмежень.

Ключові слова: іригаційна оцінка, якість вод, типізація іригаційних вод, мінливість якості, закон розподілу, ймовірність класу якості.

Karaulov V.D., Zhitkevich M.Ya., Yurasov S.M. Irrigation properties of waters and their variability on the example of water bodies of Odesa region

The purpose research consists in improving the method of assessing the danger of irrigation salinization of the soil based on the indicator of the amount of toxic salts in chloride ion equivalents (DSTU 2730:2015) and in testing the proposed method in assessing the variability of irrigation water properties.

Methods. The analysis of the empirical material for the presence of gross errors, the determination of the statistical characteristics of the series of observations and the parameters of the laws of distribution of water quality indicators was performed using the methods of mathematical statistics.

Results. The article is a continuation of the research published in the previous issue of the journal "Agrarian Innovations" No. 16. In accordance with the purpose of the research, the evaluation of the irrigation properties of water in the work was carried out according to the improved

methodology of DSTU 2730:2015 according to the $e(rCl^-)$ criterion, other criteria were not considered.

The article proposes a detailed typification of irrigation waters based on O.A. Aly-okin's typification of natural waters, improvement of the methodology of DSTU 2730:2015, and a probabilistic approach in assessing the quality of irrigation waters.

Based on the improved methodology, an assessment of the risk of soil salinization during irrigation with waters of the Sarata River, Kuchurgansky and Baraboy reservoirs was performed. For each water body, based on the results of observations, the values of the indicator $e(rCl^-)$ were calculated, the parameters of the laws of its distribution were established, and the probability was determined (the duration of the total time period in fractions of the warm period of the year (WPY)) of the water quality class for different types of soils.

It was established: for sandy and loamy soils, the waters of the Sarata River in its lower part belong to the I or II class of irrigation waters for 40–50% of the WPY, from 50 to 90% of the WPY, the waters are unsuitable for irrigation (class III) for all types of soils; for sandy and sandy soils, the waters of the Sarata River in its upper part belong to class I for 90–95% of WPY, class I or II for 90–99% of WPY for sandy, sandy, light loamy and medium loamy soils; even for clay soils of the I or II class within 70% of WPY; the waters of the Kuchurgan reservoir for sandy and loamy soils during 80–85% of WPY belong to class I soils, and to class I or II – 85–95% of WPY; for light and medium loamy soils up to class I or II – 80–90% WPY; for heavy loam and clay up to class I or II – 60–75%; for clay soils up to class III – 40%; According to the $e(rCl^-)$ indicator, the waters of the Baraboy Reservoir are suitable for irrigation of all types of soils (class I) during the entire WPY.

Conclusions. During the TPR, the composition and properties of water change, therefore, when classifying the quality of irrigation water, it is advisable to determine the probability of quality classes. According to the $e(rCl^-)$ indicator, the waters of the Sarata River (Bilolissya village) are practically unsuitable for irrigation of all types of soil. In the upper part of the Sarat River (Menyailivka village), the irrigation properties of the waters are significantly improved: for sandy, sandy loam, light loam and medium loam soils, they belong to the I or II class during 90–99% of the WPY. Water requires a careful approach when watering most types of soil. The waters of the Kuchurgan reservoir are similar (but a little worse) to the waters of the Sarat River (Menyailivka village): for sandy, loamy, light- and medium-loamy soils, I or II class during 80–95% of WPY; for clayey soils, the waters belong to I or II classes within 60% of WPY. These waters require a careful approach when watering lightly and moderately permeable soils. According to the $e(rCl^-)$ indicator, the use of the waters of the Baraboy Reservoir during the WPY is possible for irrigation of all types of soils without restrictions.

Key words: irrigation assessment, water quality, irrigation water typification, quality variability, distribution law, quality class probability.

УДК 631.1:631.92
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.9

ФОРМУВАННЯ ЗРОШУВАНОЇ БІОЕНЕРГЕТИЧНОЇ АГРОЕКОСИСТЕМИ У СУХОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

КНИШ В.В. – аспірант
orcid.org/0000-0002-3220-9883
Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України
САЙДАК Р.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-0213-0496
Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України
СОРОКА Ю.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-6228-4131
Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України
ТАРАРІКО Ю.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0001-8475-240X
Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Основне завданням функціонування кожної агроекосистеми – забезпечення продовольчої безпеки держави із збереженням навколишнього середовища. Враховуючи, що агроекосистема являє собою сукупність абіогенних та біогенних компонентів, що взаємодіють між собою на певній території, доцільно провести моделювання варіантів розвитку галузевої структури агропідприємств у розрізі регіонів з метою пошуку та встановлення раціонального поєднання галузей, оптимального використання наявних ресурсів, подальшого прогнозування ефективності діяльності та забезпечення їх сталого розвитку. Доцільність проведеного у роботі моделювання на прикладі базового господарства у зоні Сухого Степу України пояснюється опрацюванням управлінських рішень ще до реального втілення в практику складних систем, для яких фізичний (натуральний) експеримент є утрудненим або взагалі економічно невигідним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Перспективні варіанти розвитку галузевої структури у степовій зоні необхідно розробляти з урахуванням наявності значних теплових ресурсів з тенденцією до їх зростання [1]. В цих умовах основний лімітуючий продуктивність сільськогосподарських угідь фактор – умови зволоження [2]. Водночас виробничі затрати на зрошення досить високі і по різних зрошувальних системах залежно від вартості води, електроенергії, стану системи зрошення (амортизація) та інших складових можуть сягати 1 тис. і більше у.о. на гектар [3]. Тому для отримання прийнятних економічних показників за дощування потрібно мати високий рівень агротехніки і врожайності вирощуваних культур: пшениці озимої не менше – 6 т/га, кукурудзи – 7 т/га, сої, ріпаку, соняшнику – 3 т/га, томатів – 60 т/га [4]. Інтенсивні технології краплинного зрошення забезпечують порівняно із богарними умовами вирощування збільшення продуктивності овоче-баштанних культур і картоплі в середньому у 5 разів, кукурудзи – у 3,4 рази, сої – у 2,2 рази, буряку цукрового – у 2,4 рази, лікарської сировини – майже 4 рази [5]. Чистий прибуток при цьому може сягати 700 і більше у.о./га. Крім того економічно доцільним може бути вирощування овочів, технічної коноплі, ряду лікарських рослин, тютюну, лаванди, рози ефіроолійної, тощо [6; 7; 8].

З іншого боку будівництво або реконструкція систем зрошення вимагає значних капітальних затрат, що можуть сягати 2–3 тис. у.о./га [9]. Тому за суто рослинницької галузевої структури та збереження сучасної практики виробництва зерна відновлювати систем зрошення проблематично. Це пов'язано з досить тривалим терміном окупності залучених фінансових ресурсів, зокрема у період налагодження ефективної роботи меліоративної системи [10]. В таких умовах агровиробниками здійснюється пошук більш доцільних та економічно привабливих напрямків. Здебільшого цей процес реалізовується інтуїтивно, виходячи з наявного досвіду або випадково отриманої інформації. До того ж управлінський персонал сільськогосподарських підприємств, як правило, зосереджується на поточних елементах технологічних процесів в системі виробництва без аналізу перспектив їх розвитку на основі довгострокового планування з високою точністю і прогнозованістю [11; 12]. В результаті вузька галузева спрямованість як правило недостатньо себе виправдовує з економічних, екологічних і соціальних міркувань. Тому в зоні зрошення нині актуальною є розробка систем аграрного виробництва, що забезпечать трансформацію потенціалу біопродуктивності в продукцію високого рівня ліквідності і прибутковості [13; 14].

Мета статті – запропонувати перспективні системи аграрного виробництва для ДП «ДГ «Андріївське» Білгород-Дністровського району Одеської області з відновленням меліоративних систем, збалансованою трансформацією біомаси в енергетичні ресурси, якісні і доступні продукти харчування, сировину для технічних потреб та в органічні добрива. Також для виконання поставленої мети стояло завдання визначити організаційно-економічні умови досягнення високої економічної ефективності, екологічної сталості і соціальної привабливості цього сільськогосподарського підприємства.

Матеріали та методика досліджень. Об'єкт досліджень – Державне підприємство «Дослідне господарство Андріївське» Білгород-Дністровського району

Одеської області, що входить в систему Національної академії аграрних наук. Площа орних земель в підприємстві становить 5124 га.

Кліматичні зміни в регіоні оцінювали за показниками середньорічної і помісячної температура повітря, суми опадів, гідротермічного коефіцієнту (ГТК), стандартизованого індексу опадів (SPI), кліматичного водного балансу (КВБ) [15; 16; 17].

Комп'ютерне багатоваріантне імітаційне моделювання здійснювалося за допомогою програмного модуля «Агроекосистема» [18] комплексу «Агроресурси». Розглядалися наступні варіанти розвитку підприємства:

Модель № 1 – «Сучасна практика без зрошення».

Модель № 2 – «Модель № 1 + переробка продукції тваринництва».

Модель № 3 – «Модель № 2 + продуктивність корів 10 тис. л молока».

Модель № 4 – «Модель № 3 + щільність ВРХ 0,4 ум. гол./га».

Модель № 5 – «Модель № 4 + щільність ВРХ 0,6 ум. гол./га».

Модель № 6 – «Зрошення 3030 га – соняшник, соя, кукурудза».

Модель № 7 – «Модель № 6 + максимально можлива щільність ВРХ».

Модель № 8 – «Модель № 7 + біогазові установка».

Модель № 9 – «Модель № 8 + цукрові буряки».

Модель № 10 – «Модель № 9 + зрошення 5124 га».

Модель № 11 – «Модель № 10 + органічне землеробство».

Економічну ефективність Моделей визначали за показниками: капітальні затрати на інфраструктуру, технологічні виробничі витрати, валовий дохід від реалізації отриманої продукції, чистий прибуток [19].

Результати досліджень. За систематичного зростання температурного режиму на більшості сільськогосподарських територій України відбувається погіршення умов зволоження, що супроводжується зниженням сталості землеробства [20]. Особливо це стосується південних регіонів, зокрема Сухого Степу України. Порівняно з 1961–1990 рр. за 1991–2021 рр. середньорічна температура повітря на цій території підвищилась на 1,3°С. Середньорічна кількість опадів за 1961–2021 рр. у південно-західній частині Одеської області становив 497 мм. Узагальнені дані [21; 22; 23] свідчать, що ведення сталого високопродуктивного сільськогосподарського виробництва в умовах України можливе коли вказаний показник не менше 600 мм. Така кількість опадів відзначалася в регіоні за останні 30 років лише в чотирьох випадках, тобто з імовірністю лише 13% або 1 раз на 10 років. Водночас, стійке підвищення температурного режиму призводить до посилення випаровування з постійним погіршенням умов зволоження.

Одним з основних показників оцінки вологозабезпечення, що враховує опади та температурний режим, є гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК) [24]. Якщо в 1961–1990 рр. середнє значення ГТК становило 0,87 то в 1991–2021 рр. – 0,74, тобто знизилося на 15%, тоді як сума опадів за вказаний період зменшилась на 10%.

Ще одним поширеним і рекомендованим ВМО показником оцінки опадів і посухи є стандартизований індекс опадів (SPI) [25]. Даний показник розраховується за тривалий період часу в розрізі одномісячного та більше інтервалу. Зазвичай використовують одно-, три-, шести- і дванадцятимісячні інтервали. Щомісячна оцінка умов зволоження впродовж року за показником SPI свідчить про значне зниження випадків із екстремально вологими умовами (на 63%) і збільшення в 2,5 рази випадків із сильною посухою.

Зважаючи на глобальні та регіональні кліматичні зміни, які супроводжуються погіршенням вологозабезпечення території України, головним заходом є штучне регулювання водно-повітряного режиму з використанням меліорованих систем. В даному випадку йдеться про Білгород-Дністровську зрошувальну систему в межах якої розташоване різногалузеве сільськогосподарське підприємство землі якого в минулому були поливними. Нині у цьому землекористуванні відбувається відновлення внутрішньогосподарської зрошувальної інфраструктури. Оптимізація умов зволоження дасть змогу значно підвищити продуктивність орних земель, а впровадження біоенергетичної системи аграрного виробництва буде супроводжуватися кардинальним підвищенням ефективності використання наявного агроресурсного потенціалу.

Зрозуміло, що варіантів і сценаріїв вдосконалення виробничої структури ДП «ДГ Андріївське» може бути безліч. Але ті, що запропоновані до розгляду дають змогу на простих прикладах уявити і об'єктивно оцінити можливості сучасних інформаційних технологій, зокрема оперативного багатоваріантного комп'ютерного моделювання різних сценаріїв функціонування сучасних аграрних виробничих систем. Головна перевага таких технологій – здійснення об'єктивної всебічної оцінки і більш повної реалізації можливостей комплексного вирішення основних трьох завдань: кардинального підвищення прибутковості підприємства, досягнення екологічної рівноваги в агроекосистемі та створення комфортних умов життя для сільського населення [26; 27; 28]. З цієї точки зору розглядаються викладені у методиці проведення досліджень варіанти розвитку підприємства.

Модель № 1. В структурі посівних площ підприємства частка озимих зернових у продовж останніх 5 років коливалася у межах 35–50% та соняшнику – 25–35% та решта інші культури. Співставлення цих показників з середніми обласними свідчить про те, сучасна практика ведення аграрного виробництва окремих сільськогосподарських підприємств мало відрізняється та характеризується використанням сівозміни: 1, 2 – озимі зернові; 3 – соняшник; 4 – зернобобові та інші культури. Це пояснюється високими ризиками отримання позитивного ефекту при вирощуванні кукурудзи, сої, овочевих, ріпаку в умовах нестійкого зволоження. Озимі зернові добре використовують осінньо-зимові опади, а соняшник стійкий до дефіциту вологи і навіть за низької врожайності є практично завжди рентабельним. В умовах наростання теплового режиму перспективним може бути вирощування озимого гороху і ріпаку.

Врожайність озимих пшениці і ячменю по ДП «ДГ «Андріївське» коливалася від 12,7 до 40,7 ц/га і у середньому становила майже 29 ц/га, зокрема пшениці озимої – 13,9–46,8 із середнім значенням – 38 ц/га, соняшнику – 4,0–15,7 із середнім значенням 11,9 ц/га, гороху 4,8-23,1 із середнім значенням 10,9 ц/га.

Нині у ДП «ДГ Андріївське» для забезпечення дійного стада у 80 корів продуктивністю 4 тис. л молока на рік з відповідною кількістю телят і нетелів необхідною кількістю кормів за середньої за 5 років врожайності кормових культур 120 ц/га зеленої маси потрібно щорічно використовувати 250 га ріллі.

Модель № 2. За розрахунками наявне поголів'я ВРХ дає змогу отримувати щороку більше як 300 т молока та біля 50 т живої ваги відгодованих бугайців і вибракуваних корів. Як приклад припускається, що результатом переробки молока будуть твердий сир 30% жирності і вершки 20% жирності. Якщо уміст жиру в молоці 3,5% та розподіл між вершками і сиром буде відповідно 1,2 та 2,3% то на виході можна отримати 21 т вершків і 27 т сиру. Виробництво яловичини і телятини буде на рівні 20 т.

Модель № 3 – «Модель № 2 + продуктивність корів 10 тис. л молока». Для досягнення рівня 9-10 тис. л першою умовою є закупівля маточного поголів'я або організація цілеспрямованої селекційної роботи. Крім того потрібно підбирати спеціальні раціони годівлі тварин.

При цьому слід зважати на те, що за продуктивності дійної корови, наприклад, 4 тис. л молока на рік на 1 його літр витрачається приблизно 1 к. од. кормів, за продуктивності 6 тис. л на рік витрачається 0,8 к. од., за продуктивності 10 тис. л молока на рік – 0,6 к. од.

Існує також аспект вартості інфраструктури з утримання тварин. Наприклад, при завданні виробництва 30 тис. т за продуктивності тварин 6 тис. л потрібно будувати комплекс на 5 тис. голів дійного стада, за продуктивності ж 10 тис. л – відповідно на 3 тис. голів. У цілому збільшення продуктивності дійного стада до 10 тис. л молока на рік дасть змогу підвищити виробництво молока з 300 до 800 т, вихід вершків зросте до 50 т, сиру до 60 т.

Модель № 4. Даний сценарій розглядається для порівняння прибутковості рослинництва і тваринництва, встановлення пріоритетності розвитку тваринництва або створення системи зрошення. Якщо призначені для відновлення меліоративної системи кошти використати на розвиток інфраструктури молочного скотарства то чисельність дійного стада зросте до 830 голів. Це дасть змогу збільшити валове виробництво молока до 8 тис. т, жива вага ВРХ сягне 280 т виходом вершків 500 т, сиру – 600 т та телятини і яловичини – 100 т.

Модель № 5. Сценарій розглядається для оцінки можливостей максимального розвитку тваринництва щодо потенціалу отримання кормів з усієї площі ріллі без зрошення. За сучасної врожайності вирощуваних культур отримана біомаса за умови забезпечення оптимальних раціонів годівлі тварин та їх високої продуктивності дасть змогу утримувати 1200 дійних корів, 600 нетелів і порядку 1700 телят. Відповідно потрібно буде розширити усі складові інфраструктури: тваринницькі ферми і обладнання, споруди для зберігання кормів і органічних добрив, модулі з переробки сировини, складські приміщення, тощо. Це дасть змогу на кінцевому етапі виробничого циклу трансформувати рослинну біомасу у 720 т вершків, 910 т сиру та 160 т м'яса.

Модель № 6. Цей варіант розглядається для аналізу ефективності впровадження зрошення за рослинницької галузевої структури аграрного виробництва. За даними ТОВ «Іррігатор Україна», що комплексно здійснює проектування та будівництво меліоративних систем, площа придатних для зрошення земель у підприємстві становить 3030 га. Вважається, що максимально ефективно використовувати меліоровані землі можна за допомогою комбінованої системи зрошення: інтеграції дощувальних машин (2430 га) та краплинного зрошення (600 га). За поливу дощувальними машинами планова врожайність кукурудзи становить 10 т/га, сої – 4 т/га, соняшнику – 3,5 т/га. Передбачається, що при використанні краплинного зрошення врожайність цих культур буде вищою при поливі дощуванням у 1,5 рази.

Модель № 7. Даний варіант розглядається для встановлення можливостей розширення тваринницької галузі відповідно до максимальних обсягів виробництва основних і концентрованих кормів як на 3030 га зрошення, так і на 2094 га богари. В результаті валове виробництво молока сягне 36 тис. т, живої ваги ВРХ – 1260 т. Після переробки щорічно можна буде отримувати 2,3 тис. т вершків, 2,9 тис. т сиру, 500 т м'ясопродуктів.

Модель № 8. Зрозуміло, що за навантаження на 1 гектар ріллі 3 умовні голови ВРХ у підприємстві будуть накопичуватися значні обсяги відходів тваринництва. Якщо прийняти, що приблизно половина сухої речовини кормів трансформується у гній, то з урахуванням надлишків соломи і зіпсованих у процесі зберігання основних кормів (20%), його щорічні обсяги в перерахунку на 75% вологість сягатимуть 130 тис. т або 26 т/га. Для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу достатньо 10-12 т/га.

З іншого боку, свіжий гній є цінною сировиною для отримання тепло- та електроенергії. Саме для оцінки доцільності доповнення інфраструктури біоенергетичним комплексом розглядається цей варіант. Під час газогенерації біомаса буде трансформуватися у 12 млн м^3 біогазу. При його спалюванні на тригенераційній теплоелектростанції з кожного м^3 отримується 2,4 кВт-год електроенергії та 2,8 кВт-год. тепла або холоду, а з усієї наявної енергетичної сировини відповідно 30 млн. кВт-год електрики та 35 тис. Гкал тепла. При цьому приблизно половина сухої речовини усіх відходів залишається нерозкладеною і буде використовуватися як органічне добриво (дегістат або біогумус) в якому зосереджені усі винесені з грунту макро- і мікроелементи.

Модель № 9. Сценарій розглядається для оцінки доцільності введення у сівозміну цукрових буряків та залучення в інфраструктуру міні-цукрозаводу. Врожайність цієї культури за краплинного зрошення перевищує 120 т/га коренеплодів. Нами для розрахунків була прийнята продуктивність 80 т/га при використанні дощування. За кормової цінності кукурудзи на си-лос 0,18 к. од./кг з 1 га буде отримано приблизно

14 т к.од./га. Аналогічними за сумарною поживністю будуть отримані з одного гектара гичка, жом і меляса з додатковим виробництвом цукру. Отже даний сценарій передбачає залучення до інфраструктури цукрового заводу переробки 200 т коренеплодів на добу. Це дасть змогу додатково до передбаченого Моделлю № 8 асортименту отримувати 7,0-7,2 тис. т цукру.

Модель № 10. Варіант галузевої структури, що передбачає поширення меліоративної системи на усі 5124 га ріллі підприємства за рахунок підґрунтового краплинного зрошення. З них зернові будуть займати 2200 га, кормові – 1644 га і цукрові буряки – 1280 га. Це дасть змогу істотно розширити кормову базу тваринництва і збільшити чисельність молочного стада до 6,7 тис. голів. Відповідно валове виробництво молока сягне 65 тис. т, живої ваги ВРХ – 2,1–2,2 тис. т. На виході щорічно можна буде отримувати 1,3-1,4 тис. т олії, близько 12 тис. т цукру, майже 10 тис. т молочних продуктів та 0,8-0,9 тис. т телятини і яловичини.

Модель № 11. За впровадження у практику запропонованої вище галузевої структури за межі підприємства з готовою продукцією будуть вилучатися лише жири, білки,вуглеводи, що у своєму молекулярному складі переважно мають вуглець, кисень, водень і азот (складові атмосферного повітря). Уміст в них мінеральних макро- і мікроелементів мізерний і майже усі вони повертаються у ґрунт з органічними добривами після газогенерації. Наприклад, рециркуляція фосфору і калію в такій виробничій системі буде відповідно 95 і 99%. Крім того в структурі посівних площ багаторічні бобові трави будуть займати не менше 20%, що забезпечить, з урахуванням вмісту азоту в органічних добривах, значно позитивний баланс цього елемента без застосування мінеральних промислових туків. Чергування культур у сівозмінах з оптимальними попередниками (частка бобових сої і люцерни 30–35%), повне знезараження усіх відходів в процесі метанового бродіння будуть супроводжуватися систематичним покращенням фітосанітарного стану агроекосистеми. Це дасть змогу відмовитися від мінеральних добрив і впровадити систему біологічного захисту рослин. Таке положення зробить доцільним здійснити перехід на засади органічного землеробства і у цілому виробництва з відповідними сертифікацією і маркуванням отриманої продукції.

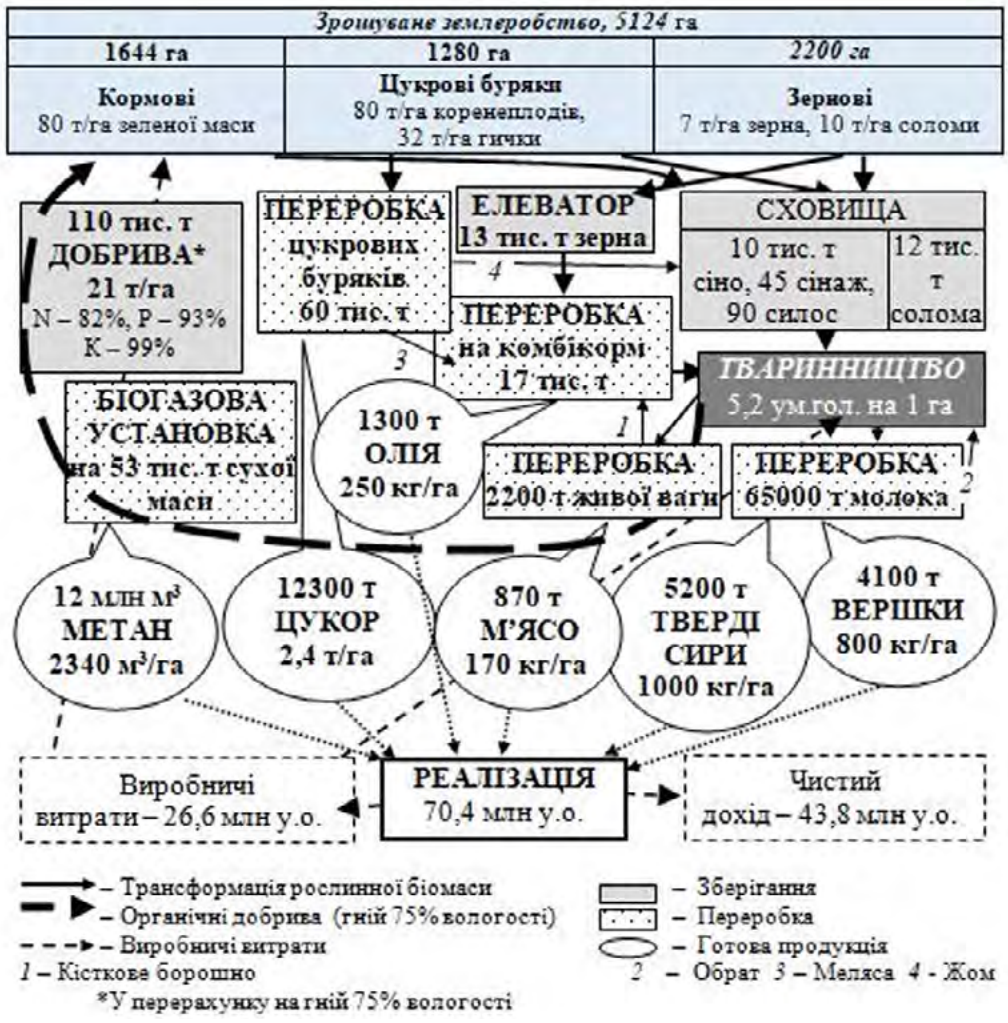


Рис. 1. Схема одного з перспективних варіантів галузевої структури ДП «ДГ Андріївське»

При цьому сертифікація і реалізація органічної продукції в порівнянні із стандартними технологіями дасть змогу значно підвищити прибутковість аграрного виробництва без додаткових капітальних затрат.

Зрозуміло, що варіантів вдосконалення виробничої діяльності підприємства може бути незліченна кількість. Однак обрані для аналізу гіпотетичні варіанти ґрунтуються на багаторічних експериментальних і теоретичних дослідженнях, сучасних технологічних досягненнях та можливостях використання фінансових ресурсів. Їх порівняння за економічними показниками дає змогу у першому наближенні проаналізувати особливості функціонування окремих складових аграрного виробництва як окремо, так і в єдиній системі.

За даними Держкомстату ціна реалізації молока і живої ваги ВРХ у середньому за 5 років становить 327 і 1215 у.о./т. Собівартість цієї продукції відповідно складає 1926 та 257 у.о./т. Відтак, чистий прибуток від галузі молочного скотарства знаходиться на нульовому рівні. Розрахункова прибутковістю рослинництва за усередненими багаторічними показниками урожайності вирощуваних культур становить 190 у.о./га. Таким чином, за поточної практики ведення виробничої діяльності (Модель № 1) щорічний чистий дохід у середньому складає порядку 1 млн у.о. Ці параметри прибутковості є базовими для порівняння з більш складними сценаріями розвитку підприємства.

Згідно з Моделлю № 2 потрібно придбати модуль з переробки виробленого молока потужністю 1 т на добу, що також передбачає монтаж складського приміщення з регулюванням температурного режиму в процесі зберігання готової продукції (табл. 1). Мінімальна потужність м'ясопереробного цеху становить 3–4 голови ВРХ на добу. Однак максимальний приріст живої ваги на підприємстві склав 28 т у 2019 році, що на цьому етапі робить організацію переробки м'яса недоцільною. За цим сценарієм орієнтовні сумарні капітальні затрати на вказані складові приймалися у 100 тис. у.о. Розрахунково на утримання однієї дійної корови зі шлейфом витрачається 1,4 тис. у.о. на рік. З урахуванням витрат на переробку молока, накладних витрат і ПДВ річні виробничі видатки становитимуть 200–210 тис. у.о. (табл. 2), валовий дохід від тваринництва становитиме 280 тис. у.о. із забезпеченням його прибутковості на рівні 70–80 тис. у.о. (табл. 3, 4). Тобто, окупність капітальних вкладень за рахунок виробленої продукції – 1 рік.

З метою значного підвищення продуктивності дійного стада фінансові затрати на придбання 80 високопродуктивних тварин становитимуть 220–225 тис. у.о. Поточні витрати на виробництво залишаться на рівні попередньої моделі – 2,4 млн у.о. При цьому валовий дохід від рослинництва становитиме 3 млн у.о. та від тваринництва – 0,6 млн у.о. Чистий прибуток зросте з 1,0 до 1,3 млн у.о. або з 190 до 250 у.о./га (табл. 4). Це свідчать про економічну значимість істотного підвищення продуктивності дійного стада (Модель № 3) – за відносно невисоких затрат прибутковість виробництва зросте на 50–60 у.о./га з короткими термінами їх окупності.

Згідно з розробленим ТОВ «Іррігатор Україна» бізнес-планом для створення системи зрошення у ДП «ДП Андріївське» на площі 3300 га потрібно витратити майже 5,4 млн у.о. Такий рівень капіталовкладень

Таблиця 1

Потужності складових інфраструктури та їх орієнтовна вартість

Складові інфраструктури	Моделі								
	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10–11
Складові									
Система зрошення, га	–	–	–	–	3030	3030	3030	3030	5124
Комплекс ВРХ, тис. ум. гол.	–	–	2,0	2,8	–	9,3	9,3	10,5	15,9
Переробка молока, т на добу	1	2	20	30	–	100	100	110	180
Переробка м'яса, т ж.в. на рік	–	–	0,3	0,4	–	1,3	1,3	1,4	2,2
Елеватор, тис. т	–	–	–	–	15	5	5	5	10
Склад готової продукції, тис. т	0,1	0,2	1,3	1,8	0,12	6,0	6,0	6,5	10,3
Цукрозавод, тис. т коренів на рік	–	–	–	–	–	–	–	60	100
Сховище для кормів, тис. т сухої речовини (с.р.)	–	–	2	11	–	35	35	40	65
Сховище для органічних добрив, тис. т с.р.	–	–	–	12	–	35	18	20	42
Біогазова установка, тис. т с.р.	–	–	–	–	–	–	35	36	53
Вартість, млн у.о.									
Система зрошення	–	–	–	–	5,4	5,4	5,4	5,4	15,6
Комплекс ВРХ	–	–	2,6	3,6	–	11,1	11,1	12,7	19,0
Маточне поголів'я	–	0,2	1,6	2,2	0,2	7,3	7,3	8,3	12,5
Переробка молока	0,1	0,1	0,7	0,9	0,1	2,9	2,9	3,2	5,1
Переробка м'яса	–	–	0,1	0,1	–	0,3	0,3	0,4	0,5
Елеватор, склад продукції	–	–	0,1	0,2	0,4	0,3	0,3	0,4	0,7
Цукровий завод	–	–	–	–	–	–	–	2,5	3,5
Сховища для кормів і коренеплодів	–	–	0,3	1,4	–	4,6	4,6	5,8	8,9
Сховища для органічних добрив	–	–	–	1,6	–	4,4	0,9	0,7	1,0
Біогазова установка	–	–	–	–	–	–	8,0	9,0	13,5
Всього капітальних затрат	0,1	0,3	5,4	10,0	6,1	36,4	40,8	48,4	80,7

дасть змогу побудувати повністю обладнаний комплекс ВРХ на 2 тис. ум. голів вартістю 2,6 млн у.о., закупити 850 голів високопродуктивного маточного поголів'я ВРХ на суму 1,6 млн у.о., поставити модулі з виробництва і зберігання м'ясо-молочних продуктів потужністю 8 тис. т молока і 0,3 тис. т живої ваги ВРХ на 0,8 млн у.о., побудувати сховища на суму 0,4 млн у.о. (табл. 1).

Таблиця 2

Структура затрат на виробництво, млн у.о.

Статті затрат	Моделі								
	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10–11
Виробництво зерна	2,2	2,1	0,6	–	5,1	–	–	–	–
Утримання тварин	0,1	0,1	1,2	1,7	0,1	5,5	5,5	6,2	9,4
Переробка молока	0,02	0,02	0,3	0,4	0,02	1,1	1,1	1,3	1,9
Переробка м'яса	–	–	0,1	0,2	0,01	0,5	0,5	0,6	0,8
Виробництво цукру	–	–	–	–	–	–	–	0,7	1,2
Експлуатація БГУ	–	–	–	–	–	–	0,1	0,1	0,1
Експлуатація меліоративної системи	–	–	–	–	–	3,0	3,0	3,0	5,1
Накладні витрати	0,03	0,03	0,3	0,4	0,03	2,0	2,0	2,4	2,7
ПДВ	0,04	0,04	0,4	0,5	0,04	2,4	2,4	2,9	4,5
Разом	2,4	2,4	2,8	3,1	5,3	14,5	14,6	17,1	26,6

Таблиця 3

Заплановані обсяги виробництва продукції

Види продукції		Моделі								
		№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10–11
Зерно, тис. т		13	12	4	–	25	–	–	–	–
Вершки, т		21	50	520	720	50	2300	2300	2600	4100
Сир, т		27	60	660	910	60	2900	2900	3300	5200
Жива вага*, м'ясопродукти		28*	28*	110	155	10	500	500	600	900
Цукор, т		–	–	–	–	–	–	–	7200	12300
Олія, т		–	–	140	190	–	1200	1200	1500	1300
Метан	тис. $м^3$	–	–	–	–	–	–	7400	8000	12000
	$м^3$/га	–	–	–	–	–	–	1440	1560	2340
Азот	т д.р.	–	–	150	210	–	700	700	760	1200
	кг/га	–	–	30	41	–	137	137	148	234
Фосфор	т д.р.	–	–	60	84	–	280	280	300	460
	кг/га	–	–	12	16	–	55	55	59	90
Калій	т д.р.	–	–	190	260	–	855	855	1000	1500
	кг/га	–	–	37	51	–	167	167	195	293

Таблиця 4

Очікувані обсяги валового і чистого доходу, млн у.о.

Види продукції		Моделі									
		№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11
Площа під кінцеву продукцію, га		260	360	3700	5124	360	5124	5124	5124	5124	5124
Валовий дохід із задіяної площі, млн у.о.		0,3	0,6	7,0	9,4	0,6	31,3	37,8	44,9	70,4	100,0
у т.ч.: м'ясо-молочні продукти		0,3	0,6	6,2	8,6	0,6	27,7	27,7	31,0	49,2	74,0
цукор		–	–	–	–	–	–	–	3,3	5,7	8,5
олія		–	–	0,2	0,3	–	1,8	1,8	1,5	2,0	3,0
добрива		–	–	0,4	0,6	–	1,8	1,8	2,0	3,1	3,1
енергія		–	–	–	–	–	–	6,5	7,0	10,5	10,5
Виробничі витрати		0,2	0,2	2,3	3,1	2,2	14,5	14,5	17,1	26,6	26,6
Чистий дохід із задіяної площі		0,07	0,4	4,8	6,3	0,3	–	–	–	–	–
Чистий дохід від реалізації зерна		1,0	0,9	0,3	–	2,1	–	–	–	–	–
Чистий дохід	млн у.о.	1,0	1,3	5,1	6,3	2,5	16,8	23,2	27,8	43,8	72,3
	тис. у.о./га	0,2	0,3	1,0	1,2	0,5	3,3	4,5	5,4	8,6	14,1
Капітальні затрати		0,04	0,23	5,4	11,1	0,6	37,0	41,2	49,2	81,7	81,7
Строк окупності, років		–	–	1	2	4	2	2	2	2	1

Реалізація отриманої продукції принесе 7,7 млн у.о., витрати на виробництво – 2,8 млн у.о. Таким чином, інвестування у розвиток молочного скотарства дасть змогу збільшити чистий дохід до 4,8 млн у.о. або до майже 1000 у.о./га із строком окупності капітальних затрат 2 роки (Табл. 2, 3, 4).

У разі розширення інфраструктури тваринництва відповідно до сучасного потенціалу виробництва рослинної біомаси (без зрошення) економічні показники виробничої діяльності можна буде покращити в більшій мірі (Модель № 5). Таке положення забезпечить зростання прибутковості підприємства до рівня 6,3 млн у.о. або 1230 у.о./га з терміном окупності капітальних затрат 2 роки.

З урахуванням інвестицій 5,4 млн у.о. в систему зрошення (Модель № 6). Поточні щорічні витрати на виробництво продукції тваринництва складають близько 200–220 тис. у.о. На зрошенні собівартість кукурудзи за урожайності 110 т/га очікується на рівні 146 у.о./т, сої за урожайності 4,0 ц/га – 349 у.о./т, соняшнику за урожайності 3,5 т/га – 312 у.о./т, озимих зернових за урожайності 3,0 т/га – 146 у.о./т, ціна реалізації передбачається відповідно по культурах 200, 470, 500 та 200 у.о./т. За таких показників валовий дохід по підприємству буде становити 7,8 млн у.о., виробничі витрати – 5,3 млн у.о., чистий дохід 2,5 млн у.о. або 480 у.о./га, термін окупності капітальних затрат – 4 роки. З проведеного аналізу можна зробити висновок, що за наявності фінансових ресурсів на рівні 5,4 млн у.о. на цьому етапі їх доцільніше було б вкладати у розвиток виробництва продукції тваринництва із забезпеченням прибутковості на рівні 900 у.о./га ріллі та строком окупності капітальних затрат 2 роки. Водночас інвестування у створення меліоративної системи дасть змогу отримувати лише 500 у.о./га чистого прибутку.

У разі створення системи зрошення потенціал кормової бази на підприємстві дасть змогу утримувати 3,9 тис. дійних корів з продуктивністю 10 тис. л молока з середнім навантаженням 3 умовні голови на гектар (Модель № 7). Тобто комплекс ВРХ повинен бути розрахований на утримання 9,2–9,3 тис. умовних голів. Загальні капітальні вкладення на створення такої інфраструктури можна оцінювати у 36 млн у.о., зокрема на меліоративну систему – 5–6 млн у.о. (15%), комплекс ВРХ – 11–12 млн у.о. (31%), стадо ВРХ – 7 млн у.о. (20%), модулі із переробки продуктів тваринництва 3–4 млн у.о. (9%), сховища для кормів і органічних добрив – 9,0 млн у.о. (25%). Виробничі витрати передбачаються на рівні 14–15 млн у.о., валовий дохід складе 31–32 млн у.о., прибутковість підприємства сягне рівня 17 млн у.о. або 3–4 тис. у.о./га (попередній варіант – 0,5 тис. у.о./га).

Така система буде накопичувати приблизно 140 тис. т відходів тваринництва. Вартість біоенергетичного комплексу згаданої потужності буде достатньо високою – на рівні 8 млн у.о. Його залучення до інфраструктури дасть змогу збільшити валовий дохід на 6,5 млн у.о., виробничі витрати на її обслуговування становитимуть приблизно 0,1–0,2 млн у.о. на рік, що разом з іншими технологічними процесами і статтями видатків складе 14,6 млн у.о. В результаті прибутковість підприємства зросте до 23,2 млн у.о. або до 4,5 тис. у.о./га Модель № 8.

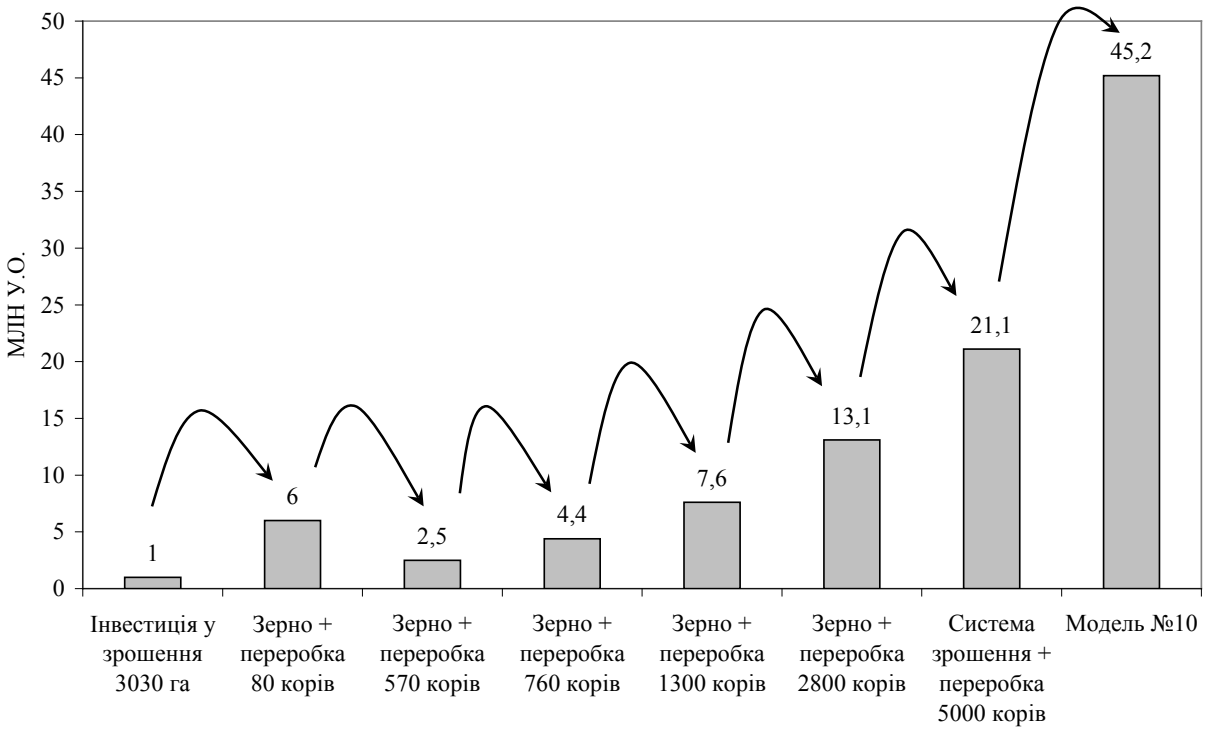


Рис. 2. Цілеспрямоване використання чистого прибутку для розвитку інфраструктури підприємства

Залучення до зрошуваної сівозміни цукрових буряків потребуватиме будівництва цукрового заводу потужністю 60 тис. коренеплодів на рік (Модель № 9). За цукристості коренеплодів 12% обсяги виробництва цукру будуть на рівні 7,2 тис. т на суму 3,3 млн у.о. В цілому по підприємству валовий дохід сягне 45 млн у.о., виробничі витрати складуть 17 млн у.о., чистий дохід буде на рівні 28 млн у.о. або 5,4 тис. у.о./га.

За бізнес-планом ТОВ «Іррігатор Україна» загальна вартість системи підгрунтового краплинного зрошення на площі 600 га складає 2,9–2,0 млн у.о. або в перерахунку на 1 га 4,9 тис. у.о. Отже є можливість меліоративну систему поширити на всю площу ріллі, тобто ще на 2094 га. Це потребуватиме додаткових капітальних затрат на рівні 10 млн у.о. Крім того за рахунок збільшення обсягів виробництва основних і концентрованих кормів значно підвищаться інші капітальні вкладення – до 80 млн у.о. Збільшаться і витрати на виробництво з 17 до 27 млн у.о. В результаті виробництво всіх видів продукції зросте в 1,5–1,7 рази, її реалізація дасть змогу стабільно отримувати валовий дохід на рівні 70 млн у.о. з прибутковістю 8,6 тис. у.о./га та строком окупності капітальних затрат 2 роки (Модель № 10).

У наступному році подальший розвиток виробництва продуктів тваринництва за рахунок чистого прибутку має бути спрямований на збільшення дійного стада ще на 760 голів з отриманням 7,7 млн у.о. чистого прибутку. У подальшому можна очікувати зростання кількості корів до 2,6 тис. голів з прибутковістю підприємства на рівні 13 млн у.о. Цих коштів вистачить на систему краплинного зрошення на площі 2094 га, а також сховищ для кормів і органічних добрив. У результаті будуть втілені на практиці сценарії, що передбачені моделями № 10 і № 11.

В даній роботі також розглядається Модель № 11 формування на базі ДП «ДГ Андріївське» системи органічного аграрного виробництва. При розрахунках використовували роздрібні ціни у мережі органічних магазинів «Натур Бутік» з виключенням торгової надбавки: м'ясо – 5,9, сметана – 3,0, сир 45% – 12,1, цукор – 1,5 у.о./кг, олія – 5,2 у.о./кг. За реалізації запланованих обсягів виробництва вказаних продуктів за такими цінами чистий дохід може сягнути більш як 8 тис. у.о./га без додаткових капітальних затрат.

Існує також альтернативний варіант. Наприклад, якщо припустити, що підприємству вдасться налагодити ефективну роботу зрошувальної системи, а також придбати та запустити міні молокозавод і цех з переробки м'яса, то це б супроводжувалося зростанням його прибутковості до 2,5 млн у.о. або 480 у.о./га. За цілеспрямованого використання цих коштів у наступному році можна збільшити дійне стадо на 350 голів з відповідним нарощуванням потужностей з переробки продуктів тваринництва. На наступний рік їх реалізація дозволить отримувати більш як 4 млн у.о., що разом із зерном і олією забезпечить валовий дохід 10 млн у.о. Виробничі витрати на вирощування зерна, утримання тварин і переробку продукції складатимуть 5,8 млн у.о. із зростанням прибутковості підприємства до 4,4 млн у.о. та строком окупності понесених затрат 1 рік.

Висновки. Встановлено, що за високого термічного режиму і підвищеного рівня випаровування реалізувати потенціал продуктивності сільськогосподарських культур неможливо без використання зрошення. Домогтися оптимального поєднання всього різноманіття ресурсів, у т.ч. хіміко-техногенних і біологічних, можна лише шляхом багатоваріантного комп'ютерного моделювання. Тому для проведення міжгалузевої оптимізації та вдосконалення виробничої структури базового господарства ДП «ДГ Андріївське» на засадах формування зрошуваної біоенергетичної агроекосистеми у Сухому Степу України, запропоновано та опрацьовано варіанти розвитку підприємства на прикладі 11 моделей. За реалізації на практиці однієї з моделей передбачено освоєння біоорганічної системи землеробства з мінімальним використанням агрохімікатів та екологічним маркуванням продукції найвищої якості з мінімальним вуглецевим слідом. Розвиток меліорованих територій у Зоні Сухого Степу на засадах біоенергетичного аграрного виробництва дасть змогу в єдиному технологічному комплексі виробляти продукти харчування рослинництва і тваринництва, технічну сировину та біоенергію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Тараріко Ю. О. Біоенергетичні зрошувані агроекосистеми. Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва (Південний Степ України). К. : ДІА, 2010.
2. Тараріко Ю. О., Величко В. А., Сайдак Р. В., Книш В. В. Сучасна практика та перспективи розвитку аграрного виробництва в Одеському регіоні. *Вісник аграрної науки.* 2020. Том 98, вип. 3. С. 61–70.
3. Тараріко Ю. О., Ковальчук В. П. Войтович О. П. Перспективи міжгалузевої оптимізації сучасних агроекосистем. *Агроекологічний журнал.* 2017. № 2. https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2017.220044
4. Ромащенко М. І. та ін. Наукові засади відновлення та розвитку зрошення земель в Україні в сучасних умовах. *Меліорація і водне господарство*. 2017. Вип. 106(2). С. 3–14.
5. Наукові засади розвитку аграрного сектора економіки південного регіону України / За науковою редакцією Ромащенка М. І., Вожегової Р. А., Шатковського А. П. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. 438 с.
6. Месель-Веселяк В. Я., Федоров М. М. Стратегічні напрями розвитку аграрного сектору України. *Економіка АПК*. 2016. № 6. С. 37–49.
7. Островерх О. В. Оптимізація співвідношення між тваринництвом і рослинництвом як основний напрямок оптимізації виробничої структури. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка: Економічні науки*. Харків : ХНТУСГ, 2013. Вип. 137. С. 206–211.
8. Тараріко Ю. О. Формування сталих агроекосистем: теорія і практика. К.: Аграрна наука, 2005. 508 с.
9. Дехтяр О. О., Войтович І. В., Усатий С. В., Воропай Г. В. та ін. Історія розвитку, перспективи будівництва, реконструкції та відновлення меліоративних систем. *Меліорація і водне господарство*. 2019. (2). С. 40–54. https://doi.org/10.31073/mivg201902-203

10. Ромащенко М. І., Тараріко Ю. О. Меліоровані агроекосистеми: оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України. Ніжин : Видавець ПП Лисенко М.М., 2017. 692 с.
11. Тараріко Ю. О. Енергозберігаючі агроекосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України. К. : ДІА, 2011. 576 с.
12. Малік М. Й., Шпикуляк О. Г. Розвиток аграрного підприємництва в умовах інституціональних трансформацій. *Економіка АПК*. 2017. № 2. С. 5–16.
13. Бігдан М. Г., Карлик Ю. Ю. Перспективи оптимізації виробничої структури підприємства для підвищення рівня рентабельності. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук, 2014. Вип. 6 (89). Ч. 2. С. 90–95.
14. Сайдак Р. В., Сорока Ю. В. Агрометеорологічний потенціал степової зони України. *Агроекологічний журнал.* 2014. № 3. С. 23–27.
15. Польовий, А. М., Овчарук, В. А., Вольвач, О. В., Кущенко, Л. В., & Толмачова, А. В. Агрокліматична оцінка посушливості вегетаційного періоду в Причорноморській зоні надзвичайно низької водності. *Екологічні науки*. 2021. 6. 158-165. DOI https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.6-39.27
16. Bhunia P., Das P., Maiti R. Meteorological Drought Study Through SPI in Three Drought Prone Districts of West Bengal, India. *Earth Syst Environ*. 2020. 4. 43–55 https://doi.org/10.1007/s41748-019-00137-6
17. Li L., She D., Zheng H., Lin P., Yang Z. L. Elucidating diverse drought characteristics from two meteorological drought indices (SPI and SPEI) in China. *Journal of Hydrometeorology*. 2020. 21(7). 1513–1530. https://doi.org/10.1175/JHM-D-19-0290.1
18. Тараріко Ю. О., Величко В. А. Універсальний інформаційно-аналітичний комплекс «Агроресурси». *Аграрна наука і освіта*. 2006. Т. 7. № 1, 2. С. 49–56.
19. Білецька К. Ю. Сутність категорії Економічна ефективність виробництва. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2014. Вип. 150. С. 74–81.
20. Іванюта С. П., Коломієць О. О., Малиновська О. А., Якушенко Л. М. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. Доповідь. Національний інститут стратегічних досліджень. 2020. 110 с.
21. Тенденції змін планетарного клімату та їх можливого впливу на основні сектори української економіки / за ред. Хвесика М. А. К. : Логос, 2012. 268 с.
22. Адаменко Т. І. Зміна клімату та сільське господарство в Україні: що варто знати фермерам? Німецько-український агрополітичний діалог. 2019.
23. Ромащенко М. І. та ін. Вплив сучасних кліматичних змін на водні ресурси та сільськогосподарське виробництво. *Меліорація і водне господарство*. 2020. (1). С. 5–22.
24. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Вольвач О. В. Основи агрометеорології: Конспект лекцій. Одеса : Вид-во «ТЭС», 2004. 150 с.
25. Li W., Duan L., Wang W. et al. Spatiotemporal characteristics of drought in a semi-arid grassland over the past 56 years based on the Standardized Precipitation Index. *Meteorol Atmos Phys*. 2021. 133. 41–54. https://doi.org/10.1007/s00703-020-00727-4
26. Тимошевська Т. І. Використання економіко-математичного моделювання в управлінні земельними ресурсами при реалізації стратегій розвитку сільськогосподарських підприємств. *Вісник Одеського національного університету. Серія : Економіка*. Одеса, 2015. Т. 20, Вип. 1. С. 84–89.
27. Тараріко Ю. О., Величко В. А., Личук Г. І. Ґрунтозахисна ефективність міжгалузевої оптимізації агроекосистем. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 11. С. 23–28.
28. Погребняк І. І. Основні напрямки розвитку спеціалізованих підприємств на виробництві сільськогосподарської продукції. *Інноваційна економіка*. 2010. № 19. С. 163–167.

REFERENCES:

1. Tarariko, Yu.O. (2010). *Bioenerhetychni zroshuvani ahroekosystemy. Naukovo-tekhnolohichne zabezpechennia ahrarnoho vyrobnytstva (Pivdennyi Step Ukrainy) [Bioenergy irrigated agroecosystems. Scientific and technological support of agricultural production (Southern Steppe of Ukraine)].* Kyiv : DIA [in Ukrainian].
2. Tarariko, Yu.O., Velychko, V.A., Saidak, R.V., & Knysh, V.V. (2020). Suchasna praktyka ta perspektyvy rozvytku ahrarnoho vyrobnytstva v Odeskomu rehioni [Modern practice and prospects for the development of agricultural production in the Odesa region]. *Visnyk ahrarnoyi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 98 (3), 61–70 [in Ukrainian].
3. Tarariko, Yu.O., Kovalchuk, V.P., & Voitovych, O.P. (2017). Perspektyvy mizhhaluzevoi optymizatsii suchasnykh ahroekosystem [Prospects of interdisciplinary optimization of modern agroecosystems]. *Ahroekolohichnyy zhurnal – Agroecological journal,* 2. doi.org/10.33730/2077-4893.2.2017.220044 [in Ukrainian].
4. Romashchenko, M.I. et al. (2017). Naukovi zasady vidnovlennia ta rozvytku zroshennia zemel v Ukraini v suchasnykh umovakh [Scientific principles of restoration and development of land irrigation in Ukraine in modern conditions]. *Melioratsiya i vodne hospodarstvo – Land reclamation and water management*, 106(2), 3–14 [in Ukrainian].
5. Romashchenko, M.I., Vozhehova, R.A., & Shatkovskyi, A.P. (Eds). (2017). *Naukovi zasady rozvytku ahrarnoho sektora ekonomiky pivdennoho rehionu Ukrainy [Scientific foundations of the development of the agrarian sector of the economy of the southern region of Ukraine].* Kherson : OLDI-PLIUS, 438 [in Ukrainian].
6. Mesel-Veseliak, V.Ya., & Fedorov, M.M. (2016). Stratehichni napriamy rozvytku ahrarnoho sektoru Ukrainy [Strategic directions of development of the agricultural sector of Ukraine]. *Ekonomika APK – The Economy of Agro-Industrial Complex*, 6, 37–49 [in Ukrainian].
7. Ostroverkh, O.V. (2013). Optymizatsiia spivvidnoshennia mizh tvarynnytstvom i roslynnytstvom yak osnovnyi napriamok optymizatsii vyrobnychoi struktury [Optimizing the ratio between livestock and crop production as the main direction of optimizing the production structure]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka: Ekonomichni nauky – Bulletin Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture*, 137, 206–211 [in Ukrainian].
8. Tarariko, Yu.O. (2005). *Formuvannia stalykh ahroekosystem: teoriia i praktyka [Formation of sustainable agroecosystems: theory and practice].* Kyiv : Agrarian science, 508 [in Ukrainian].

9. Dekhtiar, O.O., Voitovych, I.V., Usatyi, S.V., & Voropai, H.V. et al. (2019). Istoriia rozvytku, perspektyvy budivnytstva, rekonstruktsii ta vidnovlennia melioratyvnykh system [History of development, prospects of construction, reconstruction and restoration of reclamation systems]. *Melioratsiya i vodne hospodarstvo – Land reclamation and water management*, 2, 40–54. doi.org/10.31073/mivg201902-203 [in Ukrainian].
10. Romashchenko, M.I., & Tarariko, Yu.O. (2017). *Meliorovani ahroekosystemy: otsinka ta ratsionalne vykorystannia ahroresursnoho potentsialu Ukrainy [Reclaimed agroecosystems: evaluation and rational use of agricultural resource potential of Ukraine]*. Nizhin : Publisher PP Lysenko M.M., 692 [in Ukrainian].
11. Tarariko, Yu.O. (2011). *Enerhozberihaiuchi ahroekosystemy. Otsinka ta ratsionalne vykorystannia ahroresursnoho potentsialu Ukrainy [Energy-saving agroecosystems. Evaluation and rational use of agricultural resource potential of Ukraine]*. Kyiv : DIA, 576 [in Ukrainian].
12. Malik, M.Y., & Shpykuliak, O.H. (2017). Rozvytok ahrarnoho pidpryiemnytstva v umovakh instytutsionalnykh transformatsii [Development of agrarian entrepreneurship in conditions of institutional transformations]. *Ekonomika APK – The Economy of Agro-Industrial Complex*, 2, 5–16 [in Ukrainian].
13. Bihdan, M.H., & Karlyk, Yu.Yu. (2014). Perspektyvy optymizatsii vyrobnychoi struktury pidpryiemstva dlia pidvyshchennia rivnia rentabelnosti [Prospects for optimizing the production structure of the enterprise to increase the level of profitability]. *Visnyk KrNU imeni Mykhayla Ostrohradskoho – Scientific Journal "Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*", 6 (89), Part. 2, 90–95 [in Ukrainian].
14. Saidak, R.V., & Soroka, Yu.V. (2014). Ahrometeorolohichnyi potentsial stepovoi zony Ukrainy [Agrometeorological potential of the steppe zone of Ukraine]. *Ahroekolohichnyy zhurnal – Agroecological journal*, 3, 23–27 [in Ukrainian].
15. Polovyi, A.M., Ovcharuk, V.A., Volvach, O.V., Kushchenko, L.V., & Tolmachova, A.V. (2021) Ahroklimatychna otsinka posushlyvosti vehetatsiinoho periodu v Prychornomorskii zoni nadzvychaino nyzkoi vodnosti [Agroclimatic assessment of aridity of the growing season in the Black Sea zone of extremely low water content]. *Ekolohichni Nauky – Environmental Sciences*, 6, 158–165. doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.6-39. 27 [in Ukrainian].
16. Bhunia, P., Das, P., & Maiti, R. (2020). Meteorological Drought Study Through SPI in Three Drought Prone Districts of West Bengal, India. *Earth Syst Environ*, 4, 43–55. doi.org/10.1007/s41748-019-00137-6 [in English].
17. Li, L., She D., Zheng, H., Lin, P., & Yang, Z.L. (2020). Elucidating diverse drought characteristics from two meteorological drought indices (SPI and SPEI) in China. *Journal of Hydrometeorology*, 21(7), 1513–1530. doi.org/10.1175/JHM-D-19-0290.1 [in English].
18. Tarariko, Yu.O., & Velychko, V.A. (2006). Universalnyi informatsiino-analitychnyi kompleks «Ahroresursy» [Universal information and analytical complex "Agroresursy"]. *Ahrarna nauka i osvita – Agrarian science and education*, 7, (1, 2), 49–5*6* [in Ukrainian].
19. Biletska, K.Yu. (2014). Sutnist katehorii Ekonomichna efektyvnist vyrobnytstva [The essence of the Economic efficiency of production category]. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka – *Bulletin Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture,* 150, 74–81 [in Ukrainian].
20. Ivaniuta, S.P., Kolomiiets, O.O., Malynovska, O.A., & Yakushenko, L.M. (2020). Zmina klimatu: naslidky ta zakhody adaptatsii: analit. Dopovid [Climate Change: Consequences and Adaptation Measures: Analyt. Report]. *Natsionalnyy instytut stratehichnykh doslidzhen – The National Institute for Strategic Studies,* 110 [in Ukrainian].
21. Khvesyk, M.A. (Ed.). (2006). *Tendentsii zmin planetarnoho klimatu ta yikh mozhlyvoho vplyvu na osnovni sektory ukrainskoi ekonomiky [Trends in planetary climate changes and their possible impact on the main sectors of the Ukrainian economy]*. Kyiv : Logos, 268 [in Ukrainian].
22. Adamenko, T.I. (2019). Zmina klimatu ta silske hospodarstvo v Ukraini: shcho varto znaty fermeram? [Climate change and agriculture in Ukraine: what should farmers know?]. *Nimetsko-ukrainskyi ahropolitychnyi dialoh – German-Ukrainian agropolitical dialogue* [in Ukrainian].
23. Romashchenko, M.I. et al. (2020). Vplyv suchasnykh klimatychnykh zmin na vodni resursy ta silskohospodarske vyrobnytstvo [Impact of modern climate changes on water resources and agricultural production]. *Melioratsiya i vodne hospodarstvo – Land reclamation and water management*, 5, 5–22 [in Ukrainian].
24. Polovyi, A.M., Bozhko, L.Yu., & Volvach, O.V. (2004). *Osnovy ahrometeorolohii: Konspekt lektsii [Basics of agrometeorology: Synopsis of lectures].* Odesa : "TES" Publishing House, 150 [in Ukrainian].
25. Li, W., Duan, L., & Wang, W. et al. (2021). Spatiotemporal characteristics of drought in a semi-arid grassland over the past 56 years based on the Standardized Precipitation Index. *Meteorol Atmos Phys*, 133, 41–54. doi.org/10.1007/s00703-020-00727-4 [in English].
26. Tymoshevska, T.I. (2015). Vykorystannia ekonomikomatematychnoho modeliuvannia v upravlinni zemelnymy resursamy pry realizatsii stratehii rozvytku silskohospodarskykh pidpryiemstv [The use of economic and mathematical modeling in the management of land resources in the implementation of strategies for the development of agricultural enterprises]. *Visnyk Odeskoho natsionalnoho universytetu. Seriya: Ekonomika – Bulletin Odessa National University Herald. Economy,* 20 (1), 84–89 [in Ukrainian].
27. Tarariko, Yu.O., Velychko, V.A., & Lychuk, H.I. (2017) Gruntozakhysna efektyvnist mizhhaluzevoi optymizatsii ahroekosystem [Soil protection effectiveness of interdisciplinary optimization of agroecosystems]. *Visnyk ahrarnoyi nauky – Bulletin of Agricultural Science,* 11, 23–28 [in Ukrainian].
28. Pohrebniak, I.I. (2010). Osnovni napriamky rozvytku spetsializovanykh pidpryiemstv na vyrobnytstvi silskohospodarskoi produktsii [The main directions of development of specialized enterprises in the production of agricultural products]. *Innovatsiyna ekonomika – Innovative economy*, 19, 163–167 [in Ukrainian].

Книш В.В., Сайдак Р.В., Сорока Ю.В., Тараріко Ю.О. Формування зрошуваної біоенергетичної агроекосистеми у Сухому Степу України

Мета. Проаналізувати потенціал базового підприємства у зоні Сухого Степу України на засадах формування зрошуваної біоенергетичної агроекосистеми і запропонувати перспективні системи аграрного виробництва. Актуальність проведення дослідження обумовлена особливістю розвитку галузі та сучасними викликами, насамперед такими як зростання температурного режиму, дефіцит кліматичного водного балансу при яких ефективність використання наявного потенціалу стає пріоритетним напрямком. **Методи.** У процесі роботи використовували поєднання методів від загальнонаукових: гіпотеза, спостереження, аналіз, синтез; до спеціальних: дані польових дослідів, аналітичні методи дослідження, дисперсійний, кореляційний, регресійний та варіаційний методи аналізу, метод багатоваріантного комп'ютерного імітаційного моделювання. Для моделювання варіантів розвитку базового підприємства опрацьовано параметри його виробничої діяльності за період 2010-2021 рр., тенденції кліматичних змін та агрометеорологічні ресурси регіону, особливості ведення аграрного виробництва в зоні дослідження, тощо. **Результати.** Дослідженнями встановлено, що потенціал базового підприємства розрахований на виробництво більшого обсягу продукції, ніж на сучасному етапі; що залежно від обсягів залучених фінансових ресурсів усі розглянуті сценарії розвитку можуть бути реалізовані на практиці. Авторами за допомогою багатоваріантного імітаційного комп'ютерного моделювання перспективних варіантів розвитку підприємства запропоновано засади формування збалансованого виробництва рослинного і тваринного продовольства, промислової сировини і біоенергії на прикладі 11 моделей. На початковому етапі (моделі 1-3) вдосконалення галузевої структури запропоновано залучити до її складу модулі з переробки молока і м'яса у поєднанні із заходами по підвищенню продуктивності дійного стада. У моделях 4,5,6 збільшаться обсяги виробництва органічних добрив, доцільність освоєння двох сівозмін буде визначатися співвідношенням між вартістю мінеральних добрив, що потрібно внести на віддалених полях зерно-трав'яної сівозміни та затратами на транспортування кормів і органічних добрив. На площах наближених до тваринницьких ферм доцільно розмістити зерно-кормову 5-пільну сівозміну (650 га) із внесенням наявного гною, заорюванням стебел соняшнику та застосуванням $N_{40}P_{35}K_{50}$. На віддалених поля запропоновано розмістити зернову 4-пільну сівозміну (1724 га) із внесенням $N_{45}P_{35}K_{15}$ за використання на добриво усієї побічної продукції. За сценаріями Моделей 7 і 8 продуктивність 6-пільної зрошуваної і 4-пільної незрошуваної сівозмін забезпечить можливість утримання 9,0–9,5 тис. умовних голів ВРХ. Окрім того змодельовані варіанти розвитку галузевої структури, що передбачають поширення меліоративної системи як на усі 5124 га ріллі підприємства так і на частину площ з використанням комбінованої системи зрошення: інтеграції дощувальних машин (2430 га) та підґрунтового зрошення (600 га) у поєднанні з будівництвом цукрового заводу та комплексом переробки соломи шляхом брикетування. **Висновки.** Для створення високоефективної біоенергетичної виробничої системи необхідно близько 80 млн. USD фінансових ресурсів з очікуваним прибутком 9–14 тис. USD на гектар та строком окупності капітальних вкладень 2 роки. Для самостійного розвитку виробничої системи до високого рівня прибутковості за рахунок цілеспрямованого використання власного зростаючого прибутку за підрахунками необхідно від 8 до 10 років. Проведений за допомогою багатоваріантного комп'ютерного моделювання аналіз ресурсного потенціалу базового підприємства, дозволяє виявити внутрішньовиробничі резерви його використання.

Ключові слова: агрокліматичні ресурси, сучасна практика, аграрне виробництво, потенціал біопродуктивності, сценарії розвитку підприємства.

Knysh V.V., Saidak R.V., Soroka Yu.V., Tarariko Yu.O. Formation of an irrigated bioenergy agroecosystem in the Dry Steppe of Ukraine

Goal. To analyze the potential of the basic enterprise in the Dry Steppe zone of Ukraine based on the formation of an irrigated bioenergy agroecosystem and to propose perspective systems of agricultural production. The relevance of the research is due to the specific development of the industry and modern challenges, first of all, such as the increase in the temperature regime, and the deficit of the climatic water balance, in which the efficiency of using the available potential becomes a priority direction. **Methods.** During the work, a combination of methods from general scientific as a hypothesis, observation, analysis, and synthesis to special ones such as data from field experiments, analytical research methods, dispersion, correlation, regression, and variation analysis methods, the method of multivariate computer simulation modeling were used. It worked out the parameters of enterprise production activity for the period 2010–2021, trends of climatic changes and agro-meteorological resources of the region, peculiarities of agricultural production in the study area, etc. for modeling the options for the development of the basic enterprise. **Results**. Results of the research have established that the potential of the base enterprise is designed to produce a larger volume of products than at the current stage; that depending on the amount of financial resources involved, all the considered development scenarios can be implemented in practice. The authors proposed the principles of the formation of balanced production of plant and animal food, industrial raw materials, and bioenergy on the example of 11 models using the multivariate simulation computer modeling of promising options for the development of the enterprise. At the initial stage (models 1–3) of improving the industry structure, it is proposed to include milk and meat processing modules in combination with measures to increase the productivity of the dairy herd. In models 4, 5, and 6, the volume of production of organic fertilizers will increase, and the feasibility of developing two crop rotations will be determined by the ratio between the cost of mineral fertilizers, which must be applied to distant fields of grain-grass crop rotation, and the costs of transporting feed and organic fertilizers. In the areas close to livestock farms, it is advisable to place a grain-forage 5-field crop rotation (650 ha) with the introduction of available manure, plowing of sunflower stalks, and application of $N_{40}P_{35}K_{50}$. It is proposed to place a grain 4-field crop rotation (1724 ha) on remote fields with the introduction of $N_{45}P_{35}K_{15}$ for the use of all by-products as fertilizer. According to the scenarios of Models 7 and 8, the productivity of the 6-field irrigated and 4-field non-irrigated crop rotation will provide the possibility of keeping 9.0–9.5 thousand conditional head of cattle. In addition, options for the development of the industry

structure are modeled, which provide for the spread of the reclamation system both on all 5124 ha of the enterprise's arable land and on part of the area using a combined irrigation system: the integration of sprinklers (2430 ha) and subsurface drip irrigation (600 ha) in combination with the construction of a sugar mill plant and a straw processing complex by briquetting. **Conclusions.** To create a highly efficient bioenergy production system, about $ 80 million of financial resources are needed with an expected profit of $ 9–14 thousand per hectare and a payback period of capital investments of 2 years. It is estimated that 8 to 10 years are needed for the independent development of the production system to a high level of profitability due to the purposeful use of its own growing profit. The analysis of the resource potential of the base enterprise carried out with using of multivariate computer modeling allows for the identification of internal production reserves of its use.

Key words: agroclimatic resources, modern practice, agricultural production, potential of bioproductivity, enterprise development scenarios.

УДК 631.472.54:631.15
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.10

ОРГАНІЧНА РЕЧОВИНА ҐРУНТУ ПІД ВПЛИВОМ ТРИВАЛОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ

КОВАЛЬОВ М.М. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-4421-8960
Центральноукраїнський національний технічний університет
ТОПОЛЬНИЙ Ф.П. – доктор біологічних наук, професор
orcid.org/0000-0002-7151-7694
Центральноукраїнський національний технічний університет
МАЛАХОВСЬКА В.О.
orcid.org/0000-0002-0284-8721
Центральноукраїнський національний технічний університет

Постановка проблеми. Гумусові речовини – досить специфічні та найбільш реакційно – активні компоненти ґрунтового профілю, що впливають на широкий спектр природних та антропогенних процесів у зоні ґрунтоутворення. Розчинення та зміна складу мінералів, іммобілізація та транспорт елементів, сорбція пестицидів, формування агрегатної структури ґрунтів, їх іонообмінні властивості тією чи іншою мірою індукуються та протікають за безпосередньої участі гумусових речовин. [1, с. 121]. Гумус ґрунтів є незамінною умовою існування біогеоценозів. Гумусові кислоти визначають ґрунтову родючість. При розкладанні гумусу під впливом мікроорганізмів поживні речовини стають доступними для рослин. Вміст гумусу істотно впливає на водний та тепловий режими ґрунту, його біологічну та біохімічну активність, міграцію у ґрунтовому профілі продуктів ґрунтоутворення та ін. Кількість гумусу і його склад у ґрунті – характерна генетична та класифікаційна ознака для визначення типу ґрунту. Разом з тим кожному типу ґрунту властивий певний якісний склад гумусу [2, с. 180].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вченими була запропонована концепція, в рамках якої продукти гуміфікації органічного матеріалу розглядаються як система природних гідрофобно – гідрофільних сполук, що мають просторову та структурно – функціональну організацію та багато в чому визначають морфологічні, хімічні та фізичні властивості ґрунтів. Основна ідея даної концепції полягала в тому, що гідрофільні компоненти гумусових речовин представлені в ґрунтах у складі продуктів гуміфікації in situ (автохтонними) та латеральними (аллохтонно-ілювіальними) формами. Гідрофільні продукти гуміфікації здійснюють сучасний метаморфізм мінеральної маси ґрунтів [3, с. 76]. Акумуляція гідрофільних гумусових речовин відбувається у складі глино–гумусових, залізистих та алюмінієвих – гумусових сполук. Продукти гуміфікації органічного матеріалу в аеробних умовах представлені переважно гідрофільними сполуками. Гідрофільні гумусові речовини найбільш лабільні компоненти гумусу ґрунтів, схильні до мікробіологічної та хімічної мінералізації. Гідрофобні компоненти гумусових речовин ґрунтів представляють автохтонні утворення, просторово прив'язані до продуктів гуміфікації органічного матеріалу in situ. Незалежно від типу водного режиму ґрунтів, вони нерухомі у профілі, накопичуються до гуміфікації органічних залишків. Анаеробна мікробіологічна трансформація органічного матеріалу сприяє гідрофобізації продуктів гуміфікації, що робить їх стійкими до мікробіологічних та абіотичних факторів [4, с. 42].

Постановка завдання. При польових дослідженнях проводили описи ґрунтів в межах лісостепової зони та перехідної смуги між південним Лісостепом у північний Степ в районі Бузько-Дніпровської фізико-географічної області [5, с. 237]. Розрізи закладали на водороздільних плато. За способом використання угідь розрізи закладені в природних та агроекосистемах [6, с. 41].

Мета роботи полягає у виявленні залежності між ґрунтовою структурою та основними характеристиками гумусу найбільш поширених підтипів ґрунтів Бузько-Дніпровського міжріччя в межах природних (цілина) та агроекосистем (рілля).

У польових умовах на кожній цілинній та орній ділянці було закладено повнопрофільні розрізи для опису морфологічних властивостей ґрунтів [5, с. 234]. Зразки проведення досліджень відбиралися пошарово, на глибину 0–10 см; 10–20 см; 20–30 см. Оцінка гумусного стану ґрунтів передбачала вивчення змісту загального гумусу та її фракційно–групового складу [7, с. 3].

Вміст гумусу визначали загальноприйнятим методом І. В. Тюріна в модифікації ЦІНАО за ДСТУ 4289 [8, с. 5]. В основі вивчення якісного складу гумусу лежить методика І. В. Тюріна, заснована на виділенні в розчині різних груп і фракцій гумусових речовин

Ґрунтові розрізи закладалися на основі принципу єдиної відмінності: усі фактори ґрунтоутворення майже однотипні, окрім антропогенного, що дає можливість встановити якісні та кількісні зміни властивостей досліджуваних ґрунтів в результаті сільськогосподарського використання. Аналітичні дослідження відібраних ґрунтових зразків проводили, згідно загальноприйнятих методик [9, с. 4].

Виклад основного матеріалу дослідження. Вміст гумусу істотно впливає на водний та тепловий режими ґрунту, його біологічну та біохімічну активність, міграцію у ґрунтовому профілі продуктів ґрунтоутворення та ін. Кількість гумусу у ґрунті – характерна генетична та класифікаційна ознака для визначення типів ґрунтів. Разом

з тим кожному типу ґрунту властивий певний якісний склад гумусу [10, с. 60].

Визначення вмісту гумусу в ґрунтах природних та агроекосистем Бузько-Дніпровського межиріччя показало, що в межах поширення чорнозему типового природних екосистем вміст гумусу в шарах 0–20 см та 20–30 см характеризується як високий (9,32% та 7, 68% відповідно). На ріллі у шарі 0–20 см втрати гумусу цього підтипу під час агрокультурного періоду сягали 21,46% за рахунок мінералізації детриту [5, с. 237].

Вміст гумусу в ґрунтах природних екосистем чорноземів вилугованих і звичайних оцінюється як середнє. В межах агроекосистем втрати гумусу у шарі 0–20 см даного підтипу ґрунту склали 13,08% та 17,49%, у шарі 20–30 см 11,59% та 14,84% відповідно.

Для чорнозему звичайного неглибокого в межах природних екосистем характерне середнє (у шарі 0–20 см – 4,02%) та низький вміст гумусу (у шарі 20– 30см – 2,96%). Втрати гумусу в ґрунтах агроекосистем даного підтипу за період використання у верхньому шарі (0–20 см) становили 8,96%, у шарі 20–30 см – 6,08%.

При аналізі вмісту гумусу в перших двадцяти сантиметрових шарах досліджуваних підтипів чорноземів встановлено, що чим вище вміст гумусу на ділянках природних екосистем, тим значнішими є його відносні втрати за час сільськогосподарського використання в ґрунтах агроекосистем.

Надійним показником стійкості ґрунтової системи є не лише кількісний вміст гумусу, а й його якісний склад. Вивчення фракційно – групового складу гумусу ґрунтів Бузько-Дніпровської фізико-географічної області показало, що, як для природних так і для агроекосистем характерний гуматний тип гумусу (табл. 1).

Згідно з отриманими даними за фракційно – груповим складом ґрунтів Бузько-Дніпровського міжріччя (див. табл. 1) вміст ГК – І в ґрунтах природних екосистем чорнозему типового невеликий та приурочений переважно до верхньої третини ґрунтового профілю, фракція ГК – ІІІ, пов'язана з глинистими мінералами, коливається в межах від 7,80% до 12,69%. Таким чином, найбільш істотну роль у складі гумусу цього підтипу чорнозему відіграють ГК – ІІ, пов'язані з кальцієм. Для групи фульвокислот, вміст яких коливається в межах від 15,46% до 17,69%, характерне зниження вмісту фракцій ФК – І та ФК – ІІ з глибиною, за відносної стабільності третьої фракції.

Таблиця 1

Фракційно-груповий склад ґрунтів Бузько-Дніпровського межиріччя

Шар ґрунту, см	Гумус, %	Вуглець, частка від загального								Відношення СГК/СФК
		СГК			$\Sigma C_{гк}$	СФК			$\Sigma C_{фк}$	
		I	II	III		I	II	III		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Чорнозем вилугований (природна екосистема)										
0–10	5,54	7,40	18,27	9,87	41,53	6,56	5,70	4,83	17,1	2,42
10–20	4,86	8,70	27,53	8,67	42,93	6,13	5,73	4,03	15,89	2,70
20–30	4,40	4,50	27,73	8,63	40,87	6,70	6,83	7,73	18,67	2,19
Чорнозем вилугований (агроекосистема)										
0–20	4,52	9,43	14,92	11,23	39,08	7,77	4,87	6,70	19,34	2,02
20–30	3,89	3,47	28,73	4,50	36,70	7,60	6,63	7,77	22,00	1,67
Чорнозем типовий (природна екосистема)										
0–10	9,56	8,63	27,4	7,8	43,83	4,12	8,73	4,84	17,69	2,48
10–20	9,08	7,88	26,09	12,69	46,66	3,48	8,73	3,63	15,84	2,94
20–30	7,68	7,56	25,14	12,08	44,78	3,12	4,37	7,97	15,46	2,89
Чорнозем типовий (агроекосистема)										
0–20	7,32	9,23	24,23	5,93	39,40	5,56	4,48	4,12	14,16	2,78
20–30	6,54	6,42	17,45	17,54	41,41	5,02	9,75	3,96	18,72	2,21
Чорнозем звичайний (природна екосистема)										
0–10	6,60	6,60	27,13	8,63	42,37	5,90	5,57	4,57	16,03	2,64
10–20	5,86	6,07	27,80	7,23	41,10	4,90	5,30	5,20	15,40	2,67
20–30	5,56	5,67	24,50	10,43	40,60	5,43	6,33	5,64	17,40	2,38
Чорнозем звичайний (агроекосистема)										
0–20	5,14	5,57	24,57	8,4	38,53	7,10	6,13	6,10	19,33	1,99
20–30	4,79	3,30	27,23	5,97	36,50	6,93	6,17	5,47	18,57	1,97
Чорнозем звичайний неглибокий (природна екосистема)										
0–10	4,32	7,33	18,07	10,87	36,27	7,77	5,53	4,53	17,83	2,03
10–20	3,72	8,77	27,59	6,77	43,13	5,37	7,67	6,73	19,77	2,18
20–30	2,96	4,6	28,63	7,80	41,03	6,60	7,33	7,63	21,57	1,90
Чорнозем звичайний неглибокий (агроекосистема)										
0–20	3,66	8,80	14,60	11,20	34,6	7,83	5,47	6,20	19,50	1,77
20–30	2,78	3,37	29,80	3,60	36,77	7,73	6,80	7,63	22,17	1,65

Встановлено, що максимальне значення відношення Сгк/Сфк=2,94 притаманно шару 10–20 см чорнозему типового природних екосистем та 0–20 см агроекосистем (Сгк/Сфк=2,78).

В ґрунтах агроекосистем спостерігається збільшення відносного вмісту фракцій гумінових кислот ГК – І, а також ФК – І у шарі 0–20 см за рахунок скорочення частки більш стабільних фракцій цієї групи, тобто. ГК – ІІ, яка відіграє ключову роль структуроутворенні, та ГК – ІІІ, що пов'язана з глинистими мінералами.

Вміст гумінових кислот у ґрунтах природних екосистем чорнозему звичайного досить високий, але менший, ніж у чорноземі типовому. Незначно знижується й частка фульвокислот, змінюючи якість гумусу та максимальне значення Сгк/Сфк, яке становить 2,67 характерно для шару 10–20 см.

Динаміка показника Сгк/Сфк у ґрунтах агроекосистем подібна до такої у чорноземів типових, найбільше значення цього показника 1,99 характерно для шару 10–20 см. Частка гумінових кислот у ґрунтах агроекосистем зменшується за рахунок втрати фракції ГК – І та ГК – ІІ. Водночас простежується збільшення групи фульвокислот. У шарі 20–30 см спостерігається різке зниження вмісту гумінових кислот та фульвокислот на цілинній ділянці. На ріллі зменшення вмісту цих фракцій проявляється менш різко.

В ґрунтах природних та агроекосистем чорнозему вилугованого спостерігається подібна до чорноземів типових та звичайних динаміка показника Сгк/Сфк. Максимальне значення даного показника – 2,70 для природних екосистем відзначено для шару 10–20 см та 2,02 – для шару 0–20 см агроекосистеми. Вміст першої та третьої фракції гумінових та фульвокислот при орному використанні чорнозему вилугованого збільшується на тлі значних втрат другої фракції гумінових – 14,92% у шарі 0–20 см та фульвокислот – 4,87%.

Для ґрунтів природних та агроекосистем чорнозему звичайного неглибокого характерна динаміка зміни показника Сгк/Сфк, аналогічна з чорноземами типовим, звичайним та вилугованим. Так максимальне значення Сгк/Сфк в природних екосистемах – 2,18 було визначено шарі 10–20 см, орної ділянки 1,77 – шару 0–20 см.

Також спостерігається зниження частки гумінових кислот у ґрунтах орної ділянки чорнозему південного

Таблиця 2

Структурний стан ґрунтів Бузько–Дніпровського межиріччя

Глибина відбору проб, см	Сума агрегатів більше 10 мм,%	Сума агрономічно цінних агрегатів 10–0,25 мм,%	Сума мікроагрегатів, менше 0,25 мм,%	Коефіцієнт структурності
Чорнозем вилугований (природна екосистема)				
0–10	15,51	65,09	19,40	1,86
10–20	19,69	67,85	12,46	2,11
20–30	21,26	63,56	15,18	1,74
Чорнозем вилугований (агроекосистема)				
0–10	19,38	47,56	33,06	0,91
10–20	21,27	50,03	28,70	1,00
20–30	25,56	50,69	23,75	1,03
Чорнозем типовий (природна екосистема)				
0–10	11,99	70,03	18,98	2,26
10–20	15,23	71,56	13,21	2,52
20–30	17,26	68,34	14,40	2,16
Чорнозем типовий (агроекосистема)				
0–10	10,56	55,98	33,46	1,27
10–20	14,46	56,78	28,76	1,31
20–30	17,26	59,78	22,96	1,49
Чорнозем звичайний (природна екосистема)				
0–10	16,41	63,34	20,25	1,73
10–20	19,25	65,67	15,08	1,91
20–30	22,78	62,23	14,99	1,65
Чорнозем звичайний (агроекосистема)				
0–10	15,78	45,34	38,88	0,83
10–20	19,25	46,07	34,68	0,85
20–30	29,39	48,02	22,59	0,92
Чорнозем звичайний неглибокий (природна екосистема)				
0–10	14,79	53,44	31,77	1,14
10–20	18,67	54,98	26,35	1,22
20–30	23,90	50,48	25,62	1,02
Чорнозем звичайний неглибокий (агроекосистема)				
0–10	29,87	34,87	35,32	0,54
10–20	35,28	37,09	27,63	0,59
20–30	40,04	40,06	19,90	0,67

за рахунок втрати фракції ГК – І та ГК – ІІ, помітно збільшення групи фульвокислот.

Аналіз отриманих даних показує, що максимальне значення Сгк/Сфк характерно, в основному, для нижніх шарів горизонту, яке, на нашу думку, пов'язане з тим, що еволюція чорноземів супроводжується накопиченням складного зрілого гумусу гуматного типу, для утворення якого необхідний тривалий період. Верхні ж частини гумусового шару знаходяться на етапі раннього гумусоутворення, що характеризується процесами перетворення рослинної органічної речовини у відносно простий за складом гумус зі значною часткою фульвокислоти [11, с. 98].

Співвідношення груп та фракцій гумусових речовин закономірно змінюється у зонально-генетичному ряду ґрунтів, а також внаслідок сільськогосподарсь-кого використання ґрунтів.

Окрім показників групового та фракційного складу гумусу його якість визначається ступенем гуміфікації. Ступінь гуміфікації оцінюється як частка гумінових кислот у складі органічної речовини, а саме як кількість гумінових кислот, віднесена до загального вмісту всіх органічних речовин, включаючи залишки, що не втратили анатомічної будови. У відповідності з системою показників гумусного стану ґрунтів [12, с. 116], високого ступеня гуміфікації відповідає відносний вміст гумінових кислот, понад 40%. Ступінь гуміфікації тісно корелює зі вмістом гумусу та його типом[13, с. 73].

За ступенем гуміфікації органічна речовина природних екосистем чорнозему типового характеризується дуже високим ступенем – більше 40%, у першому двадцяти сантиметровому шарі значення цього показника становить 45,25%, в агроекосистемах відзначено зниження ступеня гуміфікації до 39,40%, хоча за класифікацією характеризується як висока.

Подібна до чорнозему типового динаміка ступеня гуміфікації проявляється як в природних, так і в агроекосистемах чорнозему звичайного та вилуваного. Так, гумус ґрунтів природних екосистем зазначених підтипів чорнозему характеризується дуже високим ступенем гуміфікації 42,23% та 41,74%, відповідно, у ґрунтах агроекосистем спостерігається зниження даного показника до значення, який характеризує високий ступінь гуміфікації 39,08% та 38,53%, відповідно.

Гумус ґрунтів природних та агроекосистем чорнозему звичайного неглибокого південного характеризується високим ступенем гуміфікації. В межах природних екосистем значення даного показника становить 39,70% для чорнозему звичайного неглибокого, а в ґрунтах агроекосистеми значення цього показника становить – 34,60%.

Таким чином, розгляд антропогенного впливу на динаміку гумусової складової ґрунтів показало, що тривале сільськогосподарське використання призводить до трансформації співвідношення компонентів складових органічної речовини ґрунтів, тобто груп та фракцій гумусу, що позначається не лише на його вмісті, а й на якісному складі [14, с. 225].

Серед основних фізичних показників ґрунту, що регулюють продуктивність агроекосистем, найважливіша роль належить їх структурному складу. У структурних ґрунтах у порівнянні з безструктурними створюються більш сприятливі умови водного, повітряного, теплового та поживного режимів. Найбільш цінною в агрономічному відношенні є зерниста структура або дрібно грудкувата макроструктура, що характеризується як механічно стійка до руйнування та водночас є водоміцною, пористою за рахунок багаторазового зрощування легших агрегатів. За традиційно сформованим уявленням, агрономічно цінними агрегатами прийнято вважати часточки розміром від 0,25 мм до 10 мм [15, с. 55] (див. табл. 2).

Результати пошарового аналізу структурного стану досліджуваних ґрунтів (табл. 2) показали, що структура чорноземів вилугованого, типового, звичайного, звичайного неглибокого ґрунтів природних та агроекосистем дослідних ділянок за вмістом агрономічно цінних агрегатів, характеризується як хороша [11, с. 88].

Аналіз даних структурного стану ґрунтів дозволяє зауважити, що для природних екосистем чорнозему типового сума агрономічно цінних агрегатів коливається в межах від 71,56% до 68,34%, з максимальним вмістом 71,56% даної фракції у шарі 10–20 см. Вміст мікроагрегатів у першій третині ґрунтового профілю зменшується, поряд з відносним збільшенням вмісту грудкуватих агрегатів.

В агроекосистемах відзначено зниження вмісту агрономічно цінних агрегатів до межі 55,98%–59,78% порівняно з цілинною ділянкою даного підтипу ґрунтів, де відмічене збільшення вмісту даної фракції у нижніх шарах орного шару, максимальне значення зафіксовано для шару 20–30 см – 59,78%. Необхідно відзначити наявність підвищеного вмісту мікроагрегатів у порівнянні з природною екосистемою, поряд з відносним зниженням вмісту глибистої фракції.

Структурний стан цілинної ділянки чорнозему звичайного також дозволяє судити про високий вміст агрономічно цінних агрегатів, проте їх вміст трохи нижчий, ніж у ґрунтах чорнозему типового 62,23% – 65,67%. При профільному розгляді перших тридцяти сантиметрових шарів відзначимо збільшення глибистої фракції, значення якої коливається в межах від 16,41% до 22,78% та суми мікроагрегатів від 14,99% до 20,25% порівняно з аналогічними шарами ґрунтового профілю чорнозему типового.

Динаміка вмісту агрономічно цінних агрегатів, мікроагрегатів та глибистої фракції в ґрунтах агроекосистем подібна до чорноземів типових, найбільший вміст агрономічно цінних агрегатів 48,02% виявлено в підорному шарі. Також варто відзначити збільшення вмісту мікроагрегатів на рівні 38,88% – 22,59% та глибистої фракції від 15,78% до 29,39% порівняно з природними екосистемами чорнозему звичайного.

В природних та агроекосистемах чорнозему вилугованого спостерігається подібна до чорноземів типових та звичайних динаміка показника гідрофобності. Переважну більшість агрономічно цінних агрегатів у ґрунті природних екосистем – 67,85% зафіксовано у шарі 10–20 см та коефіцієнтом структурності – 1,32. У ґрунтах агроекосистем дана фракція з вмістом 50,69% переважає у шарі 20–30 см, тобто у підорному шарі.

Для природних та агроекосистем чорнозему звичайного неглибокого антропогенна динаміка вмісту агрономічно цінних агрегатів виявилася подібною до описаних вище ґрунтових підтипів. Варто зазначити відносне зниження вмісту зазначеної фракції на ґрунтах природних екосистем чорнозему звичайного неглибокого порівняно з чорноземами, розташованими на північ від ряду географічної зональності ґрунтів. Найбільший вміст агрономічно цінних агрегатів відзначено у першому двадцяти сантиметровому шарі на рівні 53,44% – 54,98% з подальшим незначним зниженням у шарі 20–30 см – 50,48%.

Помітним є зниження частки агрономічно цінних агрегатів у ґрунтах агроекосистем чорнозему звичайного неглибокого на рівні 34,87% – 40,06%, при відносному збільшенні вмісту мікроагрегатів в межах від 35,62% до 19,90%)та глибистої фракцій від 29,87% до 40,06%.

Наші дослідження дозволяють відмітити, що в ґрунтах агроекосистем, що перебувають під впливом тривалого сільськогосподарського використання, спостерігається зниження коефіцієнта структурності порівняно з природними екосистемами на 48,42% для чорнозему вилуженого; 41,13% – для чорнозему типового; 50,57% – чорнозему звичайного; 46,90% – чорнозему звичайного неглибокого. Така зміна агрегатної структури ґрунтів пов'язана, перш за все, зі зміною вмісту та складу гумусових речовин у орному шарі [16, с. 66].

Висновки. Тривале орне використання чорноземів агроекосистем Бузько-Дніпровського межиріччя супроводжується значними змінами всього комплексу показників стану їх гумусових речовин. Так, вміст гумусу в природних та агроекосистемах у шарі 0–20 см чорноземів типових скоротилося на 21,46%, відношення Сгк/Сфк у шарі 0–30 см в межах природних екосистем в підзоні чорноземів типових складає 2,77, а для агроекосистем – 2,59. За ступенем гуміфікації гумусу ґрунту природних екосистем чорнозему типового в шарі 0–20 см характеризуються дуже високим ступенем на рівні 45,25%, в той же час як для агроекосистем високим на рівні 39,40%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Чорний С.Г. Оцінка якості ґрунтів: навчальний посібник. Миколаїв : МНАУ, 2018. 233 с.
2. Агроекологічна оцінка ґрунтів : монографія / О. В. Телегуз, М. Г. Кіт ; Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2013. 257 с.
3. Медведев В.В, Лындина Т.Е., Лактионова Т.Н. Плотность сложения почв (генетический, экологический и агрономический аспекты). Харьков, 2004. Изд. «13 типография». 244 с.
4. Даугуль В., Алексенко А. Актуальні питання використання земель сільськогосподарського призначення органами місцевого самоврядування. Х. : Фактор, 2018. 176 с.
5. Ковальов М.М. Продуктивність природних та агроекосистем залежно від вмісту гумусу та азоту чорнозему типового та звичайного Бузько-Дніпровського міжріччя. *Вісник ХНАУ*: Зб. наук. пр. Харк. націон. аграр. Ун-т. 2012. № 3. С. 234–239.
6. Надточій П.П., Вольвач Ф.В., Гермашенко В.Г. Екологія ґрунту та його забруднення. Київ : Аграрна наука, 1997. 286 с.
7. Якість ґрунту. Польовий опис ґрунту (ISO 25177:2008, IDT): ДСТУ ISO 25177:2015. [Чинний від 2016-04-01]. Харків : Технічний комітет стандартизації ТК 142 «Ґрунтознавство», 2016. 9 с. (Національні стандарти України).
8. Органічна речовина ґрунту: ДСТУ 4289 (ДСТУ 4289-2004). – [Чинний від 2004-04-30]. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 14 с
9. Визначення щільності складення на суху масу : ДСТУ ISO 11272-2001.
10. Ковальов М.М., Семітківська Т.О. Агроекологічні критерії родючості чорноземів. *Вісник ЛНАУ* : зб. наук. пр. Львів. націон. аграр. ун-т. 2017. С. 57–65.
11. Anthropogenic evolution of morphological features of chernozems Mykola Kovalov, Vita Reznichenko / New stages of development of modern science in Ukraine and EU countries: monograph / edited by authors. 7th ed. Riga, Latvia : "Baltija Publishing", 2019. pp. 86–107.
12. Лагутенко О.Т. Агроекологія : навчальний посібник. К. : НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2012. 206 с.
13. Денисик Г.І. Антропогенне ландшафтознавство : навчальний посібник. Частина І. Глобальне антропогенне ландшафтознавство. Вінниця : ПП «ТД Видавництво Едельвейс і К», 2012. с. 316.
14. Медведев В. В. Мониторинг почв Украины. Х., 2002. 428 с.
15. Гамкало З. Г. Активна фаза органічної речовини ґрунту : генеза, роль, діагностика. *Агрохімія і ґрунтознавство.* 2003. № 64. С. 53–58.
16. Попірний М. А. Зміна якісних і спектроскопічних характеристик органічної речовини чорнозему типового за різних систем обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки.* 2016. Вип. 7. С. 65–68.

REFERENCES:

1. Chornyi, S. H. (2018). Otsinka yakosti gruntiv: navchalnyi posibnyk [Assessment of soil quality: a study guide], MNAU, Mykolaiv, Ukraine.
2. Telehuz, O. V., & Kit M. H. (2013). Ahroekolohichna otsinka gruntiv : monohrafiia [Agroecological assessment of soils : monograph], nats. un-t im. Ivana Franka, Lviv, Ukraine.
3. Medvedev, V. V., & Lyndina, T. E., & Laktionova, T. N. (2004). *Plotnost' slozhenija pochv (geneticheskij, jekologicheskij i agronomicheskij aspekty) [Soil density (genetic, ecological and agronomic aspects)].* «13 tipografija», Har'kov, Ukraine.
4. Dauhul, V., & Aleksenko A. (2018). Aktualni pytannia vykorystannia zemel silskohospodarskoho pryznachennia orhanamy mistsevoho samovriaduvannia [Actual issues of agricultural land use by local self-government bodies], Faktor Khar'kiv, Ukraine.
5. Kovalov, M.M. (2012). Produktyvnist pryrodnykh ta ahroekosystem zalezhno vid vmistu humusu ta azotu chornozemu typovoho ta zvychainoho Buzko-Dniprovskoho mizhrichchia [Productivity of natural and agroecosystems depending on the content of humus and nitrogen of typical and ordinary chernozem of the Buzka-Dnieper interfluve]. *Visnyk KhNAU: Zb. nauk. pr. Khark. natsion. ahrar. Un-t – Bulletin of Kharkiv National Agrarian University Collection of scientific papers*

National Agrarian University, Kharkiv, 3. 234–239, Ukraine.
6. Nadtochii, P.P., & Volvach, F.V., & Hermashenko V.H. (1997). *Ekolohiia gruntu ta yoho zabrudnennia [Ecology of the soil and its pollution],* Ahrarna nauka, Kyiv, Ukraine.
7. Iakist gruntu. Polovyi opys gruntu (2004). ISO 25177:2008, IDT: DSTU ISO 25177:2015 from 1th April 2016, Natsionalni standarty Ukrainy, Kyiv, Ukraine.
8. Orhanichna rechovyna gruntu [Soil organic matter]. (2005). *DSTU 4289-2004 from 30th April 2004,* Derzhspozhyvstandart Ukrainy, Kyiv, Ukraine.
9. Vyznachennia shchilnosti skladennia na sukhu masu [Determination of compaction density per dry mass]. (2003). *DSTU ISO 11272-2001 from 01th July 2003*, Derzhspozhyvstandart Ukrainy, Kyiv, Ukraine.
10. Kovalov, M.M., & Semitkivska, T.O. (2017). Ahroekolohichni kryterii rodiuchosti chornozemiv [Agroecological criteria of chernozem fertility]. *Visnyk LNAU: Zbirnyk naukovykh prats Lvivskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet – LNAU Bulletin: Collection of Scientific Works Lviv National Agrarian University*, 57–65, Ukraine.
11. Kovalov, Mykola., & Reznichenko, Vita. (2019). Anthropogenic evolution of morphological features of chernozems / New stages of development of modern science in Ukraine and EU countries: monograph / edited by authors. 7th ed. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2019. pp 86-107, Latvia.
12. Lahutenko, O. T. (2012). Ahroekolohiia: Navchalnyi posibnyk [Agroecology: Study guide], National Polytechnic University named after M.P. Dragomanova, Kyiv, Ukraine.
13. Denysyk, H. I. (2012). Antropohenne landshaftoznavstvo: navchalnyi posibnyk. Chastyna I. Hlobalne antropohenne landshaftoznavstvo [Anthropogenic landscape science: a study guide. Part I. Global anthropogenic landscape science.], PP "TD Vydavnytstvo Edelveis i K", Vinnytsia, Ukraine.
14. Medvedev, V. V. (2002). Monitoring pochv Ukrainyi [Soil monitoring in Ukraine]. Kharkiv, Ukraine.
15. Hamkalo, Z. H. (2003). Aktyvna faza orhanichnoi rechovyny gruntu : heneza, rol, diahnostyka [Active phase of soil organic matter: genesis, role, diagnosis]. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo – Agrochemistry and soil science*. 64, 53–58, Ukraine.
16. Popirnyi, M. A. (2016). Zmina yakisnykh i spektroskopichnykh kharakterystyk orhanichnoi rechovyny chornozemu typovoho za riznykh system obrobitku gruntu [Changes in qualitative and spectroscopic characteristics of organic matter of typical chernozem under different tillage systems]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Herald of Agrarian Science.* 7, 65–68, Ukraine.

Ковальов М.М., Топольний Ф.П., Малаховська В.О. Органічна речовина ґрунту під впливом тривалого сільськогосподарського використання

Суттєве загострення екологічної ситуації та формування в межах Бузько-Дніпровського межиріччя передкризового, кризового, а нерідко і катастрофічного стану земельних ресурсів потребує детального вивчення процесів, які пов'язані з сільськогосподарською діяльністю. **Метою** роботи було виявлення залежності між ґрунтовою структурою та основними характеристиками гумусу найбільш поширених підтипів ґрунтів Бузько-Дніпровського межиріччя в межах природних та агроекосистем. **Методи.** В процесі виконання роботи використовувались загальнонаукові та спеціальні методи досліджень: порівняльно-географічний, порівняльно-профільно-генетичний (відбір ґрунтових зразків пошарово); порівняльно-аналітичний (фізико-хімічні та агрохімічні дослідження, порівняльно-розрахунковий і статистичний (математична і статистична обробка експериментальних даних). **Результати.** Досить тривале сільськогосподарське використання ґрунтів в межах Бузько-Дніпровського межиріччя супроводжується деградацією вмісту та якісного складу гумусу та погіршенням їх структурного складу. Структурний склад ґрунтів чорноземного типу в межах Бузько-Дніпровського межиріччя залежить не тільки від вмісту та фракційно-групового складу гумусу, а й від гідрофобно-гідрофільних властивостей ґрунтової органічної речовини. У формуванні ґрунтової структури незамінними є всі показники гумусу: вміст, фракційно-груповий склад, амфіфільні властивості. Однак, провідна ж роль належить співвідношенню гідрофобних та гідрофільних компонентів органічної речовини ґрунтів. **Висновки.** Комплексний аналіз отриманих закономірностей між структурою ґрунтів, вмістом та властивостями гумусу дозволив використовувати отримані матеріали при виконанні еколого-господарського моніторингу агроекосистем в межах Бузько-Дніпровського межиріччя, а разом з тим, суттєво підвищити точність прогностичних моделей щодо визначення спрямованості та швидкості змін таких фундаментальних властивостей ґрунтів, як структурний стан та склад гумусу чорноземів; він може бути основою для розробки комплексу заходів щодо відновлення екологічних функцій ґрунтів чорноземного типу в умовах багаторічної ріллі, що дуже потрібне у сільському господарстві регіону.

Ключові слова: ґрунти чорноземного типу, антропогенна трансформація, вуглець, гумус.

Kovalov M.M., Topolnyi F.P., Malakhovska V.O. Soil organic substance under the influence of long-term agricultural use

The significant aggravation of the ecological situation and the formation of the pre-crisis, crisis, and often catastrophic state of land resources within the Buzka-Dnieper watershed requires a detailed study of the processes associated with agricultural activity. **Purpose.** The aim of the work was to identify the dependence between the soil structure and the main humus characteristics of the most common soil subtypes of the Buzka-Dnieper basin within natural and agroecosystems. **Methods.** In the process of performing the work, general scientific and special research methods were used: comparative-geographical, comparative-profile-genetic (selection of soil samples layer by layer); comparative-analytical (physico-chemical and agrochemical studies, comparative-calculation and statistical (mathematical and statistical processing of experimental data). **The results**. Long-term agricultural use of soils within the Buzka-Dnieper watershed is accompanied by degradation of humus content and qualitative composition and deterioration of their structural composition. The structural composition of chernozem-type soils within the Buzka-Dnieper watershed depends not only on the content and fractional-group composition of humus, but also on the hydrophobic-hydrophilic properties of soil organic matter. In the formation of the soil structure, all indicators of humus

are indispensable: content, fractional-group composition, amphiphilic properties. However, the leading role belongs to the ratio of hydrophobic and hydrophilic components of soil organic matter. **Findings.** A comprehensive analysis of the obtained regularities between soil structure, humus content and properties made it possible to use the obtained materials in the ecological and economic monitoring of agro-ecosystems within the Buzka-Dnieper watershed, and at the same time, to significantly increase the accuracy of prognostic models for determining the direction and speed of changes in such fundamental soil properties, as the structural state and composition of humus of chernozems; it can be the basis for developing a set of measures to restore the ecological functions of chernozem-type soils in the conditions of perennial arable land, which is very necessary in the agriculture of the region.

Key words: soils of the chernozem type, anthropogenic transformation, carbon, humus.

УДК 635.65:631.8 (477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.11

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН ДИНІ ЗА ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ КРЕМНІЄВМІСНИМИ ДОБРИВАМИ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

КОСЕНКО Н.П. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-0877-6116
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
ШАБЛЯ О.С. – кандидат економічних наук
orcid.org/0000-0002-2669-0711
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
ХОЛОДНЯК О.О. – науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-1513-6811
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. За умов зміни клімату необхідно застосовувати системні та науково обґрунтовані заходи з адаптації аграрного виробництва до нових кліматичних умов. Протистояння постійному дефіциту вологи в землеробстві досягається за рахунок сучасних енерго-, ресурсо- вологозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, мінімізації обробітку ґрунту, скорочення строків проведення весняних польових робіт, системи удобрення та захисту рослин [1]. Збалансоване живлення рослин – запорука високої продуктивності сільськогосподарських рослин. Багаторічними дослідженнями доведена висока ефективність внесення органічних та мінеральних добрив при вирощуванні овочевих і баштанних видів рослин [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Південний регіон України є лідером із виробництва баштанних культур, частка якого у загальному виробництві становить понад 50%, де зібрано більше 270 тис. т плодів із площі 32,7 тис. га. Найбільшим виробником є Херсонська область, з показником 190 тис. т, що складає 70% від валового виробництва у південному регіоні, Запорізька область – 35 тис. т, Одеська – 30 тис. т, Миколаївська – 27,5 тис. т [3]. Сучасні інтенсивні технології передбачають застосування макро-, так і мікродобрив [4]. Кремній відноситься до біологічно важливих елементів. Вміст кремнію в живій біомасі рослин становить 0,02–0,15%. Для збереження оптимального водного балансу в клітинах рослин істотну роль відіграє підвищення вмісту в епідермісі листків рослин кремнію, який, утворює в клітинах епідермісу листків, стебел та коренів кутикулярно-кремнієву стінку [5]. Вміст кремнію в соломі злакових культур коливається 1,3–3,6%, у насінні злакових і бобових культур – 0,01–0,08%, у попелі злакових рослин – 30–70%. В рослинах цей хімічний елемент виявлений у всіх органах, але у дуже великих кількостях він накопичується саме у клітинних стінках стебел, листя та кореня, тим самим забезпечуючи їхню механічну стійкість та захист від різних хімічних, фізичних та біотичних факторів. Кремній сприяє стабілізації рідкокристалічної структури мембран, впливає на окислювально-відновні процеси в клітинах, на активність ряду ферментів. Більшість кремнію відкладається у вигляді кремнезему (кристалічного, аморфного, приховано кристалічного опалу) у стінках клітини та цим підвищує стійкість проти полягання, хвороб, шкідників. Кремній також зменшує втрати води на транспірацію, запобігає інтоксикації залізом, алюмінієм, важкими металами. Використання кремнієвих добрив (мета-силікати натрію, кальцію, магнію, кремнієві шлаки, компости, попіл) є високоефективним заходом [6]. Незважаючи на те, що до складу ґрунту входять силікати і алюмосилікати, рослини постійно потерпають від його дефіциту. Це зумовлено підкисленням ґрунтового розчину мінеральними добривами, які сприяють утворенню нерозчинних сполук кремнію з алюмінієм, залізом і марганцем. Крім того, брак кремнію може спричинити недостатнє внесення органічних добрив, ущільнення і низька мікробіологічна активність ґрунту та нестача вологи. Подолати дефіцит кремнію може вчасне та системне внесення органічних добрив для доведення кислотності ґрунту до нейтральної або й слабколужної. Дослідженнями встановлено, що за кореневого живлення сполуки кремнію засвоюються рослинами на рівні 1–5%, а за позакореневого – 40–50% [7]. Результати досліджень вітчизняних вчених свідчать, що використання сумішей, що містить кремній, інтенсифікує ростові процеси, сприяє подовженню цвітіння рослин, збільшують стійкість рослин до хвороб. Кремнієвмісні суміші характеризуються пролонгованою дією. За внесення у ґрунт силікату кальцію та лігніну, модифікованого силіцієвою кислотою, збільшується вміст азоту, калію, фосфору і кальцію в листках рослин. За внесення кремнієвмісних сумішей зростає надходження до рослин калію, який відповідає за водний статус і забезпечує їх стійкість до посухи. [8]. У клітинних стінках кремній входить до складу гідрофільних силікатно-галактозних комплексів, які зв'язують вільну вологу, і тим самим посилюють водоутримуючу здатність клітин, що істотно підвищує стійкість рослин до посухи [9]. Кремній також може активувати транспорт води від кореневої системи до листків, впливати на осмотичний потенціал клітин [10]. Найбільш відомими прикладами кремнієвих добрив, які добуваються як мінеральна сировина, є діатоміти і цеоліти [11]. Отже, результати наукових досліджень вказують на значну

участі кремнію в адаптації рослин в умовах глобальних змін клімату до несприятливих змін екологічних факторів навколишнього середовища і агробіоценозах за збільшення антропогенного навантаження [12].

Мета досліджень. Визначити вплив передпосівного замочування насіння у розчинах кремнієвмісних добрив на формування продуктивності і якості плодів дині за краплинного зрошення на Півдні України.

Методи та матеріали досліджень. Дослідження проводили на дослідному полі Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН у 2021–2022 рр. Грунт дослідного поля представлений чорноземами осолоділими, супіщаними, з умістом гумусу в орному (0–30 см) шарі ґрунту 1,52%. Щільність складання (0–30 см) шару ґрунту – 1,35 г/см^3. У лабораторних умовах досвід закладали за такою схемою: 1) без оброблення (замочування насіння у воді); 2) Келік Калій-Кремній (5%); 3) Келік Калій-Кремній (10%); 4) Келік Калій-Кремній (15%); 5) Квантум АкваСил (5%); 6) Квантум АкваСил (10%); 7) Квантум АкваСил (15%); 8) Bai-Si (5%); 9) Bai-Si (10%); 10) Bai-Si (15%). У польових умовах схема досліду була такою: 1) сівба сухим насінням (контроль І); 2) сівба насінням, замоченим у воді (контроль ІІ); 3) передпосівне оброблення насіння 5-ти% розчином кремнієвмісного добрива Келік Калій-Кремній; 4) Келік Калій-Кремній (10%); 5) Келік Калій-Кремній (15%); 6) Квантум АкваСил (5%); 7) Квантум АкваСил (10%); 8) Квантум АкваСил (15%); 9) Bai-Si (5%); 10) Bai-Si (10%); 11) Bai-Si (15%). Експозиція оброблення насіння 8 годин. Розмір посівної ділянки 125 м^2, облікової – 100 м^2. Схема сівби 2,10х0,5 м. Повторність досліду – чотириразова. Келік Калій-Кремній – концентроване калійно-кремнієве халатне добриво (рідка форма), містить K_2O – 20,0%, Si_2O – 13,0%, EDTA – 2,0%. Виробник: Atlantica Agricola (Іспанія). Квантум АкваСил – вітчизняне висококонцентроване комплексне хелатне добриво (рідка форма). Склад: K_2O – 10%, SiO_2 – 20%, гумінові речовини – 1%. Bai-Si – імунопротектор на основі кремнію вітчизняного виробництва. Склад: SiO_2 – 5–7%; K_2O – 2,2–3,3%, масова частка: SiO_2 – 99,7%, CuO – 0,54%, FeO – 0,24%, ZnO – 0,1%. У досліді використовується сорт дині Дідона. Дослідження проводили у незрошуваних умовах згідно загальноприйнятих методик та рекомендацій [13; 14; 15].

Результати досліджень. Дослідженнями встановлено, що передпосівне оброблення насіння дині має позитивний вплив на початкову інтенсивність проростання насіння, залежно від препарату довжина колеоптилю становила від 4,7 до 20,5 мм (табл. 1).

Найбільш суттєвий вплив відзначено за оброблення добривом Келік Калій-Кремній за концентрації розчину 5%, довжина колеоптилю була на 9,2 мм (98,9%) більшою за контроль. За замочування у Квантум АкваСил найкращий результат отримано за концентрації розчину 5%, збільшення порівняно з контролем становило 120,4%. Серед варіантів замочування насіння у розчині Bai-Si за концентрації 10% відзначено найбільшу довжину колеоптилю 20,0 мм, що на 10,7 мм (115,1%) більше, ніж у контролі.

Аналіз впливу передпосівного оброблення на посівні якості насіння дині показав, що енергія проростання становила 85–95%, схожість 98–100%. Згідно наших досліджень тільки в одному варіанті з замочуванням насіння у Келік Калій-Кремній за концентрації розчину 10% виявлено негативний вплив на проростання насіння. В інших варіантах за оброблення досліджуваними препаратами відзначено збільшення енергії проростання насіння дині на 1–5% порівняно з контролем. Збільшення лабораторної схожості до 100% відзначено за оброблення насіння у розчині Квантум АкваСил (15%) та Bai-Si (10%).

У польових умовах передпосівне замочування насіння прискорює з'явлення сходів на 2–3 доби. Тривалість міжфазного періоду «шатрик – утворення огудини» складала 11–13 діб. Використання добрив Квантум АкваСил, Bai-Si дозволило зменшити тривалість періоду «цвітіння-утворення зав'язі» у рослин дині на дві доби. У процесі виконання досліджень були проведені біометричні виміри рослин, які показали, що найбільший вплив оброблення добривом Келік Калій-Кремній відзначено за концентрації розчину 10% (4 варіант) – кількість пагонів – 6 шт., їх середня довжина була 12,7 м, збільшення порівняно з контролем І становить 45,0%, з контролем ІІ – 3,4% (рис. 1).

Таблиця 1

Вплив кремнієвмісних добрив на початкову інтенсивність проростання насіння дині, 2021–2022 рр.

№ варіанта	Передпосівне оброблення насіння	Концентрація розчину,%	Середня довжина проростків (колеоптиля), мм		
			2021 р.	2022 р.	2021–2022 рр.
1	Замочування насіння у воді (контроль)	-	8,0	10,5	9,3
2	Келік Калій-Кремній	5	14,1	*22,8*	18,5
3		10	6,6	11,7	9,2
4		15	4,8	4,6	4,7
5	Квантум АкваСил	5	15,8	25,1	20,5
6		10	9,8	18,9	14,4
7		15	9,7	16,0	12,9
8	Bai-Si	5	16,9	13,7	15,3
9		10	19,5	20,5	20,0
10		15	17,5	14,2	15,9
$НІР_{05}$			1,1	1,4	

Джерело: власні дослідження

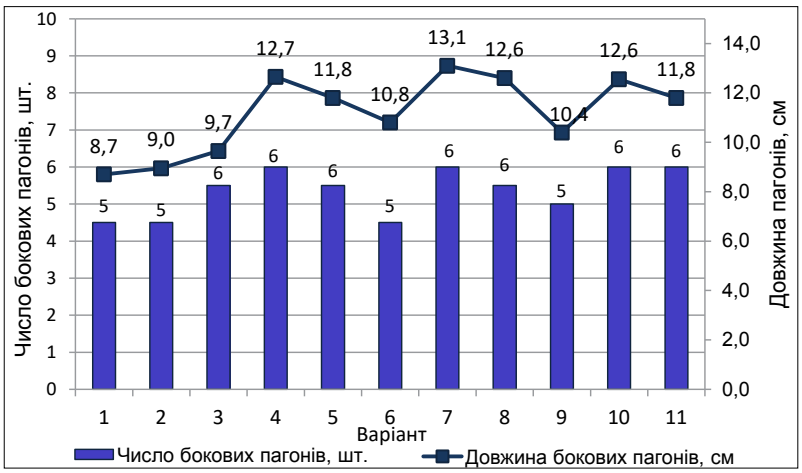


Рис. 1. Біометричні показники рослин дині залежно від передпосівного оброблення розчинами кремнієвмісних добрив, середнє 2021–2022 рр.

Джерело: побудовано за результатами власних досліджень

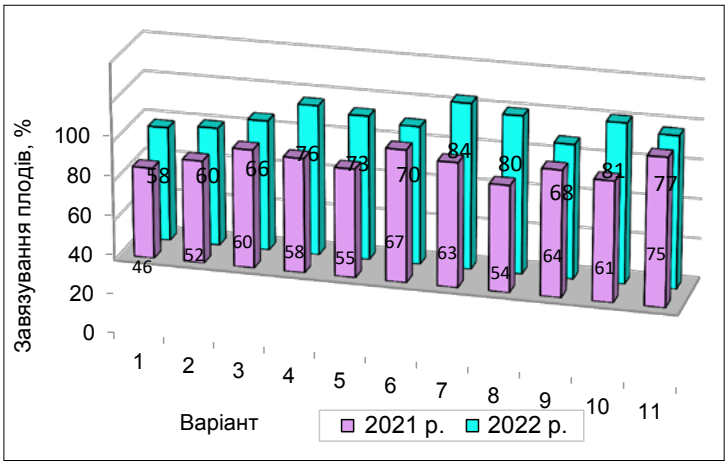


Рис. 2. Зав'язування плодів дині залежно від передпосівного оброблення розчинами кремнієвмісних добрив, 2021–2022 рр.

Джерело: побудовано за результатами власних досліджень

Передпосівне замочування насіння у розчинах добрив Квантум АкваСил і Bai-Si (концентрація 10%) збільшує довжину пагонів у рослин дині відповідно на 50,9 і 44,8%. Використання досліджуваних добрив сприяє покращенню зав'язування плодів на рослинах. На варіантах без оброблення у 2022 році зав'язування плодів становило 58–60%, за передпосівного замочування насіння у розчині добрива Келік Калій-Кремній – 70–76%, Квантум АкваСил – 70–84% і Bai-Si – 68–81% (рис. 2).

В умовах 2022 року передпосівне замочування насіння у розчинах (концентрація 10%) добрива Келік Калій-Кремній збільшує зав'язування плодів у рослин дині на 18%, Квантум АкваСил – на 26% і Bai-Si – на 23%. порівняно з контролем І. У середньому за роки досліджень відсоток зав'язування був відповідно на 15; 22; 19% більше, ніж за контроль.

Урожайність плодів дині різниться залежно від генетичних особливостей сорту або гібриду, групи стиглості, тривалості вегетаційного періоду і періоду достигання плодів [16], внесення добрив [17]. Залежно від технологічних прийомів вирощування врожайність коливається від 16,1 т/га за безрозсадного способу в незрошуваних умовах до 65 т/га – за краплинного зрошення у плівкових теплицях [18; 19]. Дослідженнями встановлено, що врожайність плодів дині у 2021 році була 13,2–17,9 т/га, у 2022 році – 12,6–17,0 т/га, у середньому за роки досліджень – 12,9–17,5 т/га (табл. 2).

У середньому, за роки досліджень, найбільшу врожайність плодів дині (17,5 т/га) забезпечив варіант з передпосівним замочуванням насіння препаратом Квантум АкваСил (концентрація розчину 10%), збільшення над контролем І складає 4,6 т/га (35,7%), порівняно з контролем ІІ – 3,7 т/га (26,8%). За концентрації розчину 5 і 15% цього препарату надбавка

Таблиця 2

Урожайність плодів дині залежно від передпосівного оброблення насіння, 2021–2022 рр.

№ варіанта	Передпосівне оброблення насіння	Концентрація розчину,%	Урожайність плодів, т/га		
			2021 р.	2022 р.	2021–2022 рр.
1	Без оброблення (контроль І)	–	13,2	12,6	12,9
2	Замочування насіння у воді (контроль ІІ)	–	13,9	13,7	13,8
3	Келік Калій-Кремній	5	15,8	15,0	15,4
4		10	15,7	14,9	15,3
5		15	13,6	12,9	13,3
6	Квантум АкваСил	5	15,8	15,0	15,4
7		10	17,9	17,0	17,5
8		15	17,3	16,4	16,9
9	Bai-Si	5	13,6	12,9	13,3
10		10	15,1	14,3	14,7
11		15	16,2	15,4	15,8
$НІР_{05}$			0,8	0,6	

Джерело: власні дослідження

Таблиця 3

Хімічний склад плодів дині, 2021–2022 рр.

№ з/п	Передпосівне оброблення насіння	Концентрація розчину,%	Міститься в плодах			
			сухої розчинної речовини, %	цукрів, %	вітаміну С, мг/100 г	нітратів, мг/кг
1	Без оброблення (контроль І)	–	7,4	5,66	4,16	55
2	Замочування насіння у воді (контроль ІІ)	–	7,7	5,83	4,14	58
3	Келік Калій-Кремній	5	7,9	5,94	5,03	62
4		10	8,0	5,93	4,82	59
5		15	8,0	6,08	4,22	57
6	Квантум АкваСил	5	7,9	6,01	4,86	62
7		10	8,1	6,01	4,76	64
8		15	8,0	6,13	5,11	61
9	Bai-Si	5	8,0	5,98	4,90	60
10		10	8,1	6,02	4,56	63
11		15	8,1	6,04	4,31	64
$НІР_{05}$			0,14; 0,1	0,22; 0,16	0,18; 0,13	2,8; 2,3

Джерело: власні дослідження

над контролем І становила відповідно 19,4 і 31,0%, порівняно з контролем ІІ – 11,6 і 22,5%. На варіантах, де застосовували препарат Келік Калій-Кремній за концентрації розчину 5 і 10% отримано врожайність – 15,3–15,4 т/га, за збільшення концентрації до 15% врожайність була на 3,6% менше, ніж у контролі ІІ. Передпосівна обробка насіння кремнієвмісним добривом Bai-Si (концентрація розчину 15%) забезпечила найбільшу продуктивність рослин (15,8 т/га) порівняно з іншими варіантами досліду, надбавка над контролем І становила 22,5%, з контролем ІІ – 14,5%. Аналіз хімічного складу плодів дині показав, що за сівби необробленим (сухим) насіння вміст сухої розчинної речовини в плодах становив 7,4%, цукрів – 5,66%, вітаміну С – 4,16 мг/100 г, нітратів – 55 мг/кг (табл. 3).

За сівби насінням, замоченим у воді відповідно – 7,7%; 5,83%; 4,14 мг/100 г; 58 мг/кг. За замочування насіння у розчині Келік Калій-Кремній вміст сухої розчинної речовини в плодах становив 7,9–8,0%, цукрів 5,93–6,08%, вітаміну С – 4,22–5,03 мг/100 г, нітратів – 57–62 мг/кг. За передпосівного замочування насіння у розчині Квантум АкваСил і Bai-Si вміст сухої розчинної речовини в плодах становив 7,9–8,1%, цукрів 5,98–6,13%, вітаміну С – 4,31–5,11 мг/100 г, нітратів – 60–64 мг/кг (ГДК нітратів – 90 мг/кг). Результати дослідження свідчать, що в плодах дині за використання добрив Келік Калій-Кремній Квантум АкваСил і Bai-Si відзначено збільшенню вмісту сухої розчинної речовини на 0,4–0,6%, цукрів – на 0,27–0,47%, вітаміну С – на 0,06–0,95 мг/100 г та нітратів – на 2–9 мг/кг. За використання препарату Келік Калій-Кремній найвищу якість плодів відзначено у варіанті з замочуванням насіння у 15%-у розчині добрив. Передпосівне замочування насіння у 10%-х розчинах добрив Квантум АкваСил і Bai-Si сприяє збільшенню вмісту сухої розчинної речовини в плодах на 0,7%, цукрів – на 0,35–0,36%, вітаміну С – на 0,41–0,61 мг/100 г. Найбільшим вмістом цукрів та вітаміну С виділився варіант із замочування насіння у Квантум АкваСил з концентрацією розчину 15%, перевищення над контролем І становить відповідно 0,47% і 0,95 мг/100 г.

Висновки. Передпосівне замочування насіння у розчинах кремнієвмісних добрив сприяє підвищенню інтенсивності проростання насіння, пришвидшенню появи сходів, збільшенню кількості та довжини бокових пагонів, покращує зав'язування плодів дині сорту Дідона. Обробка насіння перед сівбою забезпечує формування високої продуктивності рослин і дозволяє отримати врожайність плодів високої якості на рівні 13,3–17,5 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Писаренко В. М., Писаренко П. В., Писаренко В. В., Горб О. О., Чайка Т. О. Посухи в контексті змін клімату України. *Вісник Полтавської Державної аграрної академії*. 2019. Вип. 1. С. 134–149. doi.org/10.31210/visnyk2019.01.15
2. Корнієнко С. І., Гончаренко В. Ю., Ходєєва Л. П., Гладкіх Р. П., Парамонова Т. В., Куц О. В. Удобрення овочевих та баштанних культур : монографія. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 370 с.
3. Лимар В. А., Шашкова Н. І., Шабля О. С., Холодняк О. Г. Шляхи інноваційного розвитку галузі баштанництва на півдні України. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки»*. 2020. Вип. 38. С. 18–24 DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2020-38-3
4. Макрушин М. М. Макрушина Є. М., Петерсон Н. В., Мельников В. В. Фізіологія рослин. Вінниця : «Нова книга», 2006. 413 с.
5. Hodson M. J., White P. J., Mead A., Broadley M. R. Phylogenetic variation in the silicon composition of plants. *Annals Botany*. 2005. Vol. 96. P. 1027–1046. DOI:10.1093/aob/mci255
6. Лозовіцький П. С. Основи землеробства та рослинництва. Землеробство: навч. посібник Київ : КНУ, 2010. 268 с.
7. Польовий А. М., Гуцал А. І., Дронова О. О. Грунтознавство: навч. посібник Одеса : «Екологія», 2013. 668 с.

8. Макаренко Н. В., Заіменко Н. В. Біохімічні зміни та динаміка росту і розвитку різних видів рослин при ураженні представниками порядку Erysiphales за присутності кремнієвмісних сумішей. *Фізіологія рослин і генетика.* 2020. 52(4). С. 100–110. DOI: 10.15407/frg2020.04.000
9. Ahmed M., Qadeer U., Ahmed Z. I., Hazzan F. U. Improvement of wheat (*Triticum aestivum* L.) drought tolerance by seed priming with silicon. *Archives Agronomy and Soil Science*, 2016. № 62(3). P. 299–315. DOI: 10.1080/03650340.2015.1048235
10. Liu P., Yin L., Deng X., Wang S., Tanaka K., Zhang S. Aquaporin-mediated increase in root hydraulic conductance is involved in silicon-induced improved root water uptake under osmotic stress in *Sorghum bicolor* L. *Journal of Experimental Botany*. 2014. V. 65. P. 4747–4756. DOI:10.1093/jxb/eru220
11. Kadalli G. G., Rudresha B. A., Prakash N. B. Effect of diatomite as a silicon source on growth, yield and quality of potato. In Proceedings of the 7th International Conference on Silicon in Agriculture, Bengaluru, India, 24–28 October 2017. P. 136.
12. Artyszak A. Effect of silicon fertilization on crop yield quantity and quality – A Literature Review in Europe. *Plants*. 2018. Vol. 7(3). P. 54. DOI: 10.3390/plants7030054
13. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / За ред. Г. Л. Бондаренко, К. І. Яковенко. Харків : «Основа», 2001. 369 с.
14. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Малярчук М.П. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / за ред. Р. А. Вожегової. Херсон : «Грінь Д.С.», 2014. 286 с.
15. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів в землеробстві. Херсон : «Айлант», 2013. 378 с.
16. Лещук Н. В., Свиргун Е. В. Подбор новых сортов дыни (*Cucumis melo* L.) для формирования ультраннего урожая на юге Украины. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин.* 2006. № 4. С. 111–118.
17. Rivera-Gutiérrez R., Preciado-Rangel P., Fortis-Hernández M., Betancourt-Galindo R., Yescas-Coronado P., Orozco-Vidal J. Zinc oxide nanoparticles and their effect on melon yield and quality. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas (REMEXCA).* 2021. Vol. 12(5). P. 791–803.
18. Mohammadi H., Salehi R., Esmaeili M. Yield and fruit quality of grafted and non-grafted muskmelon (*Cucumis melo* L.) affected by planting density. *Acta Horticulturae.* 2015. 1086. DOI:10.17660/ActaHortic.2015.1086.31
19. Кубрак С. М. Підбір сортів та гібридів дині для вирощування в плівкових теплицях на сонячному обігріві. *Агробіологія.* 2013. № 11 (104). С. 122–125.

REFERENCES:

1. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Pysarenko, V. V., Horb, O. O., & Chaika, T. O. (2019). Posukhy v konteksti zmin klimatu Ukrainy [Droughts in the context of climate change in Ukraine]. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy,* 1, 134–146. doi.org/10.31210/visnyk2019.01.15 [in Ukrainian].
2. Korniienko, S. I., Honcharenko, V. Yu., Khodieieva, L. P., Hladkikh, R. P., Paramonova, T. V., & Kuts, O. V. (2015). Udobrennia ovochevykh ta bashtannykh kultur [Fertilization of vegetable and melon crops]. Vinnytsia : TOV «Nilan-LTD» [in Ukrainian].
3. Lymar, V. A., Shashkova, N. I., Shablia, O. S., & Kholodniak, O. H. (2020). Shliakhy innovatsiinoho rozvytku haluzi bashtannytstva na pivdni Ukrainy [Ways of innovative development of the melon growing industry in the south of Ukraine]. *Scientific Bulletin of Kherson State University. Series «Economic Sciences»*, 38, 18–24 DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2020-38-3 [in Ukrainian].
4. Makrushyn, M. M. Makrushyna, Ye. M., Peterson, N. V., & Melnykov, V. V. (2006). Fiziolohiia roslyn [Physiology of plants]. Vinnytsia : «Nova knyha» [in Ukrainian].
5. Hodson, M. J., White, P. J., Mead, A., & Broadley, M. R. (2005). Phylogenetic variation in the silicon composition of plants. *Annals Botany*. Vol. 96. P. 1027–1046. DOI:10.1093/aob/mci255 [in English].
6. Lozovitskyi, P. S. (2010). Osnovy zemlerobstva ta roslynnytstva. Zemlerobstvo [Basics of agriculture and crop production. Agriculture]. Kyiv: KNU [in Ukrainian].
7. Polovyi, A. M., Hutsal, A. I., & Dronova, O. O. (2013). Hruntoznavstvo [Soil science]. Odesa: «Ekolohiia» [in Ukrainian].
8. Makarenko, N. V., & Zaimenko, N. V. (2020). Biokhimichni zminy ta dynamika rostu i rozvytku riznykh vydiv roslyn pry urazhenni predstavnykamy poriadku Erysiphales za prysutnosti kremniievmisnykh sumishei [Biochemical changes and dynamics of growth and development of various types of plants when affected by representatives of the order Erysiphales in the presence of silicon-containing mixtures]. *Fiziolohiia roslyn i henetyka – Physiology of plants and genetics*, 52(4), 100–110 DOI:10.15407/frg2020.04.000 [in Ukrainian].
9. Ahmed, M., Qadeer, U., Ahmed, Z. I., & Hazzan, F. U. (2016). Improvement of wheat (*Triticum aestivum* L.) drought tolerance by seed priming with silicon. *Archives Agronomy and Soil Science*, 62(3), 299–315. DOI: 10.1080/03650340.2015.1048235 [in English].
10. Liu, P., Yin, L., Deng, X., Wang, S., Tanaka, K., & Zhang, S. (2014). Aquaporin-mediated increase in root hydraulic conductance is involved in silicon-induced improved root water uptake under osmotic stress in *Sorghum bicolor* L. *Journal of Experimental Botany*, 65, 4747–4756 DOI:10.1093/jxb/eru220 [in English].
11. Kadalli, G. G., Rudresha, B. A., & Prakash, N. B. (2017). Effect of diatomite as a silicon source on growth, yield and quality of potato. *In Proceedings of the 7th International Conference on Silicon in Agriculture,* Bengaluru, India, October 24–28, 136 [in English].
12. Artyszak, A. (2018). Effect of silicon fertilization on crop yield quantity and quality – A Literature Review in Europe. *Plants*, 7(3), 54 DOI: 10.3390/plants7030054 [in English].
13. Bondarenko, H.L., & Yakovenko, K. I. (Eds). (2001). Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi [Methods of research in vegetable growing and melon growing]. Kharkiv: «Osnova» [in Ukrainian].
14. Vozhehova, R. A., Lavrynenko, Yu. O., & Maliarchuk, M. P. (2014). Metodyka polovykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemliakh [Methods of field and laboratory research on irrigated lands]. Kherson: «Hrin D.S.» [in Ukrainian].
15. Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2013). Statystychnyi analiz rezul-

tativ polovykh doslidiv v zemlerobstvi [Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture]. Kherson: «Ailant» [in Ukrainian].
16. Leshchuk, N. V., & Svyrhun, E. V. (2006). Podbor novyih sortov dyini (*Cucumis melo* L.) dlya formirovaniya ultrarannego urozhaya na yuge Ukrainyi [Selection of new varieties of melon (*Cucumis melo* L.) for the formation of an ultra-early harvest in the south of Ukraine]. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn – Varietal research and protection of rights to plant varieties*, 4, 11–118 [in Russian].
17. Rivera-Gutiérrez, R., Preciado-Rangel, P., Fortis-Hernández, M., Betancourt-Galindo, R., Yescas-Coronado, P., & Orozco-Vidal, J. (2021). Zinc oxide nanoparticles and their effect on melon yield and quality. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas (REMEXCA),* 12(5), 791–803 [in English].
18. Mohammadi, H., Salehi, R., & Esmaeili, M. (2015). Yield and fruit quality of grafted and non-grafted muskmelon (*Cucumis melo* L.) affected by planting density. *Acta Horticulturae,* 1086. DOI:10.17660/ActaHortic.2015.1086.31 [in English].
19. Kubrak, S. M. (2013). Pidbir sortiv ta hibrydiv dyni dlia vyroshchuvannia v plivkovykh teplytsiakh na soniachnomu obihrivi. [Selection of melon varieties and hybrids for growing in solar-heated film greenhouses]. *Ahrobiolohiia – Agrobiology*, 11 (104), 122–125 [in Russian].

Косенко Н.П., Шабля О.С., Холодняк О.О. Формування продуктивності рослин дині за передпосівної обробки насіння кремнієвмісними добривами в умовах Півдня України

Мета. Визначити вплив передпосівного замочування насіння у розчинах кремнієвмісних добрив на формування продуктивності і якості плодів дині за краплинного зрошення на Півдні України. **Методи.** Польовий, лабораторний, вимірювально-розрахунковий, порівняльний, математично-статистичний аналіз. **Результати.** Встановлено, що передпосівне змочування насіння у розчинах кремнієвмісних добрив має суттєвий вплив на формування продуктивності рослин дині сорту Дідона. Визначено, що оброблення насіння у Квантум АкваСил (концентрація розчину 5%) і Bai-Si (концентрація розчину 10%) підвищує інтенсивність проростання насіння, довжина колеоптилю на третю добу пророщування була на 120,4% і 115,1% більше, ніж у необробленому контролі. Енергія проростання насіння дині збільшувались за оброблення досліджуваними препаратами на 1–5%, схожість насіння – на 1–3% порівняно з контролем. Використання кремнівмісних добрив сприяє пришвидшенню з'явлення сходів, збільшенню кількості та довжини бокових пагонів, покращує зав'язування плодів. Дослідженнями доведено, що збалансоване живлення рослин сприяє формуванню високої продуктивності рослин дині в умовах півдня України. Найбільшу врожайність плодів дині (17,5 т/га) отримано за використання препарату Квантум АкваСил (10%), збільшення над необробленим контролем – 35,7%. В плодах дині за передпосівного замочування насіння у розчинах добрив Келік Калій-Кремній, Квантум АкваСил і Bai-Si відзначено збільшення вмісту сухої розчинної речовини, цукрів, вітаміну С. Найбільший вміст цукрів та вітаміну С в плодах відмічено за передпосівного замочування насіння у препараті Квантум АкваСил з концентрацією розчину 15%. **Висновки.** Передпосівне замочування насіння у розчинах кремнієвмісних добрив сприяє формуванню високої продуктивності рослин і дозволяє збільшити врожайність плодів дині сорту Дідона на 14,0–35,7% та покращити якість плодів.

Ключові слова: диня, обробка насіння, кремнієвмісні добрива, врожайність, якість плодів.

Kosenko N.P., Shablia O.S., Kholodnyak O.O. Formation of the productivity of melon (*Cucumis melo* L.) at treatment of seed before sowing by silicon fertilizers in the conditions of South of Ukraine

Goal. The purpose of the study was to determine the effect of seed treatment before sowing on the formation of productivity and quality of melon fruits under drip irrigation in the South of Ukraine. **Methods.** The researches were based on complex use of field, calculated-comparative mathematical-statistical, methods and system analysis. **Results.** It was determined that pre-sowing treatment of seeds in solutions of silicon-containing fertilizers has a significant effect on the formation of productivity of melon plants of the Didona variety. It was determined that seed treatment with «Quantum Aqua Sil» (solution concentration 5%) and «Bai-Si» (solution concentration 10%) increases the intensity of seed germination, the length of the coleoptile on the third day of germination was 120,4% and 115,1% more than in untreated control. The germination energy of melon seeds increased by 1–5%, germination capacity – by 1–3% compared to the control. The use of silicon-containing fertilizers accelerates the emergence of seedlings, increases the number and length of shoots, fruit setting. Studies have proven that balanced nutrition of plants contributes to the formation of high productivity of melon plants in the conditions of southern Ukraine. The highest yield of melon fruits (17,5 t/ha) was obtained with the use of «Quantum Aqua Sil» fertilizer (10%), an increase over untreated control – 35,7%. During the pre-sowing soaking of seeds in solutions of «Kelik Potassium-Silicon», «Quantum Aqua Sil» and «Bai-Si» fertilizers, there was an increase in the content of dry soluble matter, sugars, and vitamin C in melon fruits. The highest content of sugars and vitamin C in fruits was obtained by pre-sowing treatment of seeds in the preparation «Quantum Aqua Sil» with a solution concentration of 15%. **Conclusions.** Treatment of seeds before sowing in solutions in solutions of silicon-containing fertilizers contributes to the formation of high plant productivity and increases the yield of melon Didona variety fruits by 14,0–35,7% and improves fruit quality.

Key words: melon, seed treatment, silicon-containing fertilizers, productivity, fruit quality.

УДК 631.81.095.337:631.811.98:633.854.78(251.1-17:477)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.12

ЕФЕКТИВНІСТЬ ДІЇ РІСТРЕГУЛЮЮЧИХ РЕЧОВИН І МІКРОДОБРИВ НА ПРОЦЕСИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

ЛЕМІШКО С.М. – кандидатка сільськогосподарських наук, доцентка
orcid.org/0000-0002-4973-7455
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
ЧЕРНИХ С.А. – кандидатка сільськогосподарських наук, доцентка
orcid.org/0000-0002-8106-9901
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Високі реалізаційні ціни за помірних витрат при вирощуванні призводять до необхідності інтенсифікації виробництва цієї посухостійкої культури [6].

Застосування препаратів, що виконують функції оптимізації умов життєдіяльності рослин, за адаптації до трансформацій змін клімату є інструментом зменшення ризиків рослинницької галузі [12].

Суттєві зміни технологій вирощування (інтенсифікація) за адаптивної здатності сортів і гібридів соняшника та себаритизування умов для життєздатності рослин мають спрямування щодо оптимізації ефективності вирощування за зростання продуктивності функціонування біогеоценозів [8].

За безпрецедентного нарощування об'ємів виробництва та з метою оптимізації посівних площ в сівозмінах, і зокрема соняшника, в придатних природо-кліматичних умовах України необхідним завданням сьогодення є врахування агрономічних законів та вірне розстановлення економічних пріоритетів для успішного його вирощування [5; 15].

Динаміка виробництва та високий рівень формування продуктивності цієї культури передбачає застосування позакореневих підживлень сучасними біопрепаратами [2], комплексними багатофункціональними препаратами [3], а також застосування регуляторів росту рослин і мікродобрив [4].

Посушливі умови вирощування соняшника, розширення видового складу гібридів, розробка антистресових прийомів (у адаптивних технологіях) спонукає застосування речовин – антистресорів, препаратів для регуляції процесів розвитку рослин, біопрепаратів та біодобрив, задля зростання стійкості рослин до абіотичних стресових чинників [1; 9].

Більш раціональне використання ресурсів продукційного процесу в агрофітоценозах соняшнику для накопичення більшої кількості сухої маси, відповідно – збільшення врожайності, змушує до застосування як природних так і синтетичних регуляторів росту [11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Здобуття високого рівня сталих врожаїв соняшника за можливостей перенесення посухи (ґрунтової та атмосферної) в кліматичних умовах зони Степу є можливим за актуальних розробок показників технологічних прийомів [13].

Складова частина технологій вирощування сучасності – застосування сортоскладу з високими адаптивними властивостями та препаратів, дія яких спрямована на подолання наслідків стресів (негативних) [10].

Для нарощування об'ємів в системах виробництва очевидним є, на початку органогенезу, врахування особливостей реалізації рослинами соняшника дії (стимулюючої) комплексних препаратів [3].

Компенсування несприятливих для соняшника умов уможливлюється застосуванням антистресових прийомів у адаптивних високоефективних технологіях вирощування господарствами різної форми власності [7].

За обробітку препаратами з рістрегулюючою дією насіння або рослин встановлено вплив на умови розвитку соняшнику та виявлено можливість скорочення тривалості стресових станів з різнобічним ступенем несприятливого впливу [4].

Створення нових високоефективних сучасних рістрегулюючих речовин з різними формуляціями, що мають біологічне походження, цілеспрямовано знижує стресові ситуації та призводить до зростання кількості та поліпшення якості продукції та має впив щодо процесів нагромадження рослинами біомаси [12].

Мета дослідження. За постійно діючих абіотичних та біотичних стресових чинників Степу України виникає необхідність дослідити особливість реакції рослин високоолійного гібриду соняшника середньоранньої групи стиглості Епікур (ріст, розвиток, утворення надземної біомаси, фотосинтетичну діяльність за окремими етапами онтогенезу, насіннєву продуктивність) залежно від безпосереднього впливу рістрегулюючих і біологічних препаратів в гідротермічних умовах задля підвищення продуктивності та зростання рентабельність агроценозу.

Матеріали та методика досліджень. Вивчення реакції рослин гібриду соняшника Епікур (середньоранння група стиглості) на застосування препаратів, що вивчались, здійснювали шляхом проведення досліджень та спостережень (основних і супутніх) на дослідних ділянках в умовах Науково-освітнього центру практичної підготовки ДДАЕУ і поля згідно договору про сумісну діяльність з ТОВ «Дубрава» (Дніпровський район Дніпропетровська область у сівозміні кафедри агрохімії) у відповідності агротехнічних вимог та рекомендацій для зони Північного Степу [13].

Попередник соняшника пшениця – озима, спосіб сівби – широкорядний [8, 13]. Площа – 100 м² (всієї ділянки), 50 м² – облікової. Розміщення варіантів в польовому однофакторному досліді (за зіставлення

всіх варіантів поміж собою та контролем) – систематичне (повторення – трьохразове). Сівба проведена сівалкою СУПН-8 в оптимальні строки за стандартних норм висіву 50 тис. насіння на 1 га. Вирощування соняшника відбувалось за внесення гербіцидів Харнес (2 л/га) – передпосівна культивація та Євро-Лайтнінг (1 л/га) – в фазу розвитку культури 2 – 3 листка.

У відповідності схеми досліджень виконана обробка насіння соняшника (передпосівна – за добу перед висівом, позакоренева – в фазу бутонізації).

Ґрунтовий покрив на ділянках досліду – чорнозем звичайний малогумусний, за механічним складом – середньосуглинковий, в якому гумусовий профіль становить 75 см, є типовим для зони виконання досліджень.

Агрохімічна характеристика орного шару (за Тюріним): гумусу – 3,9–4,2%, легкогідролізованого азоту – 8,0–8,5 мг на 100 г ґрунту. Вміст рухомого фосфору на 100 г ґрунту (за Чириковим) становить 9,0–10,0 мг, а вміст обмінного калію на 100 г ґрунту (за Масловою) складає 14,0–15,0 мг.

Кліматичні умови в роки досліджень (за відсутності достатнього зволоження та підвищеного температурного фону) не сприяли нормальному перебігу процесів у соняшника та дозволили виявити реакцію гібриду на чинники (агроекологічні) вирощування (більш повно розкрити дію регуляторів росту з антистресовою дією).

Показники температури повітря (середні) за період вегетації мали перевищення норми (кліматичної), становили вище типових значень для зони Північного Степу (на 1,4–5,6°С). Коливання кількості опадів за посушливих і надзвичайно посушливих умов впливало на появу сходів та подальший перебіг біологічних процесів соняшника.

Виконання програми досліджень проводилось з дотриманням вимог методики дослідної справи [14] за проведення систематичних спостережень біометричних показників (у відповідності фаз розвитку) [16]. Облік врожайності (структура та показники якості) проведено поділяночно з перерахуванням показників у відповідності до стандартів вологості та засміченості. Отримані дані результатів досліджень зазнавали обробки (статистичної) методом дисперсійного та кореляційного аналізу [14].

Результати досліджень. Стан розвитку рослин характеризується морфологічними ознаками росту – висотою рослин, діаметром кошика та величиною поверхні листків. В обидва роки встановлені характерні особливості реакції гібриду на застосування різних видів досліджуваних препаратів (табл. 1).

За уважного простеження фіксувалось збільшення висоти стебла у рослин гібриду Епікур (на 3,6–9,1 см) при обробітку різними формуляціями досліджуваних препаратів. Можна відмітити, що порівняно з контролем найбільш високі показники висоти рослин (170,2 та 171,3 см встановлено за застосування обробітку насіння препаратом Трептолем, в.р.с. (20 мл/т) – біокомплексом регулятора росту природного походження та позакореневим обробітком Вінкропс Антистрес, в.р. (1,0 л/га).

Таблиця 1

Ефективність дії препаратів на висоту стебла соняшника та діаметр кошиків (гібрид Епікур)

№ п/п	Варіанти	Висота стебла, см			Діаметр кошика, см		
		Роки			Роки		
		2021	2022	середнє	2021	2022	середнє
1.	Контроль (чиста вода)	160,1	164,2	162,2	12,8	13,1	13,0
2.	Ярос, в.р.к. 12 л/т	163,9	167,4	165,8	13,2	13,4	13,3
3.	Квадростим, в.р.к., 500 г/т	165,7	168,9	167,3	13,2	13,5	13,4
4.	АКМ, РК, 0,2 л/т	167,2	169,9	168,6	13,4	13,8	13,6
5.	Лідер плюс, в.с.р., 0,05 л/га	165,6	168,6	167,1	13,1	13,7	13,4
6.	АГРІНОС А, р., 1,5л/га	168,2	169,1	168,7	13,4	13,8	13,6
7.	Трептолем, в.р.с., 20 мл/т	169,0	171,4	170,2	13,6	14,6	14,1
8.	Вінкропс Антистрес, в. р., 1,0 л/га	169,7	172,8	171,3	13,9	14,8	14,4
НІР $_{05}$		1,0	1,2		0,1	0,3	

Таблиця 2

Площа листкової поверхні гібриду соняшнику Епікур у різні фази вегетації при обробці препаратами в 2021–2022 рр., тис. м²/га

№ п/п	Варіанти	Фаза вегетації			
		листків		утворення кошиків	цвітіння
		6–8	12–14		
1.	Контроль (чиста вода)	26,3	32,7	67,7	80,6
2.	Ярос, в.р.к. 12 л/т	26,7	33,2	68,4	81,5
3.	Квадростим, в.р.к., 500 г/т	26,9	33,5	68,9	82,0
4.	АКМ, РК, 0,2 л/т	27,6	34,4	70,2	83,8
5.	Лідер плюс, в.с.р.,0,05 л/га	27,4	34,3	70,0	83,5
6.	АГРІНОС А, р., 1,5 л/га	27,1	34,0	69,7	82,8
7.	Трептолем, в.р.с., 20 мл/т	28,7	35,3	71,6	84,9
8.	Вінкропс Антистрес,в.р.,1,0л/га	29,6	36,5	72,0	85,4
НІР $_{0,5}$		0,3	0,7	1,2	0,6

Таблиця 3

Врожайність соняшнику гібриду Епікур за обробки насіння та рослин препаратами, т/га

№ п/п	Варіанти	Врожайність, т/га		
		Роки		
		2021	2022	середнє
1.	Контроль (чиста вода)	2,35	2,42	2,39
2.	Ярос, в.р.к. 12 л/т	2,39	2,45	2,42
3.	Квадростим, в.р.к., 500 г/т	2,41	2,48	2,45
4.	АКМ, РК, 0,2 л/т	2,52	2,58	2,5
5.	Лідер плюс, в.с.р. ,0,05 л/га	2,43	2,49	2,46
6.	АГРІНОС А, р., 1,5 л/га	2,44	2,51	2,48
7.	Трептолем, в.р.с., 20 мл/т	2,53	2,6	2,57
8.	Вінкропс Антистрес, в.р. 1,0 л/га	2,6	2,66	2,63
$НІР_{05}$		0,02	0,03	

Примітка: * – за перерахування на 7% вологість і 1% засміченість.

На зазначених варіантах відмічається формування більших за діаметром кошиків (на 8,46–10,76%).

Більш низьку висоту рослин та діаметр кошику зафіксовано на інших застосованих варіантах – 165,8–168,6 см за перевищення контролю на 3,6–6,5 см та 2,31–4,62% відповідно.

Процес фотосинтезу значною мірою має кореляцію з врожайними показниками [8].

Формування більш високого врожаю відбувається на рослинах з більшою площею листового апарату [12].

Впродовж вегетаційного періоду (табл. 2) спостерігалась динаміка різного ступеню інтенсивності генерування надземної маси.

За обробіток стимуляторами росту різного походження встановлено зростання формування надземної маси рослин на початкові фазі (6–8 листків та 12–14 листків), утворення кошиків та цвітіння (на 0,4–3,3; 0,5–3,7; 0,7–4,3; 0,9–4,8 тис. м²/га відповідно відносно контролю).

Нерівномірність процесу фотосинтезу посівів соняшника, за різних фаз вегетації, має залежність від загального нагромадження вегетативної маси рослинами.

Вказані тенденції найбільш ефективного впливу за використання стимуляторів росту Трептолем, в.р.с. (20 мл/т) та Вінкропс Антистрес, в.р. (1,0 л/га) збереглись і за формування рослинами соняшнику листової поверхні більших розмірів на всіх фазах росту і розвитку.

Незначно поступалась величина площі листків рослини (27,6; 34,4; 70,2 та 83,8 тис. м^2/га) у різні фази вегетації за застосування препарату АКМ, РК.

Залежно від застосування препаратів та погодних умов (за впливу гідротермічних показників в фази вегетаційного періоду формування кошиків – стиглості) в роки вирощування соняшника врожайність насіння в середньому сягала від 2,39 до 2,63 т/га (табл. 3).

Таким чином, за роки досліджень (посушливі умови перешкоджали формуванню та наливу насіння) найбільш високий приріст врожайності гібриду (в порівнянні з варіантом – контроль на 0,21 т/га) одержано за застосування препарату Вінкропс Антистрес, в.р. (на 10,04% до контрольного варіанта), тоді як за обробки насіння соняшнику стимуляторами росту Трептолем, в.р.с. та АКМ, РК отримано прибавку врожаю відносно контролю в 0,11 та 0,18 т/га відповідно.

Висновки. Введення в технологію вирощування регуляторів росту з антистресовою дією за несприятливих кліматичних умов (коливань гідрометеорологічних показників) при зміні параметричних характеристик та показників господарської придатності рослин має істотний вплив на процеси росту та продуктивності гібриду соняшника Епікур, що забезпечує отримання достовірної прибавки врожаю та сприятиме більш високому рівню ефективності виробництва культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вольф В.Г. Соняшник на Україні / В.Г. Вольф. К. : Урожай, 1972. 228 с.
2. Гамаюнова В. В., Кудріна В. С. Формування продуктивності соняшнику під впливом позакореневих підживлень сучасними біопрепаратами в умовах Південного Степу України. Дніпровський державний аграрно-економічний університет. *Agrology*. Дніпро, 2020. № 4, Т. 3. С. 225–231.
3. Добровольський А.В., Домарацький Є.О. Особливості реалізації стимулюючої дії комплексних препаратів рослинами соняшника на початкових етапах органогенезу. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2017. Вип. 84. С. 39–45.
4. Клименко І. І. Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрива на урожайність насіння ліній та гібридів соняшнику. *Селекція і насінництво.* 2015. Вип. 107. С. 183–188.
5. Ткаліч І. Д., Гирка А. Д., Бочевар О. В., Ткаліч Ю. І. Агротехнічні заходи підвищення урожайності насіння соняшника в умовах Степу України. *Зернові культури*. 2018. Т. 2, № 1. С. 44–52.
6. Фадеев Л. В. Подсолнечник Украины – сегодня и завтра. Харьков : Спец ЭММ, 2014. 129 с.
7. Яровые масличные культуры / В. Щербаков и др.; общ. ред. В. А. Щербакова. Минск : ФУЛинформ, 1999. 288 с.
8. Олійні культури в Україні: навч. посіб. / М. М. Гаврилюк та ін. Київ : Основа, 2008. 420 с.
9. Никитчин Д.И. Подсолнечник: биохимия, селекция, возделывание. Пологи, 2002. 494 с.
10. Пономаренко С. П. Біостимуляція в рослинництві – український прорив. *Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування* : зб. наук. праць УДАУ. Умань, 2008. С. 44–51.

11. Шевчук О. А., Кришталь О. О., Шевчук В. В. Екологічна безпека та перспективи застосування синтетичних регуляторів росту рослин. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. Вінниця, 2014. № 1 (112). С. 34–39.
12. Козлова О. П., Домарацький Є.О., Домарацький О.О. Вплив рістрегулюючих речовин біологічного походження на формування надземної біомаси рослин соняшника. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки.* Херсон, 2019. Вип.106. С. 43–52.
13. Лихочвор В.В. Петриченко В.В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : НВФ Українські технології, 2006. 730 с.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
15. Шевченко М.С. Лебідь Є.М. Оптимізація посівних площ соняшнику. Агрономічні закони та економічні пріоритети. *Агроном*. 2016. № 11. С. 23–26.
16. Грицаєнко З.М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин та грунтів / З.М. Грицаєнко, А.О. Грицаєнко, В.П. Карпенко. К.: ЗАТ НІЧЛАВА, 2003. 320 с.

REFERENCES:

1. Sonyashnyk na Ukrayin*i* [Sunflower in Ukraine] / V.G. Wolf (1972), Urozhai, Kyiv, [in Ukrainian].
2. Formuvannya produktyvnosti sonyashnyku pid vplyvom pozakorenevykh pidzhyvlen' suchasnymy biopreparatamy v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrayiny [Formation of sunflower productivity under the influence of foliar feeding with modern biological preparations in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine] / V.V Gamayunova, V.S. Kudrina (2020), Dnipro State Agrarian and Economic University, Agrology, Dnipro, [in Ukrainian].
3. Osoblyvosti realizatsiyi stymulyuyuchoyi diyi kompleksnykh preparativ roslynamy sonyashnyka na pochatkovykh etapakh orhanohenezu [Peculiarities of implementing the stimulating action of complex preparations by sunflower plants at the initial stages of organogenesis] / A.V. Dobrovolskyi, E.O. Domaratskyi (2017), Agrarian Bulletin of the Black Sea Region, Odesa, [in Ukrainian].
4. Vplyv rehulyatoriv rostu roslyn i mikrodobryva na urozhaynist' nasinnya liniy ta hibrydiv sonyashnyku [The effect of plant growth regulators and microfertilizers on the yield of seeds of sunflower lines and hybrids] / I. I. Klymenko (2015), Breeding and seed production, [in Ukrainian].
5. Ahrotekhnichni zakhody pidvyshchennya urozhaynosti nasinnya sonyashnyka v umovakh stepu Ukrayiny [Agrotechnical measures to increase the yield of sunflower seeds in the steppe conditions of Ukraine] / I. D Tkalich., A. D. Hyrka, O. V. Bochevar, Yu. I. Tkalich (2018), Cereal crops, Dnipro. [in Ukrainian].
6. Podsolnechnik Ukrainy – segodnya i zavtra [Sunflower of Ukraine – today and tomorrow] / L.V. Fadeev(2014), Special EMM, Kharkiv [in Russian].
7. Yarovyye maslichnyye kul'tury [Spring oilseeds] / V.A. Shcherbakov and others; total ed. V. A. Shcherbakova (1999), Minsk, FULinform. [in Russian].
8. Oliyni kul'tury v Ukrayini [Oil crops in Ukraine: education. manual] / M. M. Gavrilyuk and others (2008), Kyiv, Osnova [in Ukrainian].
9. Podsolnechnik: biokhimiya, selektsiya, vozdelyvaniye [Sunflower: biochemistry, selection, cultivation] / D.I. Nikitchyn (2002), Childbirth, [in Russian].
10. Biostymulyatsiya v roslynnytstvi – ukrayins'kyy proryv [Bio-stimulation in the vegetative industry – the Ukrainian breakthrough] / S. P. Ponomarenko (2008), Basics of formation of productivity of agricultural crops under intensive cultivation technologies: coll. of science works of UDAU, Uman. [in Ukrainian].
11. Ekolohichna bezpeka ta perspektyvy zastosuvannya syntetychnykh rehulyatoriv rostu Roslyn [Environmental safety and prospects for the use of synthetic plant growth regulators] / O.A. Shevchuk, O.O. Kryshtal, V.V. Shevchuk (2014), Bulletin of the Vinnytsia Polytechnic Institute, Vinnytsia. [in Ukrainian].
12. Vplyv ristrehulyuyuchykh rechovyn biolohichnoho pokhodzhennya na formuvannya nadzemnoyi biomasy roslyn sonyashnyka [The effect of re-regulating substances of biological origin on the formation of above-ground biomass of sunflower plants] / O.P. Kozlova, E.O. Domaratskyi, O.O. Domaratskyi (2019), Taurian Scientific Bulletin, Agricultural sciences, Kherson. [in Ukrainian].
13. Suchasni intensyvni tekhnolohiyi vyroshchuvannya osnovnykh pol'ovykh kul'tur [Plant growing. Modern intensive technologies of cultivation of the main field crops] / V. V. Lyochvor, V. V. Petrychenko V.V. (2006), Ukrainian Technologies Fund), Lviv, [in Ukrainian].
14. Dospekhov, B. A. (1985), Metodyka polevoho opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov) [Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)], Moskov, Ahropromyzdat. [in Russian].
15. *Optymizatsiya posivnykh* ploshch sonyashnyku. Ahronomichni zakony ta ekonomichni priorytety [Optimizing sunflower acreage. Agronomic laws and economic priorities] / M.S. Shevchenko, E.M. Lebyd (2016), Agronomist. [in Ukrainian].
16. Hrytsayenko Z.M. Metody biolohichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen' roslyn ta hruntiv / Z.M. Hrytsayenko, A.O. Hrytsayenko, V.P. Karpenko (2003), Kyiv, ZAT NICHLAVA. [in Ukrainian].

Лемішко С.М., Черних С.А. Ефективність дії рістрегулюючих речовин і мікродобрив на процеси формування продуктивності соняшнику в умовах Північного Степу України

Мета роботи – виявлення дії препаратів, що мають впливову дію на рівень продуктивності рослин соняшнику сорту Епікур в зоні з нестійким зволоженням (Північний Степ України).

Методи. Впродовж вегетційного періоду 2021–2022 рр. виконані на ділянках польові експериментальні дослідження в умовах Науково-освітнього центру практичної підготовки ДДАЕУ та поля ТОВ «Дубрава» (Дніпровський район Дніпропетровська область).

Методи досліджень – загальнонаукові (емпиричні), теоретичні та системні. Агротехніка вирощування соняшника – загальноприйнята для умов Степу України (Північної частини), окрім факторів, що досліджувались.

Результати. Застосування на новому перспективному середньоранньому високоолійному гібриді соняш-

ника Епікур регуляторів росту рослин та біопрепаратів з діючими речовинами різного походження, що підвищило стійкість до несприятливих зовнішніх чинників, характеризується чітко вираженим антистресовим впливом та зростанням вегетативної маси та насіннєвої продуктивності. Проведення обробітку виявило суттєвий вплив на площу листкової поверхні (зростання на 10,62–12,84 % порівняно із контролем), що позначилось на збільшенні фотосинтетичного потенціалу посіву соняшника. Формування листкової поверхні більших розмірів у фазу вегетації цвітіння відзначено за обробки гібриду препаратами АКМ, РК, 0,2 л/т (82,8 тис.м²/га), Трептолем, в.р.с., 20 мл/т (84,9 тис.м²/га) та Вінкропс Антистрес, в.р., 1,0 л/га (85,4 тис.м²/га). Вищі показники врожайності (на 0,13; 0,18 та 0,24 т/га) були сформовані за рахунок стійкості до несприятливих умов вегетації та створення ценозу з вищою висотою рослин (на 3,6–9,1 см) та діаметром кошика (на 8,46–10,76% відносно контролю) на варіантах за проведення обробітку із застосуванням полімерного плівкоутворюючого регулятору росту рослин АКМ, РК (0,2 л/т), композиції природних стимуляторів розвитку і комплексу 2,6–диметилпіридин-1-оксиду з бурштинової кислотою Трептолем, в.р.с. (20 мл/т), комплексного мікродобрива Вінкропс Антистрес, в.р. (1,0 л/га). На варіантах з досліджуваними препаратами Ярос, в.р.к. (12 л/га), Квадростим, в.р.к. (500 г/т), Лідер плюс, в.с.р. (0,05 л/га), АГРІНОС А, р. (1,5 л/га) вплив на продуктивність соняшнику виявився менш виразним, прибавка врожайності насіння по роках коливалась в межах 0,03–0,1 т/га.

Висновки. Вивчення впливу показали що, задля вирощування високих врожаїв соняшнику необхідно оптимізувати процеси формування вегетативних та генеративних органів, наростання надземної маси рослин і площі листкової поверхні, а також фотосинтетичну активність посівів. Слід враховувати реакцію гібрида Епікур при вирощуванні в умовах Степу України на дію регуляторів росту з антистресовою дією для збирання максимального врожаю і рекомендується застосування обробітку регулятором росту природного походження Вінкропс Антистрес, в.р. нормою 1,0 л на 1 га з метою більш ефективного процесу мобілізації можливостей соняшнику в періоди несприятливої дії кліматичного впливу.

Ключові слова: препарати, процеси росту та розвитку, висота стебла діаметр кошика, площа листкової поверхні, формування врожайності.

Lemishko S.M., Chernykh S.A. The effectiveness of the effect of adjusting substances and microfertilizers on the processes of forming the productivity of sunflower in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine

The purpose of the work is to identify the effects of drugs that have an impact on the level of productivity of sunflower plants of the Epicurus variety in a zone with unstable moisture (Northern Steppe of Ukraine).

Methods. During the growing season of 2021–2022, experimental field research was carried out on the plots in the conditions of the Scientific and Educational Center of Practical Training of the DDAEU and the field of LLC "Dubrava" (Dniprovsky District, Dnipropetrovsk Region). The research methods are general scientific (epmyric), theoretical and systemic. Agrotechnics of sunflower cultivation are generally accepted for the conditions of the Steppe of Ukraine, except for the factors that were studied. The results. The use of plant growth regulators and biopreparations with active substances of various origins on the new promising medium-early high-oil hybrid of the Epicurus sunflower, which increased resistance to adverse external factors, is characterized by a clearly expressed anti-stress effect and an increase in vegetative mass and seed productivity. Processing revealed a significant effect on the leaf surface area (increase by 10.62–12.84% compared to the control), which resulted in an increase in the photosynthetic potential of sunflower seeds. he formation of a larger leaf surface in the flowering vegetation phase was noted when the hybrid was treated with AKM, RK, 0.2 l/t (82.8 thousand m²/ha), Treptol, v.r.s., 20 ml/t (84.9 thousand m²/ha) and Wincrops Antistress, v.r., 1.0 l/ha (85.4 thousand m²/ha). Higher yield indicators (by 0.13; 0.18 and 0.24 t/ha) were formed due to resistance to adverse vegetation conditions and the creation of a cenosis with a higher plant height (by 3.6–9.1 cm) and basket diameter (by 8.46–10.76% relative to the control) on options for processing with the use of a polymer film-forming plant growth regulator AKM, RK (0.2 l/t), a composition of natural growth stimulants and a complex of 2,6 - dimethylpyridine-1-oxide with succinic acid Treptol, v.r.s. (20 ml/t), complex microfertilizer Wincrops Antistress, v.r. (1.0 l/ha). On the variants with the researched preparations Yaros, v.r.k. (12 l/ha), Kvadrostim, v.r.k. (500 g/t), Leader plus, v.s.r. (0.05 l/ha), AGRINOS A, r. (1.5 l/ha) the effect on sunflower productivity was less pronounced, the increase in seed yield by year ranged from 0.03 to 0.1 t/ha.

Conclusions. Impact studies have shown that, in order to grow high sunflower yields, it is necessary to optimize the processes of the formation of vegetative and generative organs, the increase in the above-ground mass of plants and the area of the leaf surface, as well as the photosynthetic activity of crops. It is necessary to take into account the reaction of the Epicurus hybrid when grown in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine to the action of growth regulators with anti-stress effect for harvesting the maximum harvest, and it is recommended to use the growth regulator of natural origin Wincrops Antistress, v.r. at a rate of 1.0 l per 1 ha with the aim of a more effective process of mobilizing the capabilities of sunflower in periods of adverse climatic effects.

Key words: preparations, growth and development processes, stem height, basket diameter, leaf surface area, yield formation.

УДК 656.13; 502.2
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.13

ВПЛИВ АВТОТРАНСПОРТУ НА ТРАНСФОРМАЦІЮ ЕКОСИСТЕМ ПРИДОРОЖНІХ ЗОН

МАДАНІ М.М. – кандидат технічних наук, доцент
orcid.org/0000-0001-9386-7364
Одеський національний технічний університет

Постановка проблеми. Автотранспорт є специфічним джерелом забруднення природного середовища, що складається з безлічі наземних точкових джерел, зосереджених на різних автомагістралях. Роль одного окремо взятого транспортного засобу у зміні геохімічного складу ґрунтів незначна. Проте за регулярності такого впливу вона багаторазово зростає. Транспортний потік перетворюється на постійно діюче джерело техногенного забруднення повітряного середовища, зміни фізико-хімічних властивостей ґрунтів, їх переущільнення, забруднення важкими металами (ВМ), підвищення їх фітотоксичності, що призводить до погіршення умов зростання зелених насаджень [1; 2].

Такий негативний вплив техногенного навантаження, характерний для урбоекосистем, найбільш яскраво проявляється у придорожній зоні. Зелені насадження цієї смуги перебувають у пригніченому стані, знижується їх фізіологічна активність, вони не можуть повною мірою здійснювати свої екологічні функції. Особливо яскраво це явище виражене у великих промислових містах, де інтенсивність руху автотранспортного потоку досягає своїх максимальних значень.

Одеса є містом, для якого протягом останнього десятиліття автотранспорт є одним із основних джерел забруднення навколишнього середовища, чисельність автопарку у місті неухильно зростає з кожним роком, що зумовлює актуальність досліджень з комплексної оцінки забруднення придорожньої зони автотранспортом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У зв'язку із зростанням числа автотранспортних засобів та різким погіршенням екологічної обстановки урбанізованих територій все більша увага приділяється вивченню впливу на навколишнє середовище забруднюючих речовин, що містяться у викидах автотранспорту, адже при роботі ДВЗ з вихлопними газами викидається понад 200 найменувань різних речовин [3; 4]. В результаті експлуатації автотранспорту до навколишнього середовища надходить широкий спектр ВМ: Pb, Cu, Cr, що містяться у вихлопних газах автомобіля; Co, Cu, Zn, Cr, Ni внаслідок стирання деталей автомашин; Zn при зношуванні автопокришок. На сьогоднішній день ВМ є загальновизнаними забруднювачами довкілля на всіх рівнях.

Підвищена концентрація автомобілів на обмежених територіях викликає перехід кількісних змін впливу автомобільного транспорту на середовище на якісні. Так, забруднення автотранспортом атмосферного повітря в містах зі зростанням автомобілізації з локального, що виникає біля окремих джерел забруднення, перетворюється на дифузне (загальне) забруднення [5].

Не менш важливе значення на забруднення екосистеми придорожньої смуги мають елементи вуличнодорожньої мережі. Ширина та рельєф вулиць, а також загальна довжина дорожньої мережі також зумовлюють рівень забруднення екосистеми придорожньої смуги. На відкритій території розсіювання викидів автотранспорту відбувається значно інтенсивніше і в міру віддалення від автомагістралі рівень забруднення істотно знижується. Невелика площа вулично-дорожньої мережі є причиною виникнення пробок та низької швидкості руху автотранспорту. В результаті зростає кількість вихлопних газів автомобілів [4; 6].

В даний час особлива увага вчених приділяється питанням зміни геохімічного складу ґрунтового покриву урбанізованих територій, зміни його фізико-хімічних та агрохімічних властивостей [7–9]. Найбільш значним змінам піддаються такі характеристики ґрунтів як кислотність середовища ґрунтового розчину, кількість та склад органічної речовини, вміст хімічних елементів [9–11].

Значному техногенному навантаженню піддається поверхневий шар міських ґрунтів. Саме у верхньому шарі відбувається інтенсивне накопичення забруднюючих речовин та закріплення їх за рахунок високого вмісту органічної речовини, зміщення pH у лужну сторону, наявності великої кількості солей. В результаті змінюється природний режим міграції хімічних елементів в екосистемі [12; 13].

Проблемою забруднення міських ґрунтів ВМ займаються вчені у всьому світі [11; 14–20], оскільки за небезпечністю впливу на живі організми ВМ ділять перше місце із пестицидами. Небезпека ситуації посилюється і тим, що кардинальних заходів щодо виведення ВМ із ґрунтів не існує.

Аналіз робіт українських та зарубіжних дослідників показує, що більшість з них вважають усі міські ґрунти забрудненими ВМ у тій чи іншій мірі. Найбільш поширеними, неспецифічними є Pb, Cu, Zn, Cd. Багато авторів основним джерелом забруднення довкілля цією групою елементів вважають викиди автотранспорту і промислових підприємств [11; 14; 15–19; 20; 21; 22].

Деякі автори [17–19] відзначають, що міські ґрунти характеризуються високою варіабельністю вмісту ВМ, яка пов'язана з нерівномірним випаданням газопилових викидів на підстильну поверхню та їх подальшим перерозподілом у ґрунті залежно від мікрорельєфу та фізико-хімічних властивостей.

Негативний вплив техногенного навантаження, найбільш яскраво проявляється у придорожній зоні. Зелені насадження цієї смуги перебувають у пригніченому стані, знижується їх фізіологічна активність, вони не можуть повною мірою здійснювати свої екологічні функції [2; 12; 15]. Особливо яскраво це явище виражене у великих промислових містах, де інтенсивність руху автотранспортного потоку досягає своїх максимальних значень.

Проте питання комплексної оцінки забруднення придорожньої зони автотранспортом досліджено ще недостатньо. У зв'язку з цим оцінка техногенного впливу автотранспорту на екосистему придорожніх зон є дуже актуальною.

Мета дослідження **–** інтегральна оцінка екологічного стану придорожніх зон (на прикладі м. Одеси).

Матеріали та методи досліджень. Дослідження виконувались у 2016-2021 роках на території м. Одеси.

Особливості природно-кліматичних умов м. Одеси відобразили за багаторічним спостереженням Одеського Центру гідрометеорології та моніторингу навколишнього середовища.

Особливості розташування та геометричні параметри вулично-дорожньої мережі, інтенсивність та склад автотранспортних потоків на території м. Одеси вивчали за допомогою «Методики розрахунку викидів від автотранспортних засобів залежно від структури транспортного потоку» [23]. Дослідження проводились в різні сезони року, у робочі та вихідні дні 3 рази на день з 6 до 22 години: ранковий час (6:00–11:00), денний час (11:00–16:00), вечірній час (16:00–22:00). Усього було обстежено 2342 вулиці міста, які були розділені на 6324 перегони (перегін – відстань між центрами сусідніх перехресть). Для подальших досліджень у кожному районі міста були виділені найбільш типові перегони з різною інтенсивністю руху.

Для оцінки геохімічного складу верхнього шару ґрунтів придорожньої зони зразки відбирали згідно з ДСТУ 17.4.4.02:2019. Місця відбору проб визначали згідно з [24]. Пробні майданчики закладали у придорожній смузі найбільш типових транспортних перегонів з урахуванням рельєфу, метеорологічних, гідрологічних умов місцевості. Дані майданчики розташовували в місцях підрахунку інтенсивності руху автотранспорту, приблизно в середині досліджуваного перегону. Відбір зразків ґрунту проводили в травні, липні, жовтні у придорожніх зонах тих же перегонів, на яких досліджували інтенсивність руху автотранспортних засобів. Відбір проб проводився з двох боків дороги на відстані 1 м, 5 м, 10 м, 20 м, 30 м, 40 м, 50 м від дорожнього полотна. На кожній з відстаней визначали 3 точки відбору проб, що знаходяться на відстані 3–4 м між собою. Одна змішана проба складалася з 5 точкових, відібраних із глибини 0–15 см загальною вагою 400 г. Зразки ґрунту відбиралися буром Малькова. Усього було відібрано 974 зразка верхнього шару ґрунту. Як контроль використовувалися зразки ґрунту, відібрані на території парку ім. Т.Г. Шевченко.

Значення pH визначали за допомогою іономіру ЕВ-74, кількість вуглецю у ґрунті встановлювали об'ємним хромовим методом [25]. Визначення загального вмісту ВМ проводили за стандартними методиками на атомно-адсорбційному спектрофотометрі С-115-М1. Рухому форму ВМ витягали з ґрунту амонійно-ацетатним буферним розчином з pH 4,8, кількісне визначення здійснювали атомно-адсорбційною спектроскопією.

Коефіцієнт концентрації та сумарний показник концентрації ВМ визначали згідно з [24]. Рівень забруднення ґрунту визначали відповідно з ДСТУ 4288:2004.

Визначення катіонно-аніонного складу ґрунту проводили за ДСТУ 8346:2015 у водній витяжці.

Фітотоксичність ґрунту придорожньої смуги досліджували за допомогою крес-салату [26]. Як субстрат, для пророщування цієї рослини, використовували ґрунтові витяжки. Паралельно проводили контрольне пророщування крес-салату у дистильованій воді. Дослід проводили в 4-кратному повторенні. Оцінку фітотоксичності здійснювали за кількістю пророслого насіння та за зміною довжини коренів проростків у відношенні до контролю. Фітотоксичний ефект визначали згідно з [26].

Достовірність виявлених відмінностей між середніми показниками обчислювали за критерієм Стьюдента. Для визначення зв'язку між окремими параметрами обчислювали коефіцієнти кореляції [27] та проводили дисперсійний аналіз. Статистичну обробку отриманих даних проводили за допомогою пакета MS Excel 2019 загальноприйнятим алгоритмам.

Результати досліджень

Аналіз автотранспортних потоків м. Одеси. Планувальна схема вулично-дорожньої мережі має різні види. Для м. Одеси характерна прямокутно-діагональна і радіально-кільцева схема вулично-дорожньої мережі.

Інтенсивність руху автотранспорту дорогами міста дуже різноманітна. Залежно від виміряної середньої інтенсивності руху автотранспортних засобів усі перегони на території м. Одеси без урахування складу автотранспортного потоку можна поділити на 5 категорій (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація транспортних перегонів м. Одеси

Категорія перегону	Назва перегону за інтенсивністю	Кількість авт./год	Кількість перегонів
V	вкрай низька	<50	2087
IV	низька	50-500	1871
III	помірна	500-1300	1348
II	висока	1300-2500	976
I	вкрай висока	2500-4000	42

Більшість транспортних перегонів на території м. Одеси належить до V, IV, III категорій, тобто до перегонів з вкрай низькою, низькою та помірною інтенсивністю руху. На їхню частку припадає близько 84% всієї кількості транспортних перегонів Ці перегони, як правило, розташовані всередині районів та у складі транспортних потоків, що проходять по них, відсутні транзитні транспортні засоби. Лише 16% становлять перегони з високою та вкрай високою інтенсивністю руху, які й становлять найбільшу екологічну небезпеку навколишнього середовища. Дані перегони відносяться до доріг державного та обласного значення, крім цього, вулиці, що складаються з перегонів I, II категорії розташовані у промислово-адміністративних кварталах та центрі міста.

Для м. Одеси характерне варіювання інтенсивності автотранспортних засобів від 3 авт./год до 3943 авт./год залежно від розташування та призначення перегонів. На значній частині перегонів була відзначена інтенсивність руху до 1294 авт./год і лише для 1/6 частини всіх транспортних перегонів було відзначено висока та

вкрай висока інтенсивність руху з варіюванням значень від 1311 авт./год до 3943 авт./год.

Для м. Одеси кількість легкового транспорту, автобусів, вантажного транспорту в автотранспортному потоці співвідноситься як 40:10:1 відповідно. Але це співвідношення варіює залежно від категорії перегону.

Для автотранспортних потоків м. Одеси характерна залежність інтенсивності руху автотранспорту від тимчасових факторів (сезону року та часу доби) та пов'язана з особливостями експлуатації автотранспортних засобів.

Техногенний вплив автотранспорту на ґрунт придорожніх зон. Переважна більшість вивчених зразків верхнього шару ґрунту придорожніх зон складалися з насипного ґрунту та мали значення pH в межах 6,42 ± 0,06 – 9,23±0,11 залежно від категорії перегону та району міста. Незначна частина зразків ґрунту (3% від загального числа), відібраних у придорожній зоні V категорії перегонів, що знаходяться на околиці міста та в районі садівницьких товариств, були слабокислі, їх pH ~ 6,5. Деякі зразки ґрунту перегонів з вкрай високою інтенсивністю руху мали pH = 9,12±0,07 – 9,23±0,11. Основна частина відібраних зразків (94%) мали значення pH = 6,7±0,03 – 8,9±0,07, у контрольних же пробах значення pH = 6,39 ± 0,07.

Для всіх категорій перегонів характерно зміщення значень pH в лужний бік у безпосередній близькості від дорожнього полотна (до 5м). Це пов'язано з різноманіттям, складністю та неоднозначністю процесів, що протікають у ґрунтовому розчині, зокрема, утворенням сполук кальцію ($CaCO_3$, $Ca(OH)_2$), висока концентрація яких може призводити до підлуговування ґрунтів.

Викиди автотранспорту та застосування протиожеледних реагентів для покращення стану дорожнього полотна в зимовий період провокує процес засолення ґрунту. Найбільш сильне забруднення іонами кальцію, хлору та натрію встановлено для перегонів з украй високою інтенсивністю руху автотранспорту На відстані 1м від дорожнього полотна концентрації цих іонів досягають свого максимуму, і складають для кальцію 0,91 ммоль на 100 г ґрунту, для хлору – 0,63 ммоль/100 г, а для натрію 0,45 ммоль/100 г. У контролі концентрація даних іонів знижується до 0,23 ммоль/100 г, 0,15 ммоль/100 г та 0,07 ммоль/100 г відповідно.

З викидами автотранспорту до придорожньої зони поряд із солями надходять вуглеводні техногенного походження, ВМ. Підвищений вміст цих елементів у ґрунті призводить до придушення процесів гумусоутворення [2; 15; 28]. В результаті ґрунт придорожньої зони урбоекосистем містить мінімальний відсоток гумусу, але загальний вміст вуглецю зростає.

Вміст вуглецю в досліджуваних зразках ґрунту змінюється в межах від 2,47±0,04% до 6,91±0,07% залежно від категорії перегону. Найменші значення вуглецю визначалися в пробах ґрунту, взятих на перегонах із вкрай низькою інтенсивністю руху автотранспортних засобів, свого максимуму вміст вуглецю досягав у верхньому шарі ґрунту перегонів із вкрай високою інтенсивністю, що говорить про його техногенне походження (рис. 1). Максимальні показники вмісту вуглецю характерні для ґрунтових зразків, відібраних на відстані 1–5 м від дороги.

Основні закономірності акумуляції та трансформації ВМ у ґрунті придорожніх зон. ВМ, що надходять від автотранспорту (Pb, Cu, Ni (вихлопні гази); Cu, Ni, Zn (частинки, що утворюються під час стирання деталей машин); Zn, Cd (пластмаси та фарба); Zn (автопокришки)) в ґрунт, акумулюються в придорожній зоні, трансформуються та мігрують міською територією.

На всіх категоріях перегонів встановлено перевищення фонових значень та ГДК рухомої форми для всіх досліджуваних ВМ (табл. 2). Найбільше перевищення ГДК у 5,09–19,11 разів зафіксовано для Cu. Концентрація Ni, Zn та Pb перевищує допустиму норму в 1,17–8,79 разів. Перевищення ГДК Cd на перегонах з високою та вкрай високою інтенсивністю руху становить 1,38–2,46 рази. На перегонах з інтенсивністю руху автотранспортних засобів менше 1300 авт./год перевищення ГДК рухомої форми для Cd зафіксовано не було.

Відповідно до ДСТУ 4288:2004 за всіма досліджуваними ВМ забруднення ґрунту придорожніх зон відноситься до помірного рівня забруднення. Виняток склав лише перегін Київське шосе при в'їзді на Клеверний міст. Для цього транспортного перегону характерне одне з найвищих значень інтенсивності руху автотранспортних засобів, яке у «години-пік» досягає 3943 авт./год. Через не достатню пропускну спроможність моста на даній ділянці постійно утворюються затори. Всі ці фактори сприяють збільшенню техногенного навантаження на даному перегоні і призводять до додаткового забруднення цієї ділянки Київського шосе. Цей перегін за забрудненням Cd відноситься до середнього рівня забруднення.

Відповідно до орієнтовної шкали небезпеки забруднення ґрунтів перегони з інтенсивністю руху понад 1500 авт./год відносяться до небезпечних (32<Zc <128). До помірно небезпечних можна віднести перегони з інтенсивністю 180–1500 авт./год, а перегони з вкрай низькою інтенсивністю руху (менше 50 авт./год) характеризуються допустимим рівнем забруднення (Zc<16). Достовірно встановлено, що концентрація ВМ у ґрунті придорожніх зон залежить від категорії перегону, тобто від інтенсивності руху автотранспортних засобів.

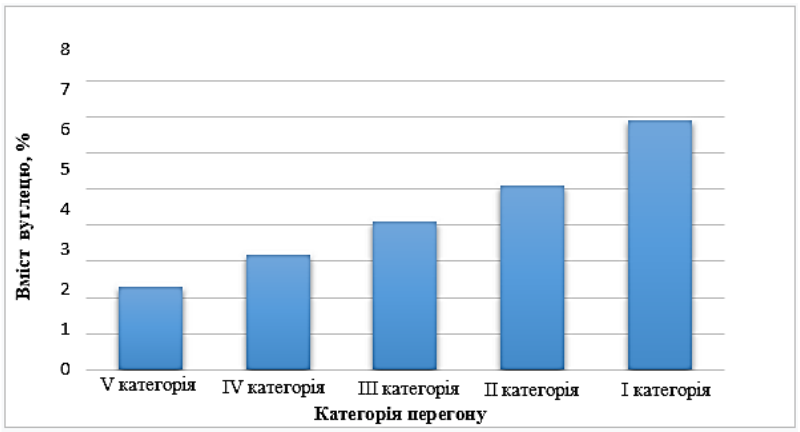


Рис. 1. Зміна середніх значень вуглецю за категоріями перегонів

Таблиця 2

Вміст рухомої форми ВМ у верхньому шарі ґрунту придорожніх зон (мг/кг)

Категорії перегонів		I	II	III	IV	V	$C_ф$	ГДК р.ф.
Cu	В	239±4	181±3	166±3	97±2	77±2	15-20	3
	Р	57±1	41±1	35±1	20±2	15±1		
	K_c	11,97	9,06	8,33	4,86	3,89		
Zn	В	519±5	391±4	349±5	289±4	276±4	18-30	23
	Р	136±3	95±2	79±3	62±3	61±3		
	K_c	17,34	13,02	11,66	9,46	9,12		
Ni	В	135±5	105±5	82±3	54±4	23±1	12-20	4
	Р	35±1	26±1	20±2	12±1	5±1		
	K_c	6,75	5,25	4,13	2,71	1,17		
Cd	В	4±0,6	3±0,4	2,5±0,6	2±0,4	1±0,3	3-5	0,5
	Р	1,3±0,3	0,8±0,2	0,5±0,2	0,4±0,2	0,2±0,1		
	K_c	1,56	0,9	0,89	0,88	0,35		
Pb	В	65±2	61±1	52±1	36±1	27±1	10-15	6
	Р	20±1	17±1	14±1	9±1	6±1		
	K_c	5,42	5,05	4,35	2,96	2,25		
Z_c		39,04	39,04	29,28	25,36	16,87	12,78	

В – валовая форма ВМ; Р – рухома форма ВМ; Кс – коефіцієнт концентрації ВМ; Zc – сумарний показник концентрації ВМ; $C_ф$ – фоновий вміст ВМ.

Однофакторний дисперсійний аналіз показав, що вміст ВМ у верхньому шарі ґрунту придорожніх зон залежить від сезону року. Максимальні значення концентрацій для всіх ВМ спостерігаються у весняний період, що пояснюється підвищеною рухливістю ВМ у верхньому шарі ґрунту через більший вміст вуглецю та зниження значень pH. У літній сезон вміст ВМ зменшується внаслідок активного їх поглинання рослинами. До осені значення концентрації рухомої форми ВМ знову зростають через вторинне забруднення верхнього шару ґрунту ВМ, що містяться в листяному опаді, зміни кислотності, обумовленої опадами у вигляді дощу.

При вивченні закономірностей розподілу ВМ у ґрунті з віддаленням від джерела забруднення були виявлені деякі закономірності у міграції ВМ. Встановлено, що для міської забудови Одеси характерні 3 варіанти поширення ВМ з віддаленням від дорожнього полотна (рис. 2). Поширення ВМ за I варіантом характерне для більшої частини міста. Воно спостерігається у Суворівському, Малиновському районах, на частині Київського району та прибережній зоні Приморського району. У цьому варіанті суттєву роль у поширенні ВМ відіграє напрямок та швидкість вітру. Більшість забруднюючих речовин, що надходять від автотранспорту, акумулюється за переважним напрямком вітру на відстані 5–10 м від краю дороги. Ширина дорожнього полотна цих транспортних перегонів варіює від 8 до 15 м, що дає достатню пропускну спроможність, і утворення заторів на них відбувається лише на окремих ділянках у «години-пік». Зелені насадження вздовж них складаються з дерев віку 30–50 років, що знаходяться на відстані 3–4 м один від одного. Місцями зелені насадження повністю відсутні. Такі умови в комплексі призводять до того, що частина забруднюючих речовин затримується зеленими насадженнями на відстані 1–5 м від дорожнього полотна, а частина, що залишилася, вільно поширюється придорожньою зоною. Міська забудова, розташована у цих районах міста на відстані 40–80 м від автошляхів є другою перешкодою на шляху поширення ВМ на міській території. На відстані 50 м відзначається незначне збільшення вмісту ВМ у ґрунті.

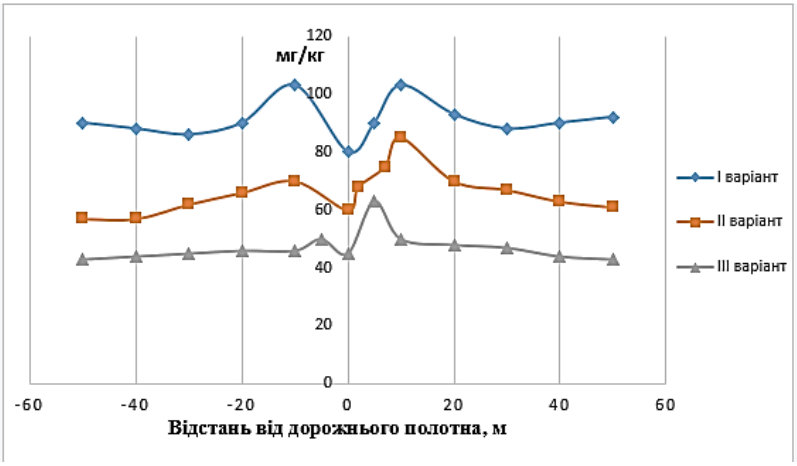


Рис. 2. Варіанти розповсюдження ВМ від дороги з урахуванням міської забудови

Для центральної історичної частини міста характерний II варіант поширення ВМ від джерела забруднення. На відміну від I варіанта акумуляція ВМ у верхньому шарі ґрунту не залежить від напрямку вітру, концентрація досліджуваних ВМ зростає в 1,2–1,6 рази та на відстані 40 м спостерігається повторне значне збільшення їхнього вмісту. Всі ці особливості у поширенні ВМ пов'язані зі своєрідністю міської забудови (знаходиться на відстані 1–20 м від дорожнього полотна) та практично пов-

ною відсутністю вздовж них зелених насаджень. Крім цього, ширина дорожнього полотна становить 5–10 м, що за високої інтенсивності руху призводить до виникнення заторів на магістралях у центрі міста.

У мікрорайоні Вузівський, житлових масивах «Південний», «Шкільний» та селищі Таїрова поширення ВМ відбувається за ІІІ варіантом, який суттєво відрізняється від попередніх. Житлова забудова у цьому районі розташована на відстані 80–150 м від дороги, ширина дорожнього полотна варіює від 10 до 25 м, що підвищує пропускну здатність автошляхів та перешкоджає на них утворенню заторів. Широкі проспекти та прямокутна схема вулично-дорожньої мережі сприяють вільному переміщення повітряних мас, що сприяє зниженню вмісту забруднюючих речовин, що надходять із викидами автотранспорту. Зелені насадження вздовж основних автодорожніх магістралей складаються з деревної та чагарникової рослинності, що має вік 10–30 років, причому рослини посаджено досить щільно, утворюючи захисний бар'єр. Внаслідок чого відбувається зміщення піку акумуляції ВМ безпосередньо до дорожнього полотна, знижується загальна забрудненість придорожньої смуги.

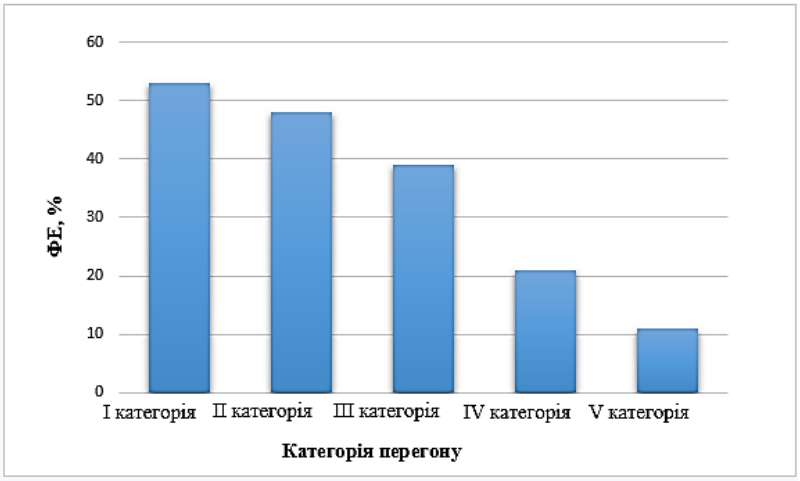


Рис. 3. Фітотоксичність ґрунтів перегонів різних категорій

Фітотоксичність ґрунту придорожніх зон. Визначали ступінь токсичності ґрунту за допомогою біотестування. Тест-рослиною на токсичність ВМ був крес-салат (*Lepidium sativum*). Аналіз схожості насіння тест-культури у різних варіантах досліду показав, що найкраще насіння крес-салату сходило в пробах, відібраних вздовж перегонів V категорії з вкрай низькою інтенсивністю руху (табл. 3). Незначне підвищення інтенсивності руху автотранспортних засобів (на 100 авт./год) призводить до зниження схожості насіння крес-салату на 4,3%. Збільшення ж інтенсивності руху автотранспортних засобів на 1000–2500 авт./год викликає різке зниження схожості насіння, яке варіює в межах від 15,4% до 34,6%. У контрольному досліді схожість насіння крес-салату склала 100%.

Таблиця 3

Схожість насіння крес-салату (*Lepidium sativum*)

Категорія перегону	Схожість насіння, %
І категорія	62,1±0,58
ІІ категорія	73,0±0,33
ІІІ категорія	81,3±0,87
ІV категорія	92,5±0,61
V категорія	96,7±0,57

Визначення фітотоксичного ефекту ґрунтів придорожніх зон щодо зміни довжини коренів проростків у відношенні до контролю (дистильована вода) показало, що найбільшу фітотоксичність мають ґрунти перегонів з високою і вкрай високою інтенсивністю рухи, що належать до І та ІІ категорій (рис. 3).

Зі зменшенням інтенсивності руху знижується і фітотоксичність ґрунтів. Так якщо для перегонів із вкрай високою інтенсивністю фітотоксичність досягає 53%, то для перегонів з помірною інтенсивністю руху вона становить 39% і продовжує знижуватися із зменшенням техногенного навантаження. При інтенсивності руху до 10 авт./год фітотоксичність варіює в межах 7,5–9%, що дозволяє говорити про те, що такі ґрунти є чистими.

Для всіх категорій перегонів максимальних значень фітотоксичність досягає в безпосередній близькості до полотна, потім починає поступово знижуватися, але, на відстані 50 м від дороги чистими можна вважати ґрунти лише вздовж перегонів з інтенсивністю руху автотранспортних засобів не більше 50 авт./год.

Висновки

1. Інтенсивність руху автотранспортних засобів на магістралях м. Одеси варіює від 3 до 3943 авт./год залежно від їх розташування та призначення. У середньому інтенсивність руху на автотрасах складає 1294 авт./год. В автотранспортному потоці співвідношення легкового транспорту, автобусів, вантажного транспорту складає відповідно 40:10:1. Інтенсивність руху магістралями міста характеризується сезонною динамікою і має виражені піки з 7.30 до 9.00 та з 16.30 до 18.30.

2. Придорожні ґрунти, забруднені викидами автотранспорту, характеризуються значеннями pH, що змінюються в межах 6,42–9,23 залежно від інтенсивності руху автотранспорту та району міста. Значення pH знижуються з віддаленням від дорожнього полотна. Вміст вуглецю в ґрунтах придорожніх зон м. Одеси варіює від 2,47 до 6,91 і має сезонну та просторову динаміку.

3. Вміст рухомих форм важких металів у ґрунтах придорожніх зон перевищує ГДК, визначається ступенем завантаженості доріг, має сезонну динаміку, знижується в міру віддалення від автошляхів. Виняток становить Cd, концентрація якого, в основному, не перевищує ГДК.

4. Придорожні ґрунти транспортних перегонів з інтенсивністю рухи 1300 – 4000 авт./год характеризуються високим рівнем фітотоксичності (до 53,8%), що знижується зі зменшенням техногенного навантаження автотранспорту. Фітотоксичність, що відповідає нормі мають ґрунти перегонів з інтенсивністю руху менше 50 авт./год.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Холодова О. О., Семченко Н. О., Левченко О. С. Проблема забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом в м. Харків. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*. 2020. № 90. С. 155–161. https://doi:10.30977/BUL.2219-5548.2020.90.0.155
2. Лук'янчук Н.Г., Чмир Р.М. Вплив автомобільного транспорту на паркові фітоценози м. Львова. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2007. № 7. С. 71–74.
3. Архіпова Г. І., Ткачук І.С. Аналіз впливу відпрацьованих автомобільних газів на стан атмосферного повітря в густонаселених районах. *Вісник НАУ*. 2009. № 1. С. 78–83.
4. Екологія та автомобільний транспорт : навч. посіб. для вищ. навч. закл. / Ю.Ф. Гутаревич та ін. Київ : Арістей, 2008. 296 с.
5. Коваленко Л.О., Гунько І.С. Визначення викидів забруднюючих речовин з урахуванням режимів руху транспортного потоку. *Екологічні науки*. 2020. № 1(28). С. 206–210. https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.1-28.32
6. Канило П. М., Подгорный А.Н., Христик В.А. Энергетические и экологические характеристики ГТД при использовании углеводородных топлив и водорода. Киев: Наукова думка, 1987. 224 с.
7. Сплодитель А. Еколого-геохімічна оцінка ґрунтово-рослинного покриву урбанізованих ландшафтів (на прикладі м. Бровари). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія: географія.* 2021. № 5(2). С. 179–196. https://doi.org/10.25128/2519-4577.21.2.21
8. Rodrıguez-Espinosa T., Navarro-Pedreno J., Gomez-Lucas I., Jordan-Vidal M. Urban areas, human health and technosols for the green deal. *Environ Geochem Health*. 2021. № 43. P. 5065-5086. https://doi.org/10.1007/s10653-021-00953-8
9. Splodytel A.O. Regularities of distribution of heavy metals in soil of urban landscapes (on the example of Brovary city). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2019. № 4. P. 148–167.
10. Хохрякова, А. І. Ґрунти міст: особливості генезису, класифікації та діагностики. *Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки*. 2016. № 21(1). С. 110-125.
11. Meuser H., Blume H. Characteristics and classification of anthropogenic soils in the Osnabruck area, Germany. *Plant. Nutr, Soil Sci*. 2001. № 164. P. 351–358.
12. Мадані М. М. Оцінка антиоксидантного потенціалу рослин урбоекосистем в умовах антропогенного забруднення ґрунту. *Аграрні інновації*. 2022. № 11. С. 50–59. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.7
13. Мельник М.А., Шукайло С.П., Тягур В.К., Романова С.А. Сучасний стан забезпеченості ґрунтів Херсонської області мікроелементами. *Збірник наукових праць. Охорона ґрунтів*. 2018. № 7. С. 76–85.
14. Moreno A., Perez L., Genzaler J. *Soil parameters contributing to heavy metal dinamies in perimetrepolitan farmland areas*: Proceedings of the Int. Symp. Environ. Biogeoihem, Salamanca, 27 Oct. 1993. P. 132–145.
15. Горбань В. А. Співвідношення екологічних функцій ґрунтів та їх екологічних властивостей. *Ґрунтознавство*. 2008. № 1–2. С. 124–127.
16. Дядькова К., Романюк Н., Козловський В. Біогеохімія Cu, Zn, Cd, Mn, Fe, Co в зелених зонах міста Мелітополя (Запорізька область, Україна). *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2013. № 62. С. 188–195.
17. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Ґрунти. Метали у ґрунтах: монографія / за заг. ред. О.Є. Пахомова. Дніпропетровськ : ЛІРА, 2016. 180 с.
18. Цвей Я.П., Широконос А.М., Феденко П.Я., Звягінцев С.С. Вміст важких металів на моніторингових ділянках біосферного заповідника «Асканія-Нова». *Наукові записки. Біологія та екологія.* 2001. № 19(2-1). С. 83–85.
19. Яковишина Т.Ф. Екологічна оцінка токсичної дії важких металів та заходів з їх детоксикації на біологічну активність ґрунту. *Вісник ЖНАЕУ*. 2009. № 1. С. 36–45.
20. Manta D.S. Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo Sicily, Italy. *The Science of the Total Environment*. 2002. № 300. P. 229–243.
21. Вовк О.Б. Еколого-функціональні особливості ґрунтового покриву міських парків (на прикладі м. Львова). *Ґрунтознавство*. 2004. № 5(1–2). С. 86–92.
22. Мірзак О.В. Досвід дослідження ґрунтів великих промислових центрів степової зони України (на прикладі м. Дніпропетровська). *Ґрунтознавство*. 2001. № 1(1–2). С. 87–92.
23. Пляцук Л.Д., Васькін Р.А., Соляник В.О., Васькіна І.В. Методика розрахунку викидів від автотранспортних засобів залежно від структури транспортного потоку. *Екологічна безпека*. 2011. № 2 (21). С. 116–118.
24. Безпека. Методи контролю важких металів у довкіллі та сільськогосподарській продукції : навчальний посібник / заг. ред В.І. Корнієнко. Київ : ТОВ Прінтеко, 2022. 252 с.
25. Гаськевич В., Підвальна Г. Лабораторно-аналітичні роботи з ґрунтознавства. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2006. 96 с.
26. Рабош І. О., Кофанова В.О. Оцінка фітотоксичності міських ґрунтів, забруднених об'єктами автотранспортної інфраструктури. *Наукові доповіді НУБіП України. Біологія, біотехнологія, екологія.* 2019. № 1. С. 30–37. http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.01.003
27. Дрогомирецька Х.Т. Теорія ймовірностей та математична статистика. Львів : Львівська політехніка, 2012. 256 с.

REFERENCES:

1. Kholodova, O. O., Semchenko, N. O., Levchenko, O. S. (2020). Problema zabrudnennia atmosfernoho povitria avtomobilnym transportom v m. Kharkiv [The problem of atmospheric air pollution by road transport in the city of Kharkiv]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho avtomobilno-dorozhnoho universytetu*, 90, 155–161. https://doi:10.30977/BUL.2219-5548.2020.90.0.155 [in Ukrainian].
2. Lukianchuk, N.H., Chmyr, R.M. (2007). Vplyv avtomobilnoho transportu na parkovi fitotsenozy m. Lvova [The impact of road transport on park phytocenoses of Lviv]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 7, 71–74 [in Ukrainian].
3. Arkhipova, H. I., Tkachuk, I.S. (2009). Analiz vplyvu vidpratsovanykh avtomobilnykh haziv na stan atmosfernoho povitria v hustonaselenykh raionakh [Analysis of the impact of exhaust gases on atmospheric air

in densely populated areas]. *Visnyk NAU*, 1, 78–83 [in Ukrainian].
4. Hutarevych, Yu.F., Zerkalov, D.V., Hovorun, A.H., Korpach, A.O., Merzhyievska, L.P. (2008). *Ekolohiia ta avtomobilnyi transport* [Ecology and road transport]. Kyiv : Aristei [in Ukrainian].
5. Kovalenko, L.O., Hunko, I.S. (2020). Vyznachennia vykydiv zabrudniuiuchykh rechovyn z urakhuvanniam rezhymiv rukhu transportnoho potoku [Determination of pollutant emissions taking into account traffic flow modes]. *Ekolohichni nauky*, 1(28), 206–210. https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.1-28.32 [in Ukrainian].
6. Kanilo, P. M., Podgornyj, A.N., Hristik, V.A. (1987). *Jenergeticheskie i jekologicheskie harakteristiki GTD pri ispol'zovanii uglevodorodnyh topliv i vodoroda* [Energy and environmental characteristics of GTE using hydrocarbon fuels and hydrogen]. Kiev: Naukova dumka [in Russian].
7. Splodytel, A. (2021). Ekoloho-heokhimichna otsinka gruntovo-roslynnoho pokryvu urbanizovanykh landshaftiv (na prykladi m. Brovary) [Ecological and geochemical assessment of the soil and vegetation cover of urbanized landscapes (on the example of the city of Brovary)]. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu im. V. Hnatiuka. Seriia: heohrafiia*, 5(2), 179–196. https://doi.org/10.25128/2519-4577.21.2.21 [in Ukrainian].
8. Rodrıguez-Espinosa, T., Navarro-Pedreno, J., Gomez-Lucas, I., Jordan-Vidal, M. (2021). Urban areas, human health and technosols for the green deal. *Environ Geochem Health*, 43, 5065–5086. https://doi.org/10.1007/s10653-021-00953-8
9. Splodytel, A.O. (2019). Regularities of distribution of heavy metals in soil of urban landscapes (on the example of Brovary city). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 4, 148–167
10. Khokhriakova, A. I. (2016). Grunty mist: osoblyvosti henezysu, klasyfikatsii ta diahnostyky [Soils of cities: peculiarities of genesis, classification and diagnosis]. *Visnyk Odeskoho natsionalnoho universytetu. Heohrafichni ta heolohichni nauky*, 21(1), 110–125 [in Ukrainian].
11. Meuser, H., Blume, H. (2001). Characteristics and classification of anthropogenic soils in the Osnabruck area, Germany. *Plant. Nutr, Soil Sci.*, 164, 351–358 [in English].
12. Madani, M. M. (2022). Otsinka antyoksydantnoho potentsialu roslyn urboekosystem v umovakh antropohennoho zabrudnennia gruntu [Evaluation of the antioxidant potential of plants of urboecosystems in conditions of anthropogenic soil pollution]. *Ahrarni innovatsii*, 11, 50–59. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.7 [in Ukrainian].
13. Melnyk, M.A., Shukailo, S.P., Tiahur, V.K., Romanova, S.A. (2018). Suchasnyi stan zabezpechenosti gruntiv Khersonskoi oblasti mikroelementamy [The current state of provision of soils of the Kherson region with trace elements]. *Zbirnyk naukovykh prats. Okhorona gruntiv*, 7, 76–85 [in Ukrainian].
14. Moreno, A., Perez, L., Genzaler, J. (1993). *Soil parameters contributing to heavy metal dinamies in perimetrepolitan farmland areas*, Proceedings of the Int. Symp. Environ. Biogeoihem. Salamanca
15. Horban, V. A. (2008). Spivvidnoshennia ekolohichnykh funktsii gruntiv ta yikh ekolohichnykh vlastyvostei [Correlation of ecological functions of soils and their ecological properties]. *Gruntoznavstvo*, 1–2, 124–127 [in Ukrainian].
16. Diadkova, K., Romaniuk, N., Kozlovskyi, V. (2013). Bioheokhimiia Cu, Zn, Cd, Mn, Fe, Co v zelenykh zonakh mista Melitopolia (Zaporizka oblast, Ukraina) [Biogeochemistry of Cu, Zn, Cd, Mn, Fe, Co in the green zones of the city of Melitopol (Zaporizhia region, Ukraine)]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriia biolohichna*, 62, 188–195 [in Ukrainian].
17. Pakhomova, O. Ie. (Ed.) (2016). *Biolohichne riznomanittia Ukrainy. Dnipropetrovska oblast. Grunty. Metaly u gruntakh* [Biodiversity of Ukraine. Dnipropetrovsk region. Soils. Metals in soils]. Dnipropetrovsk : LIRA [in Ukrainian].
18. Tsvei, Ya.P., Shyrokonos, A.M., Fedenko, P.Ia., Zviahintsev, S.S. (2001). Vmist vazhkykh metaliv na monitorynhovykh diliankakh biosfernoho zapovidnyka "Askania-nova" [The content of heavy metals in the monitoring areas of the "Askania-nova" biosphere reserve]. *Naukovi zapysky. Biolohiia ta ekolohiia*, 19(2-1), 83-85 [in Ukrainian].
19. Yakovyshyna, T.F. (2009). Ekolohichna otsinka toksychnoi dii vazhkykh metaliv ta zakhodiv z yikh detoksykatsii na biolohichnu aktyvnist gruntu [Ecological assessment of the toxic effect of heavy metals and measures for their detoxification on the biological activity of the soil]. *Visnyk ZhNAEU*, 1, 36–45 [in Ukrainian].
20. Manta, D. S. (2002). Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo Sicily, Italy. *The Science of the Total Environment*, 300, 229–243 [in English].
21. Vovk, O.B. (2004). Ekoloho-funktsionalni osoblyvosti gruntovoho pokryvu miskykh parkiv (na prykladi m. Lvova) [Ecological and functional features of the soil cover of city parks (on the example of the city of Lviv)]. *Gruntoznavstvo*, 5(1–2), 86–92 [in Ukrainian].
22. Mirzak, O.V. (2001). Dosvid doslidzhennia gruntiv velykykh promyslovykh tsentriv stepovoi zony Ukrainy (na prykladi m. Dnipropetrovska) [Experience of soil research in large industrial centers of the steppe zone of Ukraine (on the example of the city of Dnipropetrovsk)]. *Gruntoznavstvo*, 1(1-2), 87–92 [in Ukrainian].
23. Pliatsuk, L. D., Vaskin, R. A., Solianyk, V. O., Vaskina, I. V. (2011). Metodyka rozrakhunku vykydiv vid avtotransportnykh zasobiv zalezhno vid struktury transportnoho potoku [The method of calculating emissions from motor vehicles depending on the structure of the traffic flow]. *Ekolohichna bezpeka*, 2 (21), 116–118 [in Ukrainian].
24. Korniienko, V. I. (Ed.) (2022). *Bezpeka. Metody kontroliu vazhkykh metaliv u dovkilli ta silskohospodarskii produktsii* [Security. Methods of controlling heavy metals in the environment and agricultural products]. Kyiv : TOV Printeko [in Ukrainian].
25. Haskevych, V., Pidvalna, H. (2006). Laboratorno-analitychni roboty z gruntoznavstva [Laboratory and analytical works in soil science]. Lviv: Vydavnychyi tsentr LNU imeni Ivana Franka [in Ukrainian].
26. Rabosh, I. O., Kofanova, V.O. (2019). Otsinka fitotoksychnosti miskykh gruntiv, zabrudnenykh obiektamy avtotransportnoi infrastruktury [Assessment of phytotoxicity of urban soils contaminated by objects of motor transport infrastructure]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy. Biolohiia, biotekhnolohiia, ekolohiia*, 1, 30–37. http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.01.003 [in Ukrainian].
27. Drohomyretska, Kh. T. (2012). *Teoriia ymovirnostei ta matematychna statystyka* [Probability theory and mathematical statistics]. Lviv : Lvivska politekhnika [in Ukrainian].

Мадані М.М. Вплив автотранспорту на трансформацію екосистем придорожніх зон

Мета. Інтегральна оцінка екологічного стану придорожніх зон (на прикладі м. Одеси).

Методи. Комплексне використання польового, лабораторного, математично-статистичного, розрахунково-порівняльного методів і системного аналізу.

Результати. Проведено аналіз особливостей акумуляції та міграції ВМ у ґрунті придорожніх зон у міських умовах.

Визначено значення інтенсивності руху автотранспортних засобів, що викликають неприпустимий ступінь фітотоксичності ґрунту придорожніх зон.

Запропоновано класифікацію транспортних перегонів, характерних для урбанізованих територій. Виявлено закономірності поширення ВМ у ґрунті придорожніх зон залежно від різних варіантів міської забудови та наявності або відсутності зелених насаджень.

Дані про вміст рухомих форм ВМ у ґрунті придорожніх зон, отримані в ході

дослідження, можуть бути використані в ході проведення екологічного моніторингу на території м. Одеси та служити критерієм оцінки ступеня техногенного впливу. Відомості про особливості розподілу автотранспортних потоків на магістралях міста можуть допомогти скоординувати дії щодо модернізації вулично-дорожньої мережі міста та зниження забруднення придорожніх зон міської території. Дані про міграції ВМ у придорожній зоні та особливостях їх накопичення у рослинах необхідно враховувати під час проведення робіт із озеленення міста.

Висновки. Встановлено, що інтенсивність руху автотранспортних засобів на магістралях м. Одеси варіює від 3 до 3943 авт./год залежно від їх розташування та призначення. В автотранспортному потоці співвідношення легкового транспорту, автобусів, вантажного транспорту складає відповідно 40:10:1. Інтенсивність руху магістралями міста характеризується сезонною динамікою і має виражені піки з 7.30 до 9.00 та з 16.30 до 18.30.

Виявлено, що придорожні ґрунти характеризуються значеннями pH, що змінюються в межах 6,42–9,23 залежно від інтенсивності руху автотранспорту та району міста. Значення pH знижуються з віддаленням від дорожнього полотна. Вміст вуглецю в ґрунтах придорожніх зон м. Одеси варіює від 2,47 до 6,91 і має сезонну та просторову динаміку.

Визначено, що вміст рухомих форм ВМ у ґрунтах придорожніх зон перевищує ГДК, визначається ступенем завантаженості доріг, має сезонну динаміку, знижується в міру віддалення від автошляхів. Виняток становить Cd, концентрація якого, в основному, не перевищує ГДК.

Встановлено, що придорожні ґрунти транспортних перегонів з інтенсивністю рухи 1300–4000 авт./год характеризуються високим рівнем фітотоксичності (до 53,8%), що знижується зі зменшенням техногенного навантаження автотранспорту. Фітотоксичність, що відповідає нормі мають ґрунти перегонів з інтенсивністю руху менше 50 авт./год.

Ключові слова: техногенне забруднення, урбоекологія, автотранспорт, екосистема, придорожні зони, важкі метали, фітотоксичність.

Madani M.M. The influence of motor vehicles on the transformation of ecosystems of roadside zones

Goal. Integral assessment of the ecological state of roadside zones (on the example of Odessa). **Methods.** Complex use of field, laboratory, mathematical-statistical, calculation-comparative methods and system analysis. **Results.** The analysis of the features of accumulation and migration of HM in the soil of roadside zones in urban conditions was carried out.

The value of the intensity of the movement of motor vehicles, which causes an unacceptable degree of phytotoxicity of the soil of roadside zones, was determined.

A classification of transport races characteristic of urbanized areas is proposed. The regularities of the distribution of HM in the soil of roadside zones were revealed, depending on different options of urban development and the presence or absence of green spaces.

Data on the content of mobile forms of HM in the soil of roadside zones, obtained during the course research, can be used in the course of ecological monitoring on the territory of Odessa and serve as a criterion for assessing the degree of man-made impact. Information on the peculiarities of the distribution of motor vehicle flows on the city's highways can help coordinate actions to modernize the city's street and road network and reduce pollution in roadside zones of the city territory. Data on the migration of HMs in the roadside zone and the features of their accumulation in plants must be taken into account when carrying out work on landscaping the city.

Conclusions. It was established that the intensity of motor vehicle traffic on highways in Odessa varies from 3 to 3,943 vehicles per hour depending on their location and destination. In the traffic flow, the ratio of cars, buses, and trucks is 40:10:1, respectively. The intensity of traffic on the highways of the city is characterized by seasonal dynamics and has pronounced peaks from 7.30 to 9.00 and from 16.30 to 18.30.

It was found that roadside soils are characterized by pH values that vary between 6.42 and 9.23, depending on the intensity of traffic and the area of the city. The pH values decrease with distance from the road surface. The carbon content in the soils of roadside zones in Odessa varies from 2.47 to 6.91 and has seasonal and spatial dynamics.

It was determined that the content of mobile forms of HM in the soils of roadside zones exceeds the LPC, is determined by the degree of road congestion, has seasonal dynamics, and decreases with distance from highways. The exception is Cd, the concentration of which, in general, does not exceed the LPC.

It was established that the roadside soils of transport races with the intensity of movement of 1300–4000 vehicles/hour are characterized by a high level of phytotoxicity (up to 53.8%), which decreases with a decrease in the man-made load of motor vehicles. Phytotoxicity, which corresponds to the norm, has racing soils with a traffic intensity of less than 50 vehicles per hour.

Key words: technogenic pollution, urban ecology, motor transport, ecosystem, roadside zones, heavy metals, phytotoxicity.

УДК 633.11:631.5:631.8(477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.14

НАРОСТАННЯ НАДЗЕМНОЇ МАСИ ТА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

ПАНФІЛОВА А.В. – доктор сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-0006-4090
Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Збільшення кількості та якості продукції рослинництва – головне завдання сільськогосподарського комплексу. Виробництво зерна – головне завдання сільськогосподарської діяльності. У вирішенні цього завдання основне місце належить пшениці озимій, адже це головна стратегічна культура України.

Перспективним напрямом, що дуже динамічно розвивається в останнє десятиріччя та забезпечує отримання екологічно безпечної продукції, є впровадження біологічних технологій вирощування сільськогосподарських культур, зокрема і пшениці озимої. Науковцями розроблено широкий спектр біологічних препаратів на основі корисних мікроорганізмів з різними механізмами дії. Сучасні біологічні препарати забезпечують не лише отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур, а також покращення якості вирощеної продукції та підвищення родючості ґрунту. Застосування їх у технологіях вирощування сільськогосподарських культур забезпечує зниження норм мінеральних добрив, зростання продуктивності рослин, поліпшення якості продукції [1; 2].

В період економічної та екологічної кризи в державі використання біодобрив та біопрепаратів задля інтенсифікації сільського господарства має не лише екологічний, але й у більшості випадків економічний пріоритет. При цьому чим складніші ґрунтово-кліматичні та погодні умови, тим важливіша роль процесу біологізації в технологіях вирощування сільськогосподарських культур [3]. Диспаритет цін на добрива, енергоресурси та сільськогосподарську продукцію спонукають сільгосптоваровиробників до перегляду технологій вирощування з точки зору заощадження енергоресурсів, а також попередження втрати продуктивності та погіршення якості продукції. Резервом у цьому напряму може бути використання біологічних добрив [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фахівцями сільськогосподарського виробництва постійно вдосконалюються і розробляються нові агротехнічні заходи для передпосівної обробки насіння біопрепаратами для покращення якості посівного матеріалу і в подальшому підвищення продуктивності рослин [5].

Дослідженнями Вожегової Р. А. та Кривенко А. І. [4] визначено, що на продуктивність пшениці озимої сорту Кнопа найбільше впливав біопрепарат Гуматал нано, який забезпечував істотні прирости урожайності у межах від 0,12 до 0,95 т/га, проте для отримання зерна продовольчої якості його необхідно використовувати сумісно з передпосівним внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{64}P_{64}K_{64}$. Також встановлено, що біопрепарат Азотофіт доцільно використовувати на неудобреному фоні або за внесення мінеральних добрив в дозі $N_{32}P_{32}K_{32}$. Найслабшою ефективністю на всіх фонах мінерального живлення характеризувалося застосування препарату Стимпо – приріст урожайності зерна пшениці озимої у межах найменшої істотної різниці.

Дослідженнями Шувара А. М. та ін. [6] встановлено, що біологічні препарати, застосовані для передпосівної обробки насіння та позакоренево в технології вирощування пшениці озимої сорту Фаворитка, істотно впливали на формування елементів продуктивності й забезпечували приріст урожайності зерна. Найбільш ефективним було поєднання діазофіту в нормі 0,4 л/т (передпосівна обробка насіння) та азотофіту (0,6 л/га) + біосилу (20 мг/га), за позакореневого внесення яких врожайність зерна становила 3,6–3,7 т/га (що на 0,4–0,5 т/га вище від контролю), а рівень рентабельності – 115–135%.

У дослідженнях Пінчук Н. В. та ін. [7] визначено, що застосування біопрепаратів позитивно впливало на елементи структури врожаю пшениці озимої. У варіанті з передпосівною інокуляцією препаратами Азотофіт та Хелп Рост кількість зерен становила 34,5-34,6 шт./росл. відповідно, що на 1,4-1,5 шт./ росл. більше у порівнянні з контролем. Також спостерігалось збільшення маси зерна з колосу. У варіанті з передпосівною інокуляцією препаратами Азотофіт та Хелп Рост маса зерен з колоса становила 1,62–1,71 г відповідно, що на 0,28–0,37 більше у порівнянні з контролем. Дослідниками відмічено зростання врожайності пшениці озимої сорту Скаген по варіантах, де проводили передпосівну інокуляцію насіння. У варіанті з передпосівною інокуляцією препаратами Азотофіт та Хелп Рост урожайність становила 5,64–5,82 т/га відповідно, що на 0,48–0,66 т/га більше у порівнянні з контролем.

Дослідженнями Грабовської Т. О. та Мельник Г. Г. [8] встановлено, що за органічного виробництва для підвищення продуктивності рослин пшениці озимої доцільно вносити біопрепарати, які сприяють зростанню урожайності та підвищують якість зерна. Використання препаратів Фіто Хелп, Міко Хелп, Біокомплекс БТУ, «Біокомплекс зернові», Ріверм впливає на підвищення елементів структури врожаю та урожайності зерна на 17,1–26,1%, покращує якісні показники (натуру зерна, масову частку білка та клейковини) в середньому на 23 г, 0,8 та 1,6% порівняно з контрольним варіантом.

Вінюков О. О. та ін. [9] зазначають, що використання біологічних препаратів, незалежно від фону живлення, ефективно впливало на розвиток рослин, значно поліпшилися параметри структури врожаю, збільшилась урожайність пшениці озимої. Найвищу врожайність зерна пшениці

озимої 6,86 т/га (приріст порівняно з контролем становив 1,55 т/га) і найвищий рівень рентабельності 296,8% отримано на 2-му фоні живлення N60P60 за комплексного використання препарату Сизам (обробка насіння і посівів пшениці озимої у фази кущіння та колосіння).

Значним резервом підвищення інтенсивності накопичення надземної біомаси рослин, урожайності та поліпшення якості зерна при вирощуванні пшениці озимої є сортові особливостей рослин та сучасні високоефективні біологічні препарати та стимулятори росту рослин. Ними обробляють насіння перед сівбою та обприскують посіви під час вегетації рослин по фону внесення невисоких доз мінеральних добрив [10]. Тому оптимізація живлення рослин пшениці озимої, яка заснована на використанні мінеральних добрив в оптимальних дозах та елементів біологізації (біологічні препарати) є актуальною, особливо з точки зору адаптування сучасних технологій вирощування до змін клімату.

Мета статті – встановити вплив помірної дози мінеральних добрив та біопрепаратів на нагромадження надземної маси рослин та формування ними зернової продуктивності в умовах Південного Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальні дослідження проводили впродовж 2020–2022 рр. на дослідному полі Миколаївського національного аграрного університету на чорноземі південному малогумусному слабосолонцюватому важкосуглинковому на лесах. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (pH – 6,8–7,2). Вміст гумусу в 0–30 см шарі становить 3,1–3,3%. У середньому за роки досліджень у ґрунті містилося 15–25 мг/кг ґрунту нітратів (за Грандваль Ляжу), 41–46 мг/кг ґрунту рухомого фосфору (за Мачигіним) та 389–425 мг/кг ґрунту обмінного калію (на полуменевому фотометрі).

Господарство розташоване в третьому агрокліматичному районі і відноситься до підзони Південного Степу України. Клімат характеризується як помірно–континентальний, теплий, посушливий, з нестійким сніговим покривом. За гідротермічними показниками погодні умови різнилися в роки проведення досліджень, що дало можливість отримати об'єктивні результати.

Об'єктом досліджень були процеси росту та розвитку рослин пшениці озимої сорту Ліга одеська та формування ними урожайності зерна. Сорт занесений до реєстру сортів України у 2017 році. Власник права на поширення сорту – Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення Української академії аграрних наук. Напрям використання – зерновий. Різновид *erithrospermum*, середньорослий. Колос білий, або солом'яно-жовтий. Зернівка червона, середня за розмірами. Вегетаційний період – 261 доба. Маса 1000 зерен – 41,2 г [11].

Схема досліду включала наступні варіанти: 1. Контроль; 2. $N_{30}P_{30}$ (фон); 3. Фон +Фітоцид-р; 4. Фон +Азотофіт-р; 5. Фон+ Органік-баланс.

В досліді використовували біопрепарати компанії БТУ-Центр. Фітоцид-р – біологічний фунгіцид проти грибних і бактеріальних хвороб. Діюча речовина: живі природні бактерії *Bacillus subtilis*. Титр – не менше ніж 1,0×109 КУО/см^3. Азотофіт-р – природний біостимулятор росту. Діюча речовина: *Azotobacter chroococcum*. Титр: не менше, ніж 1,0×109 КУО/см^3. Органік-баланс – біопрепарат для стимуляції росту та розвитку сільськогосподарських культур, стійкості до стресових умов та збалансованого живлення, який містить живі азотфіксуючі, фосфор- та каліймобілізуючі бактерії. Загальне число життєздатних мікроорганізмів продуцентів не менше 1,0х109 КУО/см^3.

Проведення дослідів супроводжувалось відповідними вимірюваннями, спостереженнями, обліками та аналізами за загальноприйнятими методиками.

Результати досліджень. Надземна маса рослин – один з основних компонентів посіву, від якого значною мірою залежить продуктивність культури. Вона віддзеркалює вплив на рослини погодних умов, рівня агротехніки та ін. Між обсягом надземної маси та врожаєм зерна пшениці існує тісна позитивна залежність: чим вищий урожай вегетативної маси, тим, як правило, вищим має бути й рівень урожаю зерна. Починаючи з перших фаз розвитку накопичення значної вегетативної маси рослин є важливою умовою формування високого врожаю. Особлива роль надземній масі рослин відводиться на півдні України, де до періоду наливу зерна пшениці значна частина листкового апарату відмирає [10].

У середньому за роки досліджень внесення мінеральних добрив під передпосівну культивацію та передпосівна обробка насіння сучасними біопрепаратами сприяло збільшенню висоти рослин пшениці озимої. Так, застосування лише мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}$ збільшило висоту рослин у фазу весняного кущіння на 1,3 см або 6,7%, у фазу виходу рослин у трубку – на 1,5 см або 6,4%, у фазу колосіння та повної стиглості зерна відповідно на 1,4 см або 1,7% та 1,7 см або 2,0% (табл. 1).

Застосування сучасних біопрепаратів по фону внесення помірної дози мінеральних добрив під передпосівну культивацію сприяло посиленню ростових процесів рослин пшениці озимої у всі фази росту і розвитку. Так, сумісне застосування по фону добрив біопрепарату Фітоцид-р збільшило висоту рослин пше-

Таблиця 1

Висота рослин пшениці озимої в основні періоди вегетації залежно від оптимізації живлення (середнє за 2021–2022 рр.), см

Варіант живлення	Фаза росту і розвитку рослин			
	весняне кущіння	вихід рослин у трубку	колосіння	повна стиглість зерна
Контроль	18,1	21,9	80,7	82,9
$N_{30}P_{30}$ (фон)	19,4	23,4	82,1	84,6
Фон +Фітоцид-р	19,9	23,8	82,3	84,7
Фон +Азотофіт-р	20,3	24,4	82,8	85,1
Фон+ Органік-баланс	20,9	25,1	83,6	85,8

ниці озимої, у середньому за роки досліджень, у фазу весняного кущіння на 1,8 см або 9,0%, виходу рослин у трубку – на 1,9 см або 7,9%, колосіння – на 1,6 см або 1,9% та у фазу повної стиглості зерна – на 1,8 см або 2,1% порівняно до контролю.

Отримані експериментальні дані свідчать про те, що збільшення лінійної висоти рослин пшениці озимої відбувається до фази колосіння, а максимального їх значення рослини досягли у фазу повної стиглості зерна за обробки насіння пшениці озимої біопрепаратами по фону внесення мінеральних добрив до сівби. При цьому, найвищих показників висоти рослини пшениці озимої досягли у варіантах досліду фон + Азотофіт-р та фон + Органік-баланс. Так, у середньому за роки досліджень, у фазу весняного кущіння висота рослин пшениці озимої відповідно склала 20,3 та 20,9 см, у фазу виходу рослин у трубку – 24,4 та 25,1 см, колосіння – 82,8 та 83,6 см, а повну стиглість зерна – 85,1 та 85,8 см, що відповідно на 10,8 – 13,4%; 10,2 – 12,7%; 2,5 – 3,5% та 2,6 – 3,4% більше за контроль.

Найбільш інтенсивно ріст рослин пшениці озимої у висоту відбувався до фази колосіння. В цій фазі було відмічено істотне збільшення висоти рослин залежно від варіантів досліду.

Нашими дослідженнями встановлено, що процеси нагромадження сирої надземної маси рослинами пшениці озимої впродовж весняно – літнього періоду вегетації залежали від низки факторів, зокрема від погодних умов року, біологічних особливостей сорту та варіантів досліду. Найбільш інтенсивно рослини накопичували її в період від фази виходу у трубку до колосіння (табл. 2).

Так, у середньому за роки досліджень, за вирощування пшениці озимої без внесення добрив та біопрепаратів у фазу виходу рослин у трубку було сформовано сирої біомаси на рівні 1491 г/м^2. В інших варіантах досліду за оптимізації живлення визначено збільшення цього показника до 1598 – 1619 г/м^2, що перевищило контроль на 6,7–7,9%.

Встановлено, що у фазі колосіння пшениці озимої відбулося помітне зростання виходу сирої біомаси з 1 м^2 посіву порівняно з попередньою фазою розвитку рослин – на 465–497 г/м^2. При цьому, найбільшого значення 2109 та 2114 г/м^2 досліджуваний показник сягнув у варіантах із внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}$ під передпосівну культивацію та передпосівної обробки насіння біопрепаратами Азотофіт-р та Органік-баланс.

У середньому за роки досліджень, наприкінці вегетації рослин пшениці озимої у фазу повної стиглості зерна у контрольному варіанті спостерігали більш інтенсивне наростання сирої біомаси до 2173 г/м^2, що на 217–1386 г/м^2 або на 9,9–63,8% більше, ніж у попередні фази розвитку рослин. Абсолютна перевага у формуванні сирої біомаси рослинами пшениці озимої належала варіантам з внесенням мінеральних добрив дозою $N_{30}P_{30}$ та застосуванням по цьому фону біопрепаратів Азотофіт-р та Органік-баланс для передпосівної обробки насіння. За такого поєднання факторів і варіантів досліджуваний показник досягав 2357–2361 г/м^2, що на 7,8 – 8,0% більше від неудобреного контролю.

Накопичення сухої речовини в рослинах пшениці озимої напряму залежить від сирої біомаси, воно також пов'язане із забезпеченням їх вологою, елементами живлення та агротехнічних заходів вирощування. Але за однакових умов вирощування динаміка накопичення сухої речовини дещо більшою мірою визначається індивідуальними особливостями кожного сорту.

Динаміка накопичення сухої речовини упродовж вегетації пшениці озимої в наших дослідженнях практично мала такі ж тенденції, які виявлені при формуванні сирої надземної маси (табл. 3). Так, у фазу весняного кущіння показники накопичення сухої маси за вирощування пшениці озимої у контролі, в середньому за роки досліджень, визначено на рівні 148 г/м^2.

Процес накопичення сухої речовини у фазу кущіння рослин відбувався повільно, а різниця між досліджува-

Таблиця 2

Наростання сирої надземної біомаси рослин пшениці озимої залежно від оптимізації живлення (середнє за 2021–2022 рр.), г/м^2

Варіант живлення	Фаза росту і розвитку рослин			
	весняне кущіння	вихід рослин у трубку	колосіння	повна стиглість зерна
Контроль	787	1491	1956	2173
$N_{30}P_{30}$ (фон)	832	1598	2087	2336
Фон + Фітоцид-р	836	1607	2103	2352
Фон +Азотофіт-р	839	1612	2109	2357
Фон+ Органік-баланс	842	1619	2114	2361

Таблиця 3

Накопичення сухої маси рослинами пшениці озимої залежно від оптимізації живлення (середнє за 2021–2022 рр.), г/м^2

Варіант живлення	Фаза росту і розвитку рослин		
	весняне кущіння	вихід рослин у трубку	колосіння
Контроль	148	261	627
$N_{30}P_{30}$ (фон)	155	286	683
Фон + Фітоцид-р	158	288	687
Фон +Азотофіт-р	165	296	693
Фон+ Органік-баланс	174	303	701

ними варіантами становила лише 7–26 г/м^2. Проте, вже починаючи з фази виходу рослин у трубку простежували істотну різницю залежно від живлення рослин на 8,7–13,9% з перевагою варіанту фон + Органік-баланс.

Збільшення накопичення сухої маси рослинами пшениці озимої найменшим, порівняно до контрольного варіанту, було за фонового внесення $N_{30}P_{30}$ та $N_{30}P_{30}$ + Фітоцид-р незалежно від фази росту та розвитку рослин. Так, у середньому за роки досліджень, у фазу весняного кущіння було нагромаджено відповідно 155 та 158 г/м^2 сухої маси рослин, у фазу виходу рослин у трубку – 286 та 288 г/м^2, а колосіння – 683 та 687 г/м^2, що відповідно на 4,5 – 6,3; 8,7 – 9,4 та 8,2 – 8,7% більше від контролю.

Нашими дослідженнями також встановлено, що врожайність зерна пшениці озимої змінювалася під впливом фону живлення (рис. 1). У роки досліджень чітко спостерігали позитивну дію основного допосівного внесення помірної дози мінеральних добрив та проведення передпосівної обробки насіння пшениці озимої сучасними біопрепаратами.

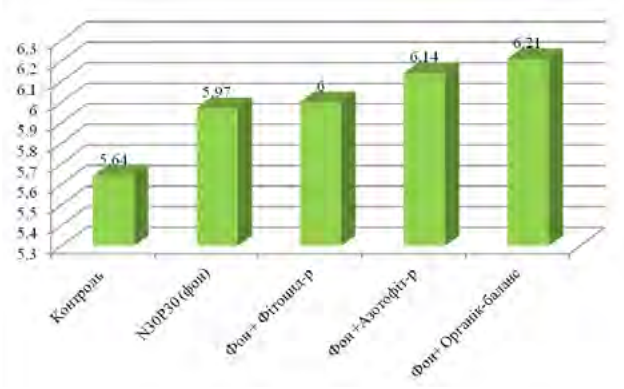


Рис. 1. Урожайність пшениці озимої залежно від варіанту живлення (середнє за 2021–2022 рр.), т/га

Так, у середньому за роки досліджень, по фону внесення $N_{30}P_{30}$ отримано 5,97 т/га зерна пшениці озимої, що перевищило контроль на 0,33 т/га або на 5,5%. Внесення лише мінеральних добрив сприяло незначному зростанню врожайності зерна пшениці озимої у всі роки досліджень. В той же час дослідженнями [12] визначено, що помірні дози азотних добрив незначно збільшували врожайність зерна.

Більш істотними прирости зерна сформувались у варіантах сівби по їх фону насіння пшениці озимої обробленого біопрепаратом Органік-баланс. Його застосування сприяло приросту врожайності зерна пшениці озимої на 0,57 т/га або на 9,2% відповідно. Дещо меншу урожайність зерна, порівняно з варіантом застосування Органік-балансу, формували рослини пшениці озимої насіння якої було оброблене перед сівбою біопрепаратом Азотофіт-р – на 1,1%. При цьому, обробка насіння біопрепаратом Азотофіт-р і застосування мінеральних добрив в дозі $N_{30}P_{30}$ (фон) забезпечило зростання урожайності зерна пшениці озимої порівняно до контролю на 0,5 т/га або 8,1%.

Застосування для передпосівної обробки насіння біопрепарату Фітоцид-р на формування урожайності зерна пшениці озимої майже не впливало.

Висновки. В умовах Південного Степу України, у середньому за роки досліджень, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}$ під передпосівну культивацію та застосування передпосівної обробки насіння пшениці озимої біопрепаратами Азотофіт-р та Органік-баланс забезпечує формування максимальних лінійних розмірів і показників нагромадження сирої та сухої надземної маси рослин. Результати досліджень також показали, що найбільшу урожайність зерна пшениці озимої формували рослини за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}$ під передпосівну культивацію та обробки насіння Органіком-баланс – приріст до контролю склав 0,57 т/га або 9,2%.

Важаємо за доцільне дослідження у даному напрямі продовжувати та поглиблювати у зв'язку з появою нових сортів, препаратів й зміною кліматичних умов.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дубицький О. Л. Урожайність і якість зерна озимої пшениці за біологізованих систем удобрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2015. Вип. 57. С. 81–86.
2. Сметанко О. В., Буриліна С. І., Кривенко А. І. Вплив елементів біологізації вирощування озимої пшениці на різних фонах мінерального живлення в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 8 (785). С. 33–37.
3. Гончарук І. В., Ковальчук С. Я., Цицюра Я. Г., Лутковська С. М. Динамічні процеси розвитку органічного виробництва в Україні. Монографія. ВНАУ. Вінниця : Твори, 2020. 472 с.
4. Вожегова Р. А., Кривенко А. І. Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої та економічно-енергетичну ефективність технології її вирощування в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 1 (101). С. 39-46. doi: 10.31521/2313-092X/2019-1(101)-6
5. Базалій В. В., Домарацький Є. О. Вплив біопрепаратів на врожайність та адаптивні властивості сортів пшениці м'якої озимої. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 81. С. 9–14.
6. Шувар А. М., Беген Л. Л., Дорота Г. М., Тимків М. Ю. Застосування біологічних препаратів в органічній технології вирощування пшениці озимої. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67(1). С. 143–155. doi:10.32636/01308521. 2020-(67)-1-10
7. Пінчук Н. В., Вергелес П. М., Коваленко Т. М., Амонс С. Е. Ефективність застосування біопрепаратів в посівах пшениці озимої в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісництво*. 2022. № 24. С. 96–113. doi: 10.37128/2707-5826-2022-1
8. Грабовська Т. О., Мельник Г. Г. Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої за органічного виробництва. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 80–85.
9. Вінюков О. О., Бондарева О. Б., Коробова О. М., Чугрій Г. А. Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої на різних фонах живлення в умовах Донецької області. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11 (788). С. 41–47. doi: 10.31073/agrovisnyk201811-06.

10. Панфілова А. В., Гамаюнова В. В. Формування надземної маси сортів пшениці озимої залежно від оптимізації живлення в умовах Південного Степу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. *Серія: агрономія*. 2018. 22(1). С. 332–339.
11. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2022 рік (чинний станом на 27.01.2022 р.). Київ, 2022. 532 с.
12. Sedlar O., Balik J., Cerny J., Kulhanek M., Vasak F. Yield formation, qualitative parameters of winter wheat grain and crop damage depending on method of nitrogen fertilizer application (“Controlled uptake long term ammonium nutrition” or solit application). *Romanian Agricultural Research*. 2017. Vol. 34. pp. 137 – 143.

REFERENCES:

1. Dubytskyi, O. L. (2015). Urozhainist i yakist zerna ozymoi pshenytsi za biolohizovanykh system udobrennia [Yield and quality of winter wheat grains in biological fertilizer systems]. *Foothill and Mountain Agriculture And Stockbreeding*, 57, 81–86. [in Ukrainian].
2. Smetanko, O. V., Burylina, S. I., & Kryvenko, A. I. (2018). Vplyv elementiv biolohizatsii vyroshchuvannia ozymoi pshenytsi na riznykh fonakh mineralnoho zhyvlennia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Influence of elements of winter wheat cultivation biologization on different mineral nutrition backgrounds in the Southern Steppe of Ukraine]. *Bulletin of Agricultural Science*, 8 (785), 33–37. [in Ukrainian].
3. Honcharuk, I.V., Koval'chuk, S.YA., Tsytsyura, YA.H., & Lutkovs'ka, S.M. (2020). *Dynamichni protsesy rozvytku orhanichnoho vyrobnytstva v Ukrayini [Dynamic processes of development of organic production in Ukraine].* Vinnytsya: Tvory. [in Ukrainian].
4. Vozhegova, R., & Kryvenko, A. (2019). Vplyv biopreparativ na produktyvnist pshenytsi ozymoi ta ekonomichno-enerhetychnu efektyvnist tekhnolohii yii vyroshchuvannia v umovakh Pivdnia Ukrainy [The impact of biological products on winter wheat productivity and economic and energy efficiency of the technology of its cultivation in conditions of the Southern Ukraine]. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, (101), 39-46. doi:10.31521/2313-092X/2019-1(101)-6 [in Ukrainian].
5. Bazaliy, V. V., & Domaratskyi, E. O. (2012). Vplyv biopreparativ na vrozhainist ta adaptyvni vlastyvosti sortiv pshenytsi miakoi ozymoi [The effect of biological preparations on the yield and adaptive properties of soft winter wheat varieties]. *Taurida Scientific Herald*, 81, 9–14. [in Ukrainian].
6. Shuvar, A., Behen, L., Dorota, H., & Tymkiv, M. (2020). Zastosuvannia biolohichnykh preparativ v orhanichnii tekhnolohii vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi [Application of biological preparations in organic technology of winter wheat growing]. *Foothill and Mountain Agriculture And Stockbreeding,* 67(1), 143–155. doi:10.32636/01308521.2020-(67)-1-10 [in Ukrainian].
7. Pinchuk, N. V. Verheles, P. N. Kovalenko, T. M., & Amons, S. E. (2022). Efektyvnist zastosuvannia biopreparativ v posivakh pshenytsi ozymoi v umovakh Pravoborezhnoho Lisostepu [The effectiveness of the use of biological products in winter wheat crops in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. *Agriculture and forestry,* 24, 96–113. doi: 10.37128/2707-5826-2022-1 [in Ukrainian].
8. Grabovska, T., & Melnyk, G. (2017). Vplyv biopreparativ na produktyvnist pshenytsi ozymoi za orhanichnoho vyrobnytstva [Effect of biological preparations on the productivity of winter wheat under organic farming]. *Agrobiology*, 1, 80–85. [in Ukrainian].
9. Viniukov, O., Bondareva, O., Korobova, O., & Chugrii, H. (2018). Vplyv biopreparativ na produktyvnist pshenytsi ozymoi na riznykh fonakh zhyvlennia v umovakh Donetskoi oblasti [Effect of biological products on productivity of winter wheat on various backgrounds of nutrition in conditions of Donetsk oblast]. *Bulletin of Agricultural Science*, 11 (788), 41–47. doi: 10.31073/agrovisnyk201811-06 [in Ukrainian].
10. Panfilova, A., & Gamayunova, V. (2018). Formuvannia nadzemnoi masy sortiv pshenytsi ozymoi zalezhno vid optymizatsii zhyvlennia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Formation of the top winter wheat varieties depending on the optimization of nutrition in the Southern Steppe of Ukraine]. *Bulletin of the Lviv National Agrarian* University. Series: agronomy, 22(1), 332–339 [in Ukrainian].
11. Derzhavnyy reyestr sortiv roslyn, prydatnykh dlya poshyrennya v Ukrayini na 2022 rik [State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine for 2022] (effective as of January 27, 2022). Kyiv, 532. [in Ukrainian].
12. Sedlar, O., Balik, J., Cerny, J., Kulhanek, M., & Vasak, F. (2017). Yield formation, qualitative parameters of winter wheat grain and crop damage depending on method of nitrogen fertilizer application (“Controlled uptake long term ammonium nutrition” or solit application). *Romanian Agricultural Research*, 34, 137 – 143

Панфілова А.В. Наростання надземної маси та формування врожайності зерна пшениці озимої в умовах Південного Степу України

Мета. Встановити вплив помірної дози мінеральних добрив та біопрепаратів на нагромадження надземної маси рослин та формування ними зернової продуктивності в умовах Південного Степу України. **Методи**. Польові та лабораторні дослідження виконувалися відповідно до сучасних вимог і стандартів дослідної справи в агрономії та землеробстві. **Результати**. Застосування сучасних біопрепаратів по фону внесення помірної дози мінеральних добрив під передпосівну культивацію сприяло посиленню ростових процесів рослин пшениці озимої у всі фази росту і розвитку. Збільшення лінійної висоти рослин пшениці озимої відбувається до фази колосіння, а максимального їх значення рослини досягли у фазу повної стиглості зерна. При цьому, найвищих показників висоти рослини пшениці озимої досягли у варіантах досліду фон + Азотофіт-р та фон + Органік-баланс.

У фазі колосіння пшениці озимої відбулося помітне зростання виходу сирої біомаси з 1 м^2 посіву порівняно з попередньою фазою розвитку рослин. При цьому, найбільшого значення 2109 та 2114 г/м^2 досліджуваний показник сягнув у варіантах із внесенням $N_{30}P_{30}$ та передпосівної обробки насіння біопрепаратами Азотофіт-р та Органік-баланс. У роки досліджень чітко спостерігали позитивну дію основного допосівного внесення помірної дози мінеральних добрив та проведення передпосівної обробки насіння пшениці озимої сучасними біопрепаратами на формування урожайності зерна. Застосування Органік-балансу сприяло приросту врожайності зерна

пшениці озимої порівняно до контролю на 0,57 т/га або на 9,2%, а Азотофіту-р – на 0,5 т/га або 8,1%.

Висновки. В умовах Південного Степу України, у середньому за роки досліджень, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}$ під передпосівну культивацію та застосування передпосівної обробки насіння пшениці озимої біопрепаратами Азотофіт-р та Органік-баланс забезпечує формування максимальних лінійних розмірів і показників нагромадження сирої та сухої надземної маси рослин. Результати досліджень також показали, що найбільшу урожайність зерна пшениці озимої формували рослини за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}$ під передпосівну культивацію та обробки насіння Органіком-баланс – приріст до контролю склав 0,57 т/га або 9,2%.

Ключові слова: пшениця озима, біопрепарати, мінеральні добрива, надземна маса рослин, урожайність.

Panfilova A. Growth of above-ground mass and formation of winter wheat grain yield in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine

Purpose. To determine the effect of a moderate dose of mineral fertilizers and biological preparations on the accumulation of above-ground mass of plants and their formation of grain productivity in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. **Methods**. Field and laboratorian trials were carried out with accordance to current requirements and standards of scientific research in agronomy and agriculture. **Results**. The use of modern biological preparations against the background of the introduction of a moderate dose of mineral fertilizers under pre-sowing cultivation contributed to the strengthening of the growth processes of winter wheat plants in all phases of growth and development. The increase in the linear height of winter wheat plants occurs before the earing phase, and the plants reached their maximum value in the phase of full grain maturity. At the same time, the highest plant height indicators of winter wheat were achieved in the variants of the background + Azotophyt-r and background + Organic-balance experiments. In the earing phase of winter wheat, there was a noticeable increase in the yield of raw biomass from 1 m^2 of sowing compared to the previous phase of plant development. At the same time, the studied indicator reached the highest value of 2109 and 2114 g/m^2 in the variants with $N_{30}P_{30}$ application and pre-sowing treatment of seeds with biological preparations Azotofit-r and Organic-balance. During the years of research, the positive effect of the main pre-sowing application of a moderate dose of mineral fertilizers and the pre-sowing treatment of winter wheat seeds with modern biological preparations on the formation of grain yield was clearly observed. The use of Organic-balance contributed to an increase in the yield of winter wheat grain compared to the control by 0.57 t/ha or 9.2%, and Azotophytu-r – by 0.5 t/ha or 8.1%. Conclusions. In the conditions of the Southern Steppe of Ukraine, on average over the years of research, the introduction of mineral fertilizers in a dose of $N_{30}P_{30}$ under pre-sowing cultivation and the use of pre-sowing treatment of winter wheat seeds with biopreparations Azotophyt-r and Organic-balance ensures the formation of maximum linear dimensions and indicators of the accumulation of raw and dry above-ground mass of plants . The results of the research also showed that the highest yield of winter wheat grain was formed by plants with the introduction of mineral fertilizers in a dose of $N_{30}P_{30}$ for pre-sowing cultivation and seed treatment with Organic-balance – the increase compared to the control was 0.57 t/ha or 9.2%.

Key words: winter wheat, biological preparations, mineral fertilizers, above-ground mass of plants, yield.

УДК 632.934.2:632.7:632.654
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.15

СИНЕРГІЗМ СУМІШІ ФОСФІНУ ТА ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ ПРИ ФУМІГАЦІЇ ПРОТИ ХЛІБНИХ ШКІДНИКІВ ЗАПАСІВ

РОМАНКО В.О. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-5263-4190
Ужгородський національний університет
ДУДИНСЬКА А.Т. – кандидат біологічних наук, доцент
orcid.org/0000-0001-7461-0512
Ужгородський національний університет

Постановка проблеми. Одним із найефективніших методів контролю шкідників, в тому числі карантинних, є фумігація. Проте, згідно Закону України від 12 грудня 2019 р. «Про регулювання господарської діяльності з озоноруйнівними речовинами та фторованими парниковими газами», використання бромистого метилу, як універсального фуміганту, зведене до мінімуму із перспективою подальшого остаточного його заборонення на вимогу Монреальського протоколу.

Серед існуючих фумігантів, які можна було б застосовувати в якості заміни бромистому метилу, вибір досить обмежений. Більшість науковців пропонують фосфін. Проте фумігація фосфіном, а саме твердою препаративною формою, не завжди може гарантувати 100% ефективність, оскільки деякі шкідники запасів відзначаються як стійкістю так і резистентністю до даного фуміганту [1; 2].

Проблема полягає в тому, що в Україні на даний час зареєстрований тільки один фумігант – фосфін, а точніше лише його тверді препаративні форми з двома діючими речовинами фосфід алюмінію чи магнію. У випадку встановлення резистентних шкідників стійких до фосфіну, боротися з ними буде практично нічим.

Оптимальним рішенням було б – перереєстрація бромистого метилу і розширенні його використання на деякі об'єкти регулювання у сфері знезараження на що наголошують також і інші науковці [3; 4].

За відсутності бромистого метилу, як правило, ця проблема вирішується шляхом реєстрування нового фуміганту (наприклад, фтористого сульфурилу) та розробки технологій його застосування. Проте, даний процес довготривалий та затратний.

Виходячи з вище наведеного, перспективним є дослідження фосфіну у суміші із іншими газами, наприклад, твердої форми фосфіну (зареєстровані препарати) з вуглекислим газом та високими температурами – як часткова альтернатива бромистому метилу. Саме спільне застосування високих температур та вуглекислого газу суттєво збільшує ефективність фосфіну проти шкідників на всіх стадіях розвитку. Вважається, що у разі відсутності реєстрації в країні фтористого сульфурилу, даний спосіб може замінити фумігацію бромистим метилом проти шкідників запасів. Відомо, що суміш газів фосфіну з вуглекислим газом при високих температурах вже застосовують в таких країнах як США, Канада, Італія, Данія [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних даних свідчить, що в останні роки активно проводяться дослідження із сумішами різних газів із встановленням їх можливого синергізму [5].

Так, карантинна обробка способом фумігації свіжих бульб картоплі сумішшю двоокису вуглецю і бромистого метилу проти карантинного шкідника — картопляної молі можлива з нормою витрати CH_3Br у 4 рази нижчої за дозування його, застосованого в чистому вигляді [4].

Також отриманий синергізм з газів між фосфіном та етилформіатом проти *Pseudococcus longispinus* та *P. orchidicola* [6].

В деяких країнах почали використовувати фосфін з вуглекислим газом (препарат ECO_2FUME), який фасується в стальні балони і застосовуються для знезараження тютюну, какао-бобів, цитрусових, винограду та, найчастіше, проти шкідників зерна [2].

Нами проводились дослідження по визначенню токсичної дії сумішей газів фосфіну з концентраціями в межах 0,2–2,7 г/м^3 та вуглекислого газу з концентраціями в межах 115,5–118,4 г/м^3 експозицій в межах (1–5 годин) і температур в межах 17–26°С проти довгоносика комірного на стадії імаго та гусениць американського білого метелика. Результати засвідчили наявність синергізму між газами від 2 до 12%, значення якого залежить від температури та тривалості фумігації [7].

Все це, в цілому, вказує на актуальність проведення досліджень по застосуванню сумішей газів проти шкідників запасів зерна і зернопродукції.

Слід відзначити, що визначення ефективності сумісної дії фосфіну з вуглекислим газом за високих температур проходить у два етапи. Спочатку визначають синергізм газів варіюючи різні концентрації фосфіну за сталих оптимальних температур для шкідників. А далі після визначення найвищого показника синергізму дослідження проводять в межах високих температур – при цьому варіюють температуру та експозицію за сталої оптимальної концентрації фосфіну.

В даній праці наведені результати досліджень першого етапу.

Мета роботи: встановити синергізм суміші фосфіну та вуглекислого газу у різних їх концентраціях способом фумігації проти хлібних шкідників запасів (Coleoptera: роду *Sitophilu*s; Lepidoptera: роду *Ephestia*; комірних кліщів роду *Acarus* і *Tyrophagus*).

Матеріали та методика досліджень. Роботу проводили в Закарпатському територіальному центрі карантину рослин Інституту захисту рослин НААН України в 2016 році. Продовжували дослідження в інституті

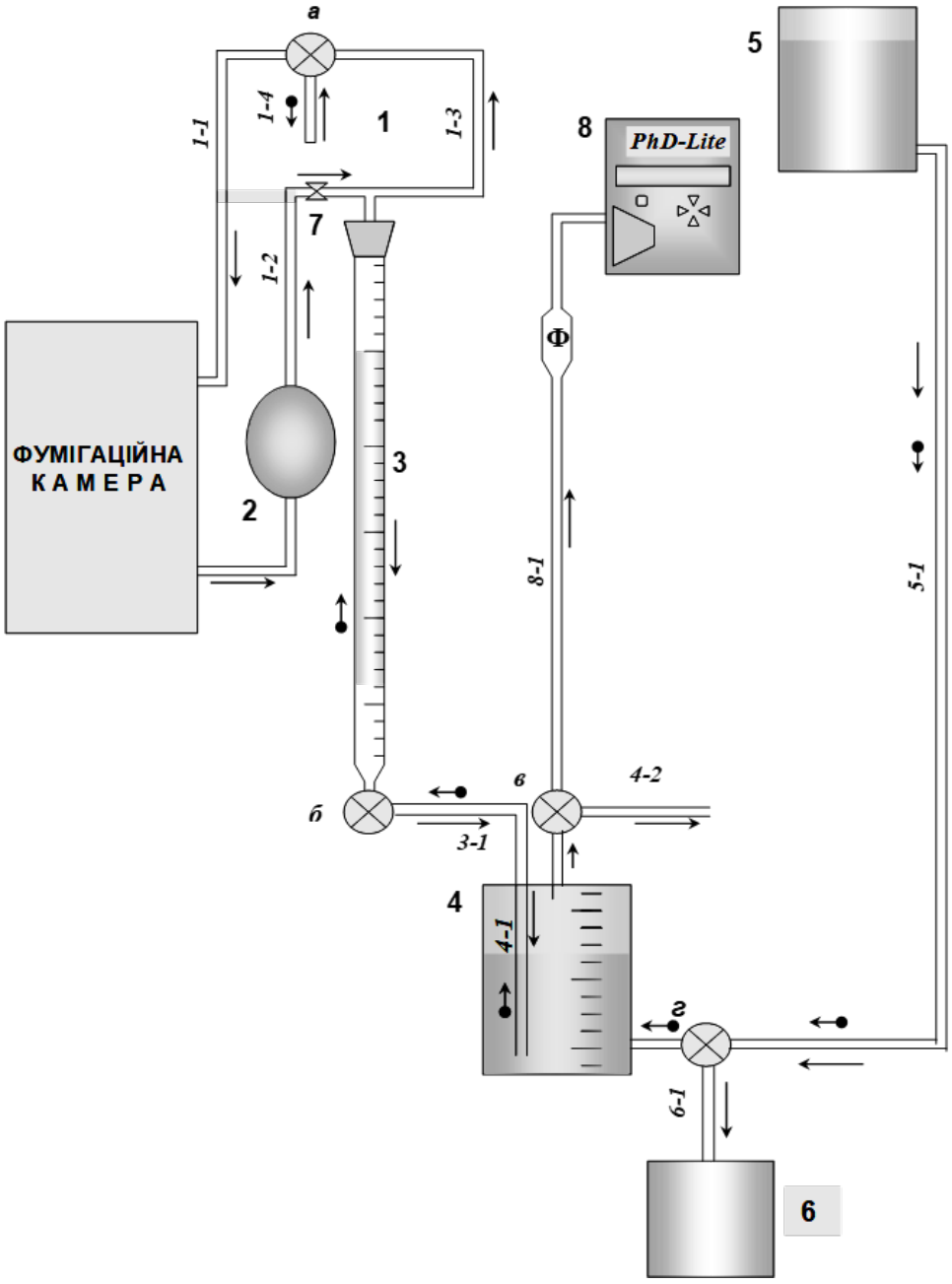


Рис. 1. Пристрій для вимірювання високих концентрацій фосфіну

Примітки:

1 – система подачі газу та повітря, яка складається з трубок (з внутрішнім діаметром 4 мм) ***1-1, 1-2*** (еластичні), ***1-3*** (скляна), та трубки ***1-4*** (скляна);

2 – гумова груша;

3 – вимірювальна бюретка об'ємом 25 мл і ціною поділки 0,1 мл;

4 – закрита скляна ємність об'ємом 2500 мл і ціною поділки 100 мл;

5, ***6*** – відкриті скляні ємності об'ємом 2500 мл;

7 – затискач;

8 – сенсорний електронний газоаналізатор PhD-Lite з фільтром (Ф)

4-1 – скляна сифонна трубка (з внутрішнім діаметром 4 мм)

5-1, 6-1, 3-1, 8-1 – еластичні трубки (з внутрішнім діаметром 4 мм)

крани (⊗) ***а***, ***в***, ***г*** – триходові, ***б*** – двоходовий,

– напрямок води та повітря при заповненні системи водою

– напрямок потоків газу, повітря і води в процесі розбавлення проби газу та заміру концентрації

електронної фізики Національної академії наук України в 2021–2022 роках.

Досліди проводили в лабораторних умовах у фумігаційних камерах (ємністю 30 літрів), а також застосовували прилади для виміру концентрації фумігантів – газоаналізатор PhD–Lite, інтерферометр ШІ–11, розроблений нами пристрій [8] для отримання та дозування газів і виміру високих концентрацій фосфіну (рис), гігрометр психрометричний ВІТ–1 та інше необхідне лабораторне устаткування.

При проведенні лабораторних досліджень суміші фосфіну з вуглекислим газом застосовували розроблений нами дозатор для нейтрального газу, який забезпечував необхідне дозування в об'ємі 200–2500 мл.

Матеріал досліджень – препаративна форма фосфіну «Магтоксин» (таблетовидна форма) виробництва Detia Degesch GmbH, вуглекислий газ в балонах.

Ефективність дії фосфіну у суміші з вуглекислим газом визначали за формулою Аббота:

$$C\% = \frac{(P_k - P_0)}{P_k} * 100$$

де: *C%* – загибель шкідників, %;

$P_к$ – загибель шкідників у контролі, %;

$P_о$ – загибель шкідників у досліді, %.

Біоматеріал для дослідів відбирали з складських приміщень. Також для отримання достатньої кількості досліджуваного біоматеріалу розведення шкідників запасів проводили в лабораторних умовах. Імаго комірного довгоносика та вогнівок поміщали у ентомологічні садки із достатньою кількість корму (зерно пшениці, борошно, сухарі, сушені фрукти тощо). Садки, для більш інтенсивного розвитку комах і відкладання ними яєць, знаходились у термостаті при температурі +20–28°С, вологості 75–93%.

Виділення живих особин кліщів з поживного субстрату після фумігації, а також з контролю проводили за допомогою конусоподібних фототермоеклекторів Берлезе в модифікації Тульгрена за загальноприйнятою методикою в акарології [9].

По закінченню експозиції та дегазації за допомогою еклектора виділяли із субстрату живі особини з контрольних та дослідних садків і фіксували їх в 70% спиртовому розчині.

Далі підраховували виділену кількість особин кліщів під бінокуляром і визначали кількість особин кліщів на 1 грам субстрату за формулою:

$$n = \frac{N \times 100}{m}, \quad (1.1)$$

де *n* – кількість особин кліщів у 1 грам субстрату, особин, *N* – кількість особин кліщів у пробі, особин, *m* – маса проби, грамів.

Загибель кліщів у дослідах визначали за формулою:

$$E = 100 - (\frac{Д}{K}), \quad (1.2)$$

де *E* – загибель кліщів у досліді з урахуванням контролю, %, *Д* – кількість живих особин кліщів у 1 грамі субстрату в досліді після фумігації, особин, *К* – кількість живих особин кліщів у 1 грамі субстрату в контролі, особин.

Дослідження з сумішами газів (фосфіну з вуглекислим газом) були проведені на сублетальному рівні отруєння з метою виявлення синергізму газів або його відсутності.

Для цього проводили декілька варіантів досліду. Варіантами кожного досліду були: *досліджувана суміш газів* (фосфіну з вуглекислим газом), *еталон* (окрема дія фосфіну) та *контроль* (нефуміговані шкідники, які витримуються за тих же температур, що й фуміговані). Після завершення фумігації проводили облік особин та визначали середні значення загибелі комах. Значення синергізму газів встановлювали при визначенні різниці загибелі комах між *сумішшю газів* та *еталоном.*

Результати досліджень. Дослідження проводили в широкому діапазоні концентрацій. Були випробуванні три рівні концентрації фосфіну, а саме: високі концентрації фосфіну в межах 1,20–1,25 г/м^3, середні – в межах 0,81–0,85 г/м^3 та низькі – 0,49–0,57 г/м^3.

Згідно отриманих нами результатів досліджень встановлено, що у суміші з фосфіном оптимальною концентрацією вуглекислого газу є концентрація в межах 110–130 г/м^3 (або 5,5–6,5% від загального об'єму повітря) [10].

Результати досліджень засвідчили наявність впливу концентрацій фосфіну у суміші вуглекислим газом на синергізм ефективності газів у суміші проти рухомих стадій комірних кліщів.

Таблиця 1

Токсична дія фосфіну як його окремої дії, так і у суміші з вуглекислим газом проти рухомих стадій комірних кліщів роду *Acarus* та *Tyrophagus* (лабораторні досліди, 2016, 2021–2022 рр.)

Варіант	Параметри фумігації			Загибель кліщів,%	Синергізм газів,%
	концентрація, г/м^3		експозиція, год.		
	PH_3*	CO_2**			
Фумігація при температурі 23 °С					
PH_3* (еталон)	1,20	-	24	94,3±2,75	**0,7±0,21**
PH_3+CO_2***	1,21	115,93		95,4±1,54	
PH_3* (еталон)	0,85	-	24	67,3±2,60	**4,1±0,57**
PH_3+CO_2***	0,84	118,70		71,4±3,03	
PH_3* (еталон)	0,54	-	24	28,3±1,93	16,5±1,13
PH_3+CO_2***	0,57	116,20		44,8±2,46	

Примітки: PH_3* – фосфін; CO_2** – вуглекислий газ; PH_3+CO_2*** – суміш фосфіну і вуглекислого газу.

Таблиця 2

Токсична дія фосфіну як його окремої дії, так і у суміші з вуглекислим газом проти шкідників запасів роду *Sitophilus* та *Ephestia* (лабораторні досліди, 2016, 2021–2022 рр.)

Варіант	Параметри фумігації			Загибель шкідників,%	Синергізм газів, %
	концентрація, г/м³		експозиція, год.		
	PH_3*	CO_2**			
Фумігація при температурі 18°С проти імаго роду *Sitophilus granarius*					
PH_3* (еталон)	1,23	-	16	86,3±3,82	**5,5±1,13**
PH_3+CO_2***	1,25	115,93		91,8±3,37	
PH_3* (еталон)	0,86	-	16	75,3±2,60	**4,5±0,89**
PH_3+CO_2***	0,84	118,70		79,8±3,03	
PH_3* (еталон)	0,48	-	16	58,7±3,31	**4,3±0,67**
PH_3+CO_2***	0,46	116,20		54,4±1,86	
Фумігація при температурі 18°С проти гусениць роду *Ephestia kuehniella*					
PH_3* (еталон)	1,24	-	10	94,1±3,82	**4,6±1,13**
PH_3+CO_2***	1,20	115,93		98,7±2,27	
PH_3* (еталон)	0,84	-	10	84,5±2,93	**8,9±0,89**
PH_3+CO_2***	0,91	118,70		93,4±4,03	
PH_3* (еталон)	0,49	-	10	62,5±3,61	**7,1±1,13**
PH_3+CO_2***	0,51	116,20		69,6±1,63	

Примітки: PH_3* – фосфін; CO_2** – вуглекислий газ; PH_3+CO_2*** – суміш фосфіну і вуглекислого газу

Оптимальними концентраціями фосфіну у суміші за яких виявляли їх високу ефективність при температурі (23 ^{0}С) були концентрації в межах 1,20–1,21 г/м³ проти кліщів роду *Acarus* і *Tyrophagus*, при яких їх загибель була на рівні 95,4±3,35%. Проте, і в еталоні за аналогічних концентрацій загибель кліщів була також висока – 94,7%. Тобто синергізм газів відмічали лише на рівні 0,7% (табл. 1).

Високий показник синергізму газів (16,5%) спостерігали лише при застосуванні низьких концентрацій фосфіну в межах 0,54–0,57 г/м³. Проте за таких параметрів загибель кліщів була низькою – на рівні 28,3±2,78% (еталон) та 44,8±1,68% (суміш газів).

Застосування середніх концентрацій фосфіну у суміші з вуглекислим газом проти кліщів не дало значного ефекту. Так, за концентрацій фосфіну в межах 0,84–0,85 г/м³, синергізм газів становив лише 4,1%, а акарицидна ефективність фосфіну не перевищувала 71,36±4,17% (табл. 1).

Отримані нами результати досліджень підтверджують дані Закладного Г. А., який вивчав токсичну дію фосфіну проти найбільш поширеного виду – *Acarus siro,* в тім, що 100% загибель рухомих стадій комірних кліщів досягається при застосуванні високого токсичного навантаження даного фуміганту [11].

Автор акцентує увагу на те, що необхідно застосовувати не лише тривалі експозиції, але й високі концентрації фосфіну (не менше 1 г/м³), що не характерно для його токсичної дії даного фуміганту. Це пояснюється, ймовірно, через стійкість даних шкідників до фумігантів, у зв'язку з особливостями дихальної системи та покривів комірних кліщів.

Як і у випадку з кліщами з метою встановлення оптимальних концентрацій, які б забезпечували синергізм газів у суміші проти комах-шкідників, нами були проведені дослідження в широкому діапазоні концентрацій фосфіну.

Оптимальними концентраціями фосфіну, при якій, водночас, відмічались як і синергізм газів так і висока їх ефективність проти комірного довгоносика, є концентрації в межах 1,23–1,25 г/м³. А саме, відмічали високий показник загибелі шкідника при дії сумішей газів – 91,8±3,37% та синергізм на рівні 5,5%. Застосування нижчих концентрацій фосфіну у суміші з вуглекислим газом проти даного шкідника не прийнятне через його стійкість до фумігантів (табл. 2).

Так, при застосуванні концентрації в межах 0,84–0,86 г/м³ ефективність сумішей газів проти імаго даного шкідника становила – 79,8±3,03% та синергізм на рівні 4,5%.

Подібна тенденція відмічалась при застосуванні низьких концентрацій у суміші. А саме ефективність сумішей газів проти імаго даного шкідника становила – 54,4±1,86% та синергізм на рівні 4,3%.

Оптимальними концентраціями фосфіну, при якій, водночас, відмічались як і синергізм газів так і висока їх ефективність проти личинок *Ephestia kuehniella*, є концентрації в межах 0,84–0,91 г/м³. А саме, відмічали загибель – 93,4±4,03% та синергізм газів на рівні 8,9%. Застосування високих концентрацій проти даного шкідника є економічно необґрунтованим, оскільки ефективність сумішей газів та синергізм становили на рівні – 98,7±2,27% та 4,6% відповідно.

Застосування низьких концентрацій фосфіну у суміші неефективна порівняно з вище наведеними, оскільки загибель шкідника була на рівні лише 69,6±1,63, синергізм газів – 7,1%.

Подібні концентрації фосфіну наведені і в бюлетені Європейської та Середземноморської організації захисту рослин при фумігації проти шкідників запасів [12; 13]. Отже, для порівняння запропоновані нами концентрації фосфіну у суміші газів є цілком прийнятними.

Таким чином, на відміну від кліщів, при застосуванні сумішей газів проти комах-шкідників водночас, відмічались як і синергізм газів так і їх ефективність.

Отримані результати свідчать про необхідність проведення подальших досліджень, зокрема дослідження впливу тривалості експозиції фумігації та температури на показник синергізму газів, адже відомо, що саме збільшення тривалості експозиції та підвищення температури можуть суттєво впливати на синергізм газів та їх ефективність проти шкідників [2, 11].

Висновки

1. При дії суміші газів з концентраціями фосфіну в межах 1,20–1,21 г/м^3 спостерігали загибель рухомих стадій кліщів роду *Acarus* і *Tyrophagus* на рівні 95,4±3,35%. Проте, і в еталоні за аналогічних концентрацій загибель кліщів була також висока – 94,7%. Тобто синергізм газів відмічали лише на рівні 0,7%.

Високий показник синергізму газів (16,5%) спостерігали лише при застосуванні низьких концентрацій фосфіну в межах 0,54–0,57 г/м^3. Проте за таких параметрів загибель кліщів була низькою – на рівні 28,3±2,78% та 44,8±1,68%.

Застосування середніх концентрацій фосфіну у суміші з вуглекислим газом проти кліщів не дало значного ефекту.

2. Оптимальними концентраціями фосфіну, при яких, водночас, відмічались як і синергізм газів, так і висока їх ефективність проти комірного довгоносика, є концентрації в межах 1,23–1,25 г/м^3. А саме, відмічали високий показник загибелі шкідника – 91,8±3,37% та синергізм на рівні 5,5%. Застосування нижчих концентрацій фосфіну у суміші з вуглекислим газом проти даного шкідника не прийнятне через його стійкість до фумігантів.

Оптимальними концентраціями фосфіну, при якій, водночас, відмічались як і синергізм газів так і висока їх ефективність проти личинок *Ephestia kuehniella*, є концентрації в межах 0,84–0,91 г/м^3. Тобто, відмічали високу ефективність сумішей газів – 93,4±4,03% та синергізм на рівні 8,9%. Застосування високих концентрацій фосфіну у суміші проти даного шкідника є економічно необґрунтованим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Resistance to phosphine in Sitophilus oryzae in Australia: A national analysis of trends and frequencies over time and geographical spread / Holloway J. C., Falk M. G., Emery R. N., Collins P. J. Nayak M. K. *Journal of Stored Products Research.* October 2016. Vol. 69. P. 129–137. doi.org/10.1016/j.jspr.2016.07.004
2. Training manual / Boye J., Ignatowicz S., Lange H., Muck O., Mueller D., Navarro S., Sotiroudas V. Munich: Dow AgroScience, 2006. 99 p.
3. Сучасні проблеми знезараження підкарантинної продукції в Україні / Клечковський Ю. Е., Черней Л. Б., Ящук В. У., Нямцу Є. Ф. *Вісник аграрної науки.* 2016. № 2. С. 11–14. doi.org/10.31073/agrovisnyk201602-03
4. Клечковський Ю. Е., Нямцу Є. Ф. Контроль чисельності картопляної молі за використання меброкарбонових сумішей. *Вісник аграрної науки*. 2020. Том 98. № 1. С. 32–38. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202001-05
5. Rajendran, Somiahnadar. Insect Pest Management in Stored Products *Outlooks on Pest Management.* 2020. Vol. 31. N. 1. P. 24–35. DOI: https://doi.org/10.1564/v31_feb_05
6. Combinatory effect of ethyl formate and phosphine fumigation on *Pseudococcus longispinus* and *P. orchidicola* (Hemiptera: Pseudococcidae) mortality and phytotoxicity to 13 foliage nursery plants / Sung Woo Cho, Hyun Kyung Kim, Bong-Su Kim, Jeong-Oh Yang, Gil-Hah Kim. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 2020. Vol. 23. Issue 1. P. 152–158. doi.org/10.1016/j.aspen.2019.11.005
7. Романко В. О. Перспективи застосування сумішей газів у фумігації зернобобової продукції проти карантинних видів роду *Callosobruchus*. *15 міжнародна наукова конференція* «*Ужгородські ентомологічні читання – 2015*» (тези доповідей). м. Ужгород, 25–27 вересня 2015 р. Ужгород : Видавництво Уж-НУ. С. 66. URL: https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/4194/1/UER_2015-proceedings.pdf
8. Мамонтов В. А., Романко В. О. Патент. 48293 UA, МПК C01B25/06 (2006.01), G01N7/00 (2006.01) Пристрій для вимірювання високих концентрацій фосфіну; *заявник Закарпатський територіальний центр карантину рослин Інституту захисту рослин Української аграрної академії наук*. № u 200910100; заявл. 5.10.2009; опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5, 2010 р. URL: https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/34646?locale=ru
9. Гиляров М. С. Определитель обитающих в почве клещей *Sarcoptiformes*. М.: Наука. 1975. С. 416–476.
10. Романко В. О., Мамонтов В. А., Секун М. П. Застосування сумішей газів у фумігації свіжих фруктів. *Ентомологічна наукова конференція присвячена 60-й річниці створення Українського ентомологічного товариства «Сучасні проблеми ентомології» (тези доповідей)*. м. Умань, 12–15 жовтня 2010 р. С. 146–147.
11. Закладной Г. А. Может ли фосфин одолеть хлебных клещей. *Защита и карантин растений.* 2003. № 9. С. 46–47.
12. Phosphine fumigation of dried fruits and nuts to control various stored product insects 2012. Bulletin OEPP/Bulletin. 42 (3). P. 504–506.
13. Phosphine fumigation of stored products to control Trogoderma granarium. 2012. Bulletin OEPP/Bulletin. 42 (3). P. 501–503.

REFERENCES:

1. Holloway J. C., Falk M. G., Emery R. N., Collins P. J. Nayak M. K. (2016). Resistance to phosphine in *Sitophilus oryzae* in Australia: A national analysis of trends and frequencies over time and geographical spread *Journal of Stored Products Research.* Vol. 69. P. 129–137. doi.org/10.1016/j.jspr.2016.07.004
2. Boye J., Ignatowicz S., Lange H., Muck O., Mueller D., Navarro S., Sotiroudas V. *Training manual.* Munich: Dow AgroScience, 2006. 99 p.
3. Klechkovskyi Yu. E., Chernei L. B., Yashchuk V. U., Niamtsu Ye. F. (2016). Suchasni problemy znezarazhennia pidkarantynnoi produktsii v Ukraini [Modern problems of decontamination of quarantined products in

Ukraine]. *Bulletin of Agricultural Science.* N. 2. P. 11–14. doi.org/10.31073/agrovisnyk201602-03 [In Ukrainian]
4. Klechkovskyi Yu. E., Niamtsu Ye. F. (2020). Kontrol chyselnosti kartoplianoi moli za vykorystannia mebrokarbonovykh sumishei [Control of the number of potato moth using mebrocarbon mixtures]. *Bulletin of Agricultural Science*. Vol. 98. № 1 С. 32–38. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202001-05 [In Ukrainian]
5. Rajendran, Somiahnadar (2020). Insect Pest Management in Stored Products *Outlooks on Pest Management.* Vol. 31. N. 1. P. 24–35. DOI: https://doi.org/10.1564/v31_feb_05
6. Sung Woo Cho, Hyun Kyung Kim, Bong-Su Kim, Jeong-Oh Yang, Gil-Hah Kim (2020). Combinatory effect of ethyl formate and phosphine fumigation on *Pseudococcus longispinus* and *P. orchidicola* (Hemiptera: Pseudococcidae) mortality and phytotoxicity to 13 foliage nursery plants. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. Vol. 23. Issue 1. P. 152–158. doi.org/10.1016/j.aspen.2019.11.005
7. Romanko V. O. (2015). Perspektyvy zastosuvannia sumishei haziv u fumihatsii zernobobovoi produktsii proty karantynnykh vydiv rodu Callosobruchus [Prospects for the use of gas mixtures in the fumigation of grain and leguminous products against quarantine species of the genus *Callosobruchus*]. 15th international scientific conference “Uzhhorod entomological readings – 2015” (abstracts of reports). September 25–27, Uzhgorod, 2015. P. 66. URL: https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/4194/1/UER_2015-proceedings.pdf [In Ukrainian]
8. Patent. 48293 UA, МПК C01B25/06 (2006.01), G01N7/00 (2006.01) Mamontov. V. A., Romanko V. O. Prystrii dlia vymiriuvannia vysokykh kontsentratsii fosfinu [Device for measuring high concentrations of phosphine]. *The applicant is the Transcarpathian Territorial Plant Quarantine Center of the Plant Protection Institute of the Ukrainian Agrarian Academy of Sciences*. № u 200910100; was filled 5.10.2009; was published 10.03.2010. Bulletin № 5, 2010 p. [In Ukrainian]
9. Gilyarov M. S. (1975). Opredelitel obitayuschih v pochve kleschey Sarcoptiformes [Key to soil-dwelling mites Sarcoptiformes]. Moscow: Nauka. P. 416–476 [In Russian].
10. Romanko V. O., Mamontov V. A., Sekun M. P. (2010). Zastosuvannia sumishei haziv u fumihatsii svizhykh fruktiv. [Application of gas mixtures in fumigation of fresh fruits]. *Entomological scientific conference dedicated to the 60th anniversary of the Ukrainian Entomological Society* “Contemporary problems of entomology” (abstracts of reports). Uman, October 12-15, 2010. P. 146–147. [In Ukrainian]
11. Zakladnoy G. A. (2003). Mozhet li fosfin odolet hlebnyih kleschey. [Can phosphine overcome bread mites]. *Protection and quarantine of plants*. № 9. С. 46–47. [In Russian]
12. Phosphine fumigation of dried fruits and nuts to control various stored product insects (2012). Bulletin OEPP/Bulletin 42(3), 504–506.
13. Phosphine fumigation of stored products to control Trogoderma granarium (2012) Bulletin OEPP/Bulletin 42 (3), 501–503.

Романко В.О., Дудинська А.Т. Синергізм суміші фосфіну та вуглекислого газу при фумігації проти хлібних шкідників запасів

Робота присвячена пошуку альтернатив бромистому метилу – універсального фуміганта, який був обмежений у застосуванні на вимогу Монреальського протоколу. В статті наведені результати токсичної дії сумішей газів фосфіну з вуглекислим газом проти комірних кліщів та комах-шкідників.

Мета: встановити синергізм суміші фосфіну та вуглекислого газу у різних їх концентраціях способом фумігації проти хлібних шкідників запасів (Coleoptera: роду *Sitophilu*s; Lepidoptera: роду *Ephestia*; комірних кліщів роду *Acarus* і *Tyrophagus*).

Методи. *Об’єкти досліджень.* Комахи-шкідники родів *Sitophilus* та *Ephestia*; комірні кліщі роду *Acarus* і *Tyrophagus*.

Матеріал досліджень – препаративна форма фосфіну «Магтоксин» (таблетовидна форма) виробництва Detia Degesch GmbH, вуглекислий газ у балонах.

Методи: аналітичний огляд по тематиці досліджень вітчизняних та зарубіжних науковців, чинній нормативно-правовій базі у галузі знезараження; аналіз біологічних особливостей комах-шкідників та комірних кліщів; експериментальний – варіювання різних концентрацій фосфіну для встановлення синергізму фуміганта із вуглекислим газом у лабораторних умовах за відповідного обладнання; математико-статистичний – за допомогою комп’ютерних математичних функцій, вбудованих у програму Microsoft Excel 2003.

Результати. Оптимальними концентраціями фосфіну проти комах–шкідників, при якій, водночас, відмічався як і його синергізм з вуглекислим газом, так і висока ефективність, є концентрації в межах 0,84–0,91 г/м^3, за яких загибель личинок *Ephestia kuehniella* становила на рівні – 93,4±4,03%, а синергізм – 8,9%.

При застосуванні сумішей газів з концентрацією фосфіну в межах 1,20–1,21 г/м^3 проти кліщів роду *Acarus* і *Tyrophagus*, спостерігали їх значну загибель на рівні 95,4±3,35%. Проте, і в еталоні за аналогічних концентрацій загибель кліщів була також висока – 94,7%. Отже синергізм газів відмічали лише на рівні 0,7%.

Висновки. На відміну від комірних кліщів, при застосуванні фосфіну з вуглекислим газом проти комах-шкідників водночас, відмічались як і синергізм газів так і їх ефективність.

Отримані результати свідчать про необхідність проведення подальших досліджень, зокрема дослідження впливу тривалості експозиції фумігації та температури, які можуть в значній мірі вплинути на показник синергізму газів.

Ключові слова: альтернатива бромистому метилу, комірні кліщі, комахи-шкідники.

Romanko V.O., Dudynska A.T. Synergism of a mixture of phosphine and carbon dioxide during fumigation against pests of grain stocks

The work is devoted to the search for alternatives to methyl bromide – a universal fumigant, which was restricted in use at the request of the Montreal Protocol. The article presents the results of the toxic action of mixtures of phosphine gases with carbon dioxide against storage mites and insect pests.

Purpose: to establish the synergism of a mixture of phosphine and carbon dioxide in different concentrations by means of fumigation against pests of grain stocks

(Coleoptera: genus *Sitophilus*; Lepidoptera: genus *Ephestia*; storage mites genus *Acarus* and *Tyrophagus*).

Methods. *Objects of research*. Insect pests of the genus *Sitophilus* and *Ephestia*; storage mites of the genus *Acarus* and *Tyrophagus*.

The research material is the preparative form of phosphine "Magtoxin" (tablet form) produced by Detia Degesch GmbH, carbon dioxide in cylinders.

Methods: analytical review of the research topics of domestic and foreign scientists, the current regulatory framework in the field of fumigation; analysis of biological characteristics of insect pests and storage mites; experimental – variation of different concentrations of phosphine to establish the synergism of the fumigant with carbon dioxide in laboratory conditions with appropriate equipment; mathematical and statistical – with the help of computer mathematical functions built into the Microsoft Excel 2003 program.

The results. The optimal concentrations of phosphine against insect pests, at which, both its synergism with carbon dioxide and high efficiency were noted at the same time, are concentrations in the range of 0.84–0.91 g/m^3, at which the mortality of *Ephestia kuehniella* larvae amounted to levels – 93.4±4.03%, and synergism – 8.9%.

When gas mixtures with a phosphine concentration of 1.20–1.21 g/m^3 were used against storage mites of the genus *Acarus* and *Tyrophagus*, their significant mortality at the level of 95.4±3.35% was observed. However, under the action of phosphine without carbon dioxide in similar concentrations, the mortality of storage mites was also high – 94.7%. Thus, gas synergism was noted only at the level of 0.7%.

Conclusions. Unlike storage mites, when using phosphine with carbon dioxide against insect pests at the same time, both the synergism of the gases and their effectiveness were noted.

The obtained results indicate the need for further research, in particular the study of the influence of the duration of exposure to fumigation and temperature, which can significantly affect the gas synergism indicator.

Key words: alternative to methyl bromide, storage mites, insect pests.

УДК 631
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.16

ЗМІНИ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ҐРУНТУ ВНАСЛІДОК ПІДКИСЛЕННЯ ПІД ЧАС ВИГОТОВЛЕННЯ СТАНДАРТНИХ ЗРАЗКІВ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ-МЕТАЛІВ

СЕМЕНЦОВА К.О. – провідний інженер
orcid.org/0000-0002-4898-0314
Навчально-науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

Постановка проблеми. Стандартний зразок ґрунту, з відомим вмістом мікроелементів-металів, необхідний для рутинної роботи в лабораторіях. Використання таких зразків забезпечує якість виконання аналітичних робіт.

Виготовлення стандартних зразків ґрунту потребує особливої уваги, що до ґрунтового матеріалу. Ґрунт – складний об'єкт дослідження, це обумовлено особливостями його фізико-хімічних властивостей та вмістом мікроелементів. При визначенні в ґрунтах доступної для рослин форм мікроелементів необхідно враховувати, те що їх вміст в ґрунтах досить невеликий, а якість результатів аналізу ґрунту характеризується точністю отриманих результатів.

Існує проблема більш точного визначення вмісту мікроелементів-металів, концентрація яких відповідає фоновому рівню. Використання таких стандартних зразків дозволяє визначати концентрацію мікроелементів-металів без додаткового концентрування, що зменшує похибку визначення і дає можливість працювати з маленькими наважками.

В деяких випадках стандартний зразок ґрунту, атестований на вміст мікроелементів-металів може бути штучно створений методом добавок за ДСТУ-Н ISO Guide 35 [1]. Особливості застосування методу введення добавок полягає в необхідності досягнення комутабельності (термін *«комутабельності (commutability)»* означає властивість матеріалу, що забезпечує правильність одержуваних результатів на будь-якому етапі дослідження), достатньої однорідності і стабільності ґрунтового матеріалу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом необхідність підтвердження технічної компетентності вимірювальних лабораторій набуває все більшого значення в зв'язку з прийняттям цілого ряду нормативних документів, направлених на гармонізацію національного законодавства з міжнародним. Для реалізації на практиці принципів, закладених в законах України «Про технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» від 05.06.2014 року, «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 05.06.2014 року, «Про державний контроль за використанням та охороною земель» від 19.06.2003 року, перш за все, необхідно, щоб використовувана інформація була достовірною.

Складовою частиною забезпечення якості аналітичних робіт є використання стандартних зразків складу речовин. В світі такі зразки називають сертифікованими референтними матеріалами (certified reference material – CRM). CRM – матеріал, достатньо однорідний та стабільний щодо певних властивостей для того, щоб використовувати його під час вимірювання або оцінювання якісних властивостей у відповідності з передбачуваним призначенням.

У провідних країнах, наприклад, у США (NIST (the National Institute of Standards and Technology) – Національний інститут еталонів та технологій); Німеччині (BAM (Federal Institute for Materials Research and Testing) – Федеральний інститут дослідження матеріалів та випробувань), Великобританії, Бельгії (Спільний дослідницький центр європейської комісії в будинку науки сервісу), Італії, Китаї протягом 20 років розробляються стандартні зразки ґрунтів атестовані на вміст мікроелементів-металів. В Україні такі стандартні зразки було виготовлено ДУ «Інститут охорони ґрунтів» але їхнє використання обмежується значеннями похибок атестованих метрологічних характеристик, що, згідно з технічною документацією, перевищують 20%. Використання закордонних стандартних зразків, атестованих на вміст мікроелементів-металів у наукових дослідженнях в Україні та у повсякденній практиці вимірювальних лабораторій ускладнюється необхідністю проходження процедури визнання таких стандартних зразків як національних та надзвичайно високою ринковою вартістю.

Кожен стандартний зразок має конкретну сферу застосування, яка визначає вимоги до його якості. В країнах Євросоюзу та США СЗ складу речовин і матеріалів виготовляють з природних матеріалів, аналогічних потенційним об'єктам випробувань, виконуючи їх метрологічну атестацію за показниками якості та токсикологічними показниками. Існує також проблема більш точного визначення вмісту мікроелементів-металів, концентрація яких відповідає фоновому рівню. Використання таких стандартних зразків дозволяє визначати концентрацію мікроелементів-металів без додаткового концентрування, що зменшує похибку визначення і дає можливість працювати з маленькими наважками.

Мета статті. Створити методичний підхід щодо процедури приготування стандартних зразків ґрунту з відомим вмістом мікроелементів-металів методом добавки. Та дослідити вплив нітратних солей на гранулометричний склад під час цієї процедури.

Об'єкти та методи. Об'єктом дослідження було обрано ґрунтовий матеріал чорнозему типового важкосуглинкового (поверхневий шар 0–30 см) відібраного з однієї з контрольних ділянок дослідного поля ДП «ДГ «Граківське»» ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського».

Процедура виготовлення стандартних зразків з відомим вмістом мікроелементів-металів передбачає: відбір ґрунтового матеріалу, внесення мікроелементів в ґрун-

товий матеріал методом «добавки», висушування та подрібнення.

Ґрунтовий матеріал пройшов такі етапи підготовки за ДСТУ ISO 10381-1:2004 [9], а саме сушіння, подрібнення, просіювання.

Висушування ґрунтового матеріалу проводили у спеціально відведеному приміщенні. Обов'язковою вимогою до приміщення у цьому випадку є низька вологість повітря та якісна примусова вентиляція [10].

Лабораторний дослід полягав у тому що у відібраний ґрунтовий зразок додаються елементи-метали у вигляді молярних розчинів нітратів таких солей: $Cu(NO_3)_2 \cdot 3\ H_2O$, $Co(NO_3)_2 \cdot 6\ H_2O$, $Mn(NO_3)_2 \cdot 6\ H_2O$ $Zn(NO_3)_2 \cdot 6\ H_2O$ із розрахованим вмістом елементів, який більше від їх фонового значення у 2,5 разів. Дослід проводився протягом року з підтримання постійної вологи [2]. Оскільки, вологість ґрунту впливає на розчинність, переміщення та ефективне накопичення мікроелементів-металів.

На рисунку 1 процес приготування розчинів для внесення мікроелементів.



Рис. 1. Реактиви та їх розчини

Наступним етапом було внесення розчинів нітратів мікроелементів металів в ґрунтові проби. Ґрунт було розфасовано по 2 кг (Рис. 2).

Ретельно перемішавши, внесли необхідну кількість мікроелементів (Рис. 3). Після чого помістили підготовлений ґрунт в пластикові контейнери для подальшого компостування (Рис. 4, Рис. 5).

Після року компостування було проведено відбір зразків. З кожного варіанту досліду відібрано приблизно 100 г ґрунту. Після цього визначено вміст в ґрунті рухомих форм мікроелементів за: [4; 3; 5; 6], та визначено гранулометричний склад ґрунту методом піпетки за модифікації А.Н. Качинського [7].

Результати та обговорення. На малюнках 6 та 7 наведено дані до та після року компостування вмісту мікроелементів-металів в ацетат-амонійній буферній витяжці і гранулометричного складу.

Аналізуючи отримані дані (табл. 1 та рис. 6), бачимо що Co збільшився 1,6 разів, Cu – 7,9 разів, Mn – 2,22 разів, Zn 100,4 разів. Все це можна пояснити тим, що основна частина мікроелементів легких мінералів в більшості ґрунтів входить не в решітки легких мінералів, а в плівки, котрі їх покривають, що мікроелементи накопичуються в глинистих мінералах ґрунту так, що частка мікроелементів у мулистій фракції досягає половини і більше від їх загального вмісту, і концентрація, наприклад, Mn у складі плівок легких мінералів в 4–15 разів, а Cu в оксидних залізистих плівках майже вдвічі більша, ніж концентрація елементів в ґрунтах в цілому. А такий елемент як Zn присутній у силікатах, заміщуючи магній, і при кислому середовищі він стає найбільш рухомим [2]. Істотна частка мікро-



Рис. 2. Розфасування ґрунтового зразка



Рис. 3. Внесення мікроелементів металів в ґрунтовий зразок



Рис. 4. Перенесення ґрунту з відомим вмістом мікроелементів в контейнер



Рис. 5. Загальний вид зразків ґрунту

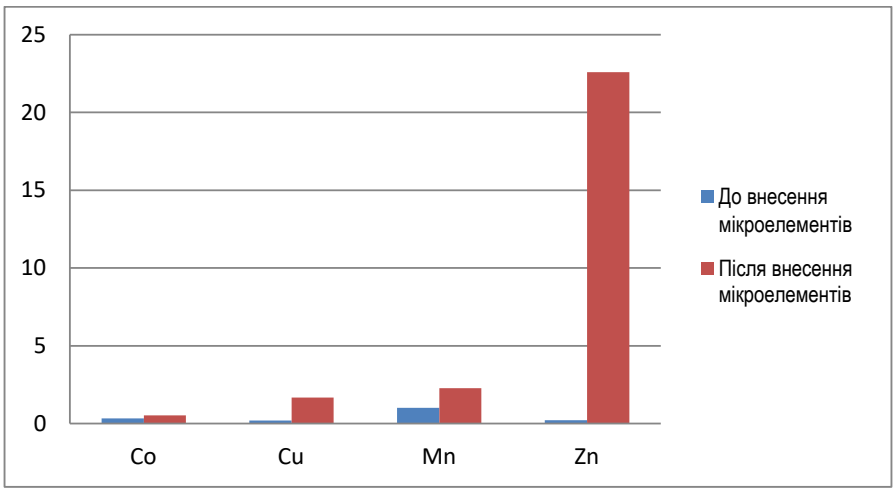


Рис. 6. Вміст мікроелементів-металів за ДСТУ 4770.1,2,5,6:2007, мг/кг

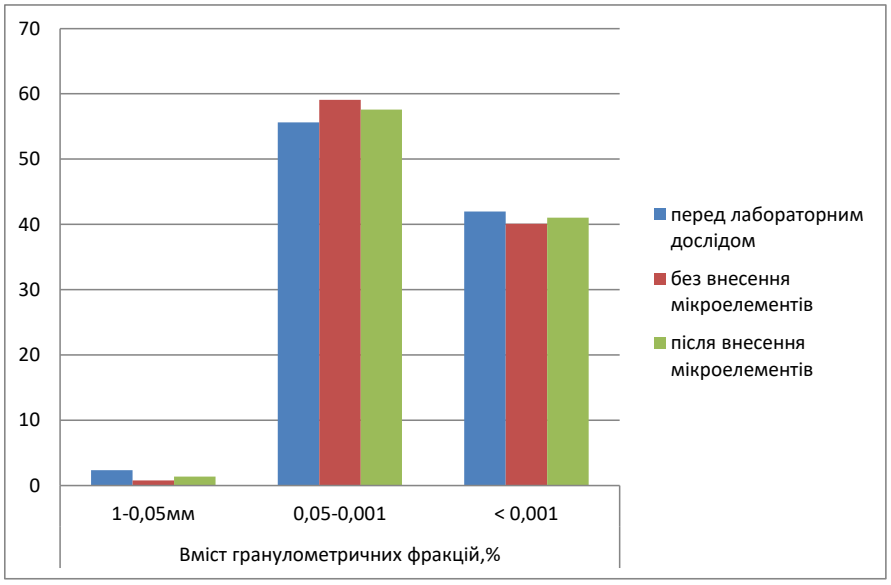


Рис. 7. Гранулометричний склад ґрунту за ДСТУ 4730:2007, %

елементів в ґрунтах – 30–60% від загального запасу в ґрунті – утримується його дрібними, тонкодисперсними фракціями.

Тобто після внесення розчинів солей ми підкислили ґрунтовий зразок, і тим самим зруйнували тонкодисперні фракції. На основі цих досліджень було прийнято рішення дослідити чи змінився гранулометричний склад ґрунту під час проведення аналізу. На рисунку 7 представлені отримані результати.

З отриманих результатів ми бачимо що фракції 1–0,05 мм зменшились від 67% – 41%, фракції 0,05–0,001 збільшилися 6,2% – 3,5%, фракції < 0,001 зменшились 4,5% – 2,3%.

Отже, внесення в ґрунтовий матеріал нітратних солей таких мікроелементів як кобальт, купрум, марганець та цинк впливає на гранулометричний склад, зменшивши його тонкодисперсні фракції (<0,001 мм) та зменшивши фракції фізичного піску (1–0,05 мм). Це дає нам можливість стверджувати що, під впливом солей зруйнувалися легкі та глинисті мінерали ґрунту, і частка мікроелементів у ґрунтовому матеріалі збільшився у 7,9 разів – Cu, та 100,4 разів – Zn.

Висновки.

Встановлено, що можна використовувати нітратні солі при приготуванні ґрунтового матеріалу для виготовлення стандартних зразків, з відомим вмістом мікроелементів-металів методом добавок. Це підтверджено збільшенням Co – 1,6 разів, Cu – 7,9 разів, Mn – 2,22 разів, Zn – 100,4 разів.

Створено методичний підхід щодо процедури приготування стандартних зразків ґрунту з відомим вмістом мікроелементів-металів методом добавки.

Встановлено, що використання солей впливає на зміну гранулометричного складу під час процедури приготування стандартного зразку ґрунту з відомим вмістом мікроелементів-металів методом добавки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. ДСТУ-Н ISO Guide 35:2018 Референтні матеріали. Рекомендації з характеризування та оцінювання однорідності та стабільності (ISO Guide 35:2017, IDT). [НА ЗАМІНУ ДСТУ-Н ISO Guide 35:2006, чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2018. 96 с.
2. В.В. Медведев, Т.Н. Лактионова, Л.В. Донцова. Водные свойства почв Украины и валагообеспеченность сельськохозяйсвтенных культур. Харьков, 2011.
3. Кабата – Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М. : Мир, 1989. 438 с.
4. ДСТУ 4770.5:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кобальту в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з pH 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.
5. ДСТУ 4770.1:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з pH 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.
6. ДСТУ 4770.6:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з pH 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01/ Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.
7. ДСТУ 4770.2:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з pH 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.
8. ДСТУ 4730:2007 Якість ґрунту. Визначення гранулометричного складу методом піпетки за модифікації А.Н. Качинського. [Чинний від.2008-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.
9. ДСТУ ISO 10381-1:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб (ISO 10381-1:2002, IDT) [Чинний від 2006-04-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 31 с.
10. Розробка наукових і прикладних основ створення і впровадження стандартних зразків складу та властивостей ґрунтів: звіт про НДР (заключний) / ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського»; керів. Балюк С.А.; викон.: Бородіна Я.В. [та ін.]. Харків. 2010. 34 с.

REFERENCES:

1. Referentni materialy. Rekomendatsii z kharakteryzuvannia ta otsiniuvannia odnoridnosti ta stabilnosti [Reference materials. Recommendations for characterizing and evaluating homogeneity and stability]. (2018). DSTU-N ISO Guide 35:2018 (ISO Guide 35:2017, IDT) from 01 January 2020. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
2. Medvedev V.V., Laktyonova T.N., Dontsova L.V. (2011). Vodnyie svoystva pochv Ukrainyi i valagoobespechennost selskohozyaysvtennyih kultur [Water properties of soils in Ukraine and moisture supply of agricultural crops]. Kharkiv [in Russian].
3. Kabata – Pendyas A., Pendyas Kh. (1989). Mikroelementyi v pochvah i rasteniyah [Microelements in soils and plants]. Moscow : Mir [in Russian].
4. Yakist gruntu. Vyznachennia vmistu rukhomykh spoluk kobaltu v grunti v bufernii amoniino-atsetatnii vytiazhtsi z pH 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii [Soil quality. Determination of the content of mobile cobalt compounds in the soil in a buffer ammonium acetate extract with pH 4.8 by the method of atomic absorption spectrophotometry]. (2007). DSTU 4770.5:2007 from 01 January 2009. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
5. Yakist gruntu. Vyznachennia vmistu rukhomykh spoluk marhantsiu v grunti v bufernii amoniino-atsetatnii vytiazhtsi z pH 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii [Soil quality. Determination of the content of obile manganese compounds in the soil in a buffer ammonium acetate extract with pH 4.8 by the method of atomic absorption spectrophotometry]. (2007). DSTU 4770.1:2007 from 01 January 2009. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
6. Yakist gruntu. Vyznachennia vmistu rukhomykh spoluk midi v grunti v bufernii amoniino-atsetatnii vytiazhtsi z pH 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii [Soil quality. Determination of the content of mobile copper compounds in the soil in a buffer ammonium acetate extract with pH 4.8 by the method of atomic absorption spectrophotometry]. (2007). DSTU 4770.6:2007 from 01 January 2009. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
7. Yakist gruntu. Vyznachennia vmistu rukhomykh spoluk tsynku v grunti v bufernii amoniino-atsetatnii vytiazhtsi z pH 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii [Soil quality. Determination of the content of mobile zinc compounds in the soil in a buffer ammonium acetate extract with pH 4.8 by the method of atomic absorption spectrophotometry]. (2007). DSTU 4770.2:2007 from 01 January 2009. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
8. Yakist gruntu. Vyznachennia hranulometrychnoho skladu metodom pipetky za modyfikatsii A.N. Kachynskoho [Soil quality. Determination of the granulometric composition by the pipette method with the modifications of A.N. Kaczynski]. (2007). DSTU 4730:2007 from 01 January 2008. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
9. Yakist gruntu. Vidbyrannia prob. Chastyna 1. Nastanovy shchodo skladannia prohram vidbyrannia prob [Soil quality. Sampling of samples. Part 1. Guidelines for drawing up sampling programs]. (2003). DSTU ISO 10381-1:2004 (ISO 10381-1:2002, IDT) from 01 April 2006. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
10. Baliuk S.A.; vykon.: Borodina Ya.V. [ta in.]. (2010). Rozrobka naukovykh i prykladnykh osnov stvorennia i vprovadzhennia standartnykh zrazkiv skladu ta vlastyvostei gruntiv: zvit pro NDR (zakliuchnyi) [Development of scientific and applied foundations for the creation and implementation of standard samples of soil composition and properties: report on the NDR (final)] Kharkiv : NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky" [in Ukrainian].

Семенцова К.О. Зміни гранулометричного складу ґрунту внаслідок підкислення під час виготовлення стандартних зразків мікроелементів-металів

Мета роботи. Дослідити вплив нітратних солей, таких елементів як кобальт, мідь, марганець та цинк на накопичення цих елементів-металів в ґрунті та чи змінюється його гранулометричний склад під час процедури приготування стандартного зразку ґрунту з відомим вмістом мікроелементів-металів методом добавки.

Об'єкт дослідження. Ґрунтовий матеріал для виготовлення стандартного зразка складу (вміст мікроелементів-металів) чорнозему типового важкосуглинкового (поверхневий шар 0–30 см) відібраного з однієї з контрольних ділянок дослідного поля ДП «ДГ «Граківське»» ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського».

Методи дослідження. Лабораторні методи досліджень. Підготовка ґрунтового зразка за ДСТУ-Н ISO Guide 35:2018 методом добавок. Для визначення гранулометричного складу ґрунту використовувався метод піпетки за модифікації А.Н. Качинського ДСТУ 4730: 2007. Для визначення вмісту мікроелементів-металів був використаний метод атомно-абсорбційної спектрофотометрії на приладі САТУРН–4 (виробник Україна) за ДСТУ 4770.1,2,5,6:2007.

Результати. Встановлено, що підкислення ґрунту нітратними солями, таких елементів як кобальт, мідь, марганець та цинк впливає на накопичення цих елементів-металів в ґрунті. Спостерігається зміна його гранулометричного складу під час процедури приготування стандартного зразку ґрунту з відомим вмістом мікроелементів-металів методом добавки.

Висновки. Встановлено, що можна використовувати нітратні солі при приготуванні ґрунтового матеріалу для виготовлення стандартних зразків, з відомим вмістом мікроелементів-металів методом добавок. Це підтверджено збільшенням Co – 1,6 разів, Cu – 7,9 разів, Mn – 2,22 разів, Zn – 100,4 разів.

Створено методичний підхід щодо процедури приготування стандартних зразків ґрунту з відомим вмістом мікроелементів-металів методом добавки.

Встановлено, що використання солей впливає на зміну гранулометричного складу під час процедури приготування стандартного зразку ґрунту з відомим вмістом мікроелементів-металів методом добавки.

Ключові слова: стандартний зразок, мікроелементи-метали, процедура приготування ґрунтового матеріалу.

Sementsova K.O. Changes in the granulometric composition of the soil due to acidification during the production of reference materials of microelements-metals

Purpose. To investigate the influence of nitrate salts, elements such as cobalt, copper, manganese and zinc on the accumulation of these elements-metals in the soil and whether its granulometric composition changes during the procedure of preparing a standard soil sample with a known content of trace elements-metals by the additive method.

Object. Soil material for the production of reference materials of the composition (content of trace elements-metals) of a typical heavy loamy chernozem (surface layer 0–30 cm) selected from one of the control plots of the experimental field of the SE "DG "Grakivske"" National Scientific Centre "Institute for Soil Science and Agriculture Researches n. a. O.N. Sokolovsky".

Methods. Laboratory research methods. Preparation reference materials of a soil according to DSTU-N ISO Guide 35:2018 by the method of additives. To determine the granulometric composition of the soil, the pipette method was used as modified by A.N. Kachynsky DSTU 4730:2007. To determine the content of trace elements-metals, the method of atomic absorption spectrophotometry was used on the SATURN-4 device (manufactured by Ukraine) according to DSTU 4770.1,2,5,6:2007.

Results. It has been established that acidification of the soil with nitrate salts, such elements as cobalt, copper, manganese and zinc affects the accumulation of these metal elements in the soil. A change in its granulometric composition is observed during the procedure of preparation of reference materials of soil with a known content of microelements-metals by the additive method.

Findings. It has been established that it is possible to use nitrate salts in the preparation of soil material for the production of reference materials with a known content of trace metal elements by the additive method. This is confirmed by the increase of Co – 1.6 times, Su – 7.9 times, Mn – 2.22 times, Zn – 100.4 times.

A methodical approach has been created regarding the procedure for preparing reference materials of soil with a known content of microelements-metals by the addition method.

It was established that the use of salts affects the change in particle size composition during the procedure of preparing a reference materials with a known content of trace elements-metals by the additive method.

Key words: reference materials, minerals, metals, soil preparation procedure material.

УДК 631.547:635.64:631.544.4
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.17

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОТЕНЦІАЛУ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІБРИДУ ПОМІДОРУ ТОЙВО F1 ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБУ ФОРМУВАННЯ РОСЛИНИ

СЕРГІЄНКО О.В. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-2754-306X
Інститут овочівництва і баштанництва
Національної академії аграрних наук України
СЄВІДОВ В.П. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-3826-5149
Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. Помідори є однією з провідних овочевих культур, як у світі так і в Україні. Загальне завдання вирощування овочевих культур у весняних плівкових теплицях полягає у виробництві якісної овочевої продукції не в сезон. Результати досліджень показують, що біорізноманіття помідорів, може сприяти задоволенню потреб в харчуванні постійно зростаючого населення, зводячи до мінімуму негативний вплив навколишнього середовища [1]. Як видно, із вищевикладеного, помідор є визначною овочевою рослиною і виробництво та споживання його мають неабияке важливе значення. Цим питанням приділяють значну увагу в усьому світі [2–4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирощування овочевих культур в захищеному ґрунті, для забезпечення населення свіжою овочевою продукцією, має вирішальне значення особливо навесні, коли потреба у вітамінах стоїть надзвичайно гостро. Взагалі овочі є одним з основних постачальників біологічно активних речовин, необхідних для повноцінного харчування людини. Вони дають організму багато вітамінів, клітковину, геміцелюлози, пектинові речовини, органічні кислоти, різні вуглеводи, мінеральні солі і ряд інших біохімічних з'єднань [5].

Плоди багаті вітамінами, мінералами, амінокислотами та пігментами і бідні на калорії, тому вважаються дуже корисними для людського організму [6]. Загальний смак помідора багато в чому визначається концентрацією цукрів і кислот [7]. На біохімічний склад плодів помідору впливає, серед іншого, становище плода у суцвітті. Плід у середині має найвищий вміст поліфенолів. Вміст цукру збільшується одночасно для плодів від основи до верхівки суцвіття, тоді як розмір плодів зменшується [9].

Сучасні дослідження культури помідора різноманітні, і зараз велика увага приділяється вдосконаленню технології вирощування. З біологічної точки зору помідори є однорічними трав'янистими рослинами з дуже гарною здатністю утворювати пагони, що призвело до численних досліджень щодо збільшення продукції з однієї рослини і з одиниці площі без шкоди для якості продукції.

При аналізі кореляції між кількістю стебел та врожайністю помідорів було помічено, що рослини з двома стеблами, мали більш високу продуктивність і кількість плодів, але середня вага плодів та товарна продукція були трохи нижчими для рослин з двома стеблами порівняно з одностебловими [10].

Метою дослідження є визначення потенціалу реалізації продуктивності у весняних плівкових теплицях без обігріву гібриду помідору Тойво F1 залежно від способу формування рослини.

Для досягнення поставленої мети вирішували *завдання*: дослідження впливу технології вирощування на ріст і розвиток рослин; визначення оптимального способу формування рослин; визначення способу формування рослин який забезпечує формування найбільшого рівня врожайності.

Матеріали і методи досліджень. Наукові дослідження проводили впродовж 2019–2021 рр. на базі фермерського господарства «Овочі Слобожанщини» Куп'янського району Харківської області. Дослідна ділянка знаходиться у південно-східній частині Лівобережного Лісостепу України. Об'єктом дослідження був індетермінантний гібрид Тойво F1 голландської фірми "Bejo Zaden", з необмеженим ростом стебла, який характеризується рідким розміщенням китиць (через 2–3 листки), формуванням бокових пагонів, неодночасним достиганням плодів. рослини гібрида легко формуються в одне стебло, високоврожайні, в основному середньо- та пізньостиглі. Плоди мають високу товарність та смакові якості. Стійкі проти розтріскування та хвороб. Призначений для вирощування у закритому ґрунті.

Дослідження проведено у відповідності до загальноприйнятих стандартів та методик: ДСТУ 6008:2008, ДСТУ 4138:2002, «Методики дослідної справи в овочівництві і баштанництві», «Основ наукових досліджень в агрономії». Протягом вегетаційного періоду рослин проводили фенологічні та мікрокліматичні спостереження, біометричні вимірювання, обліки урожайності, а також визначали середню масу плоду, товарність, основні біохімічні показники плодів.

Схема досліду:

1) формування рослини в одне стебло (контроль),

2) формування рослини додатковим стеблом з прищипуванням центрального стебла над четвертою китицею,

3) формування рослини у два стебла.

За всіма варіантами досліду програмою досліджень передбачалися: фенологічні спостереження за термінами проходження фаз вегетації рослинами помідора, визначення біометричних показників рослин (висота рослин, кількість листків, площа листкової поверхні, кількість китиць та маса плода), облік врожайності.

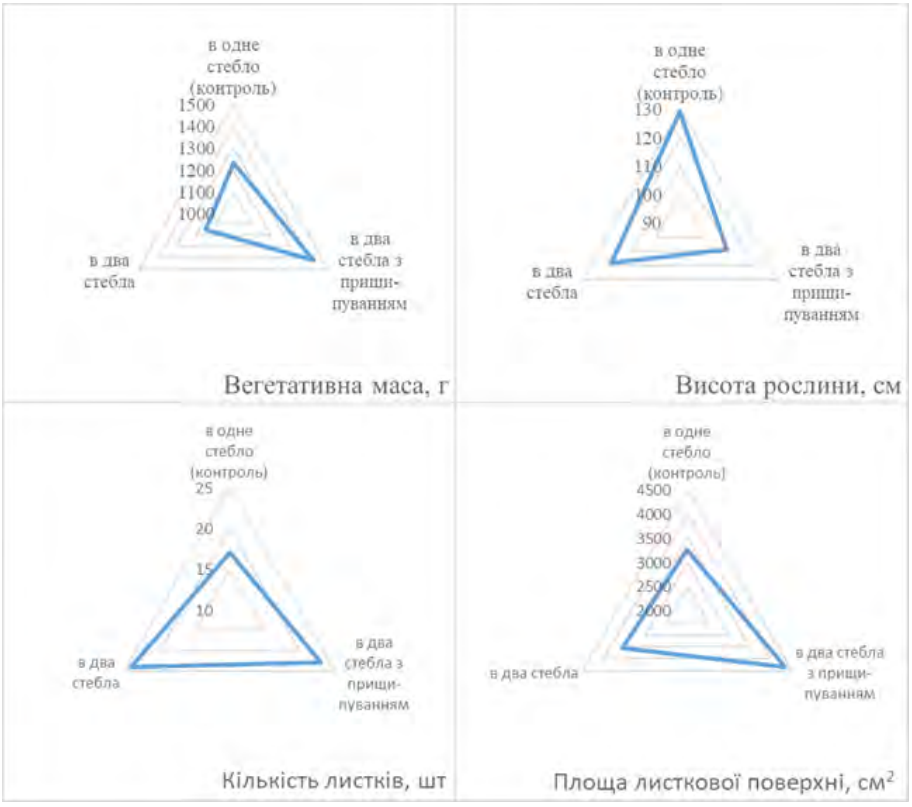


Рис. 1. Вплив способу формування рослин на біометричні показники, у фазу цвітіння, в середньому за 2018–2022 рр.

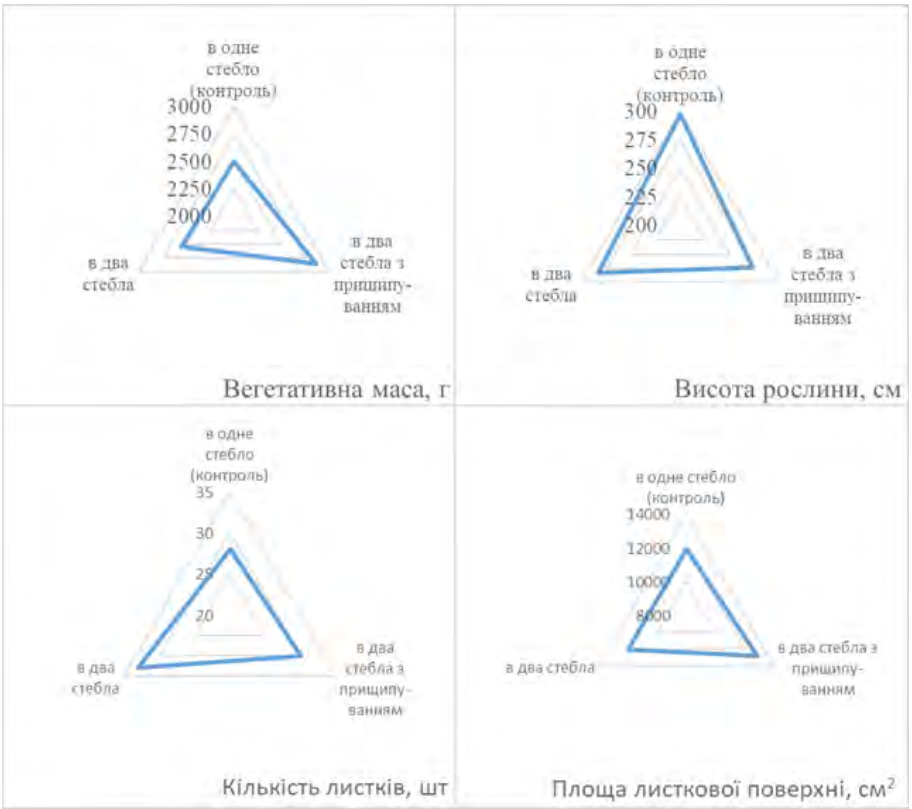


Рис. 2. Вплив способу формування рослин на біометричні показники, у фазу плодоношення, в середньому за 2018–2022 рр.

Біометричні виміри – проводили перед висаджуванням розсади у теплицю, та у фази масового цвітіння і плодоношення рослин. Площу листкової поверхні розраховували методом нанесення контуру листка на міліметровий аркуш паперу. Масу стебла, листків, коренів та рослини загалом визначали ваговим методом. Довжину стебла, бічних пагонів визначали за допомогою мірної стрічки. Облік кількості листків та бічних пагонів проводили методом підрахунку. Облік урожайності плодів помідора проводили окремо за варіантами і повторностями.

Насіння досліджуваних гібридів висівали к касети у третю декаду лютого. Після появи сходів рослини переносилися в теплицю в подальшому пікірували розсаду в стаканчики (об'єм – 500 см^3), раз на добу робили полив та спушеня ґрунту, і у третю декаду квітня – першу декаду травня висаджували в теплицю. Розсаду у віці 3–5 справжніх листків висаджували на постійне місце на дослідну ділянку у плівкову теплицю без обігріву. Варіанти дослідів розміщували методом повної рендомізації. Загальна площа ділянки – 8 м^2, площа облікової ділянки – 5 м^2, повторність – чотириразова, загальна кількість рослин – 480 шт. Схема висаджування розсади на постійне місце у плівкову теплицю 90+50×35 см.

Результати досліджень. У результатах досліджень подано усереднені показники за п'ять років. Проведені фенологічні спостереження свідчать, що перші одиничні сходи з'явились у всіх варіантах однаково через шість діб від посіву. А загальні (75%) через дві доби від одиночних. На початку вегетації помідори росли повільно, бо вони мали слабо розгалужену кореневу систему, але після пікірування спостерігали більш інтенсивний ріст. Одинична поява першого справжнього листка відмічена через 4 доби після загальних сходів, а загальна поява через 6 діб. Аналіз фенологічних спостережень гібриду помідора Тойво F1 за рослинами показав, що зміна способу формування їх стебла слабо вплинула на строки и темпи проходження етапів органогенезу у рослин, тобто на всіх варіантах досліду фази розвитку у рослин проходили досить рівномірно. Спостереження свідчать, що за роки дослідження, утворення китиці зафіксовано у всіх гібридів майже у однаковий термін через 47–48 діб від посіву, а масова поява китиці проходила ще через дві доби. Загальне цвітіння гібриду відбулося в середньому через 58 діб від посіву. Перший збір плодів помідора починався у першу декаду липня. Масове плодоношення у всіх варіантах досліду починалося у третій декаді липня. Період від сходів до початку плодоношення становив 119–123 доби, а від цвітіння до плодоношення 66–71 добу. Таким чином у період від цвітіння до плодоношення рослини демонстрували підвищену реакцію на умови вирощування.

У фазу масового цвітіння середня висота рослини становила від 109 см за варіантом досліду з формуванням рослини додатковим стеблом з прищипуванням центрального стебла до 129 см на контролі. Проте найбільшу масу мали рослини за варіантом досліду з формуванням рослини в два стебла з прищипуванням – 1422 г, що на 15,5% більше контролю, а найменшу масу мали рослини за варіантом з формуванням рослини в два стебла – 1148 см, на 6,7% менше контролю. За кількістю листків та площею листкової поверхні найнижчі результати отримано за контрольним варіантом. Найбільшим показник кількості листків був за варіантом з формуванням рослини в два стебла – 24 шт., що на 41,2% більше контролю, а показник площі листкової поверхні за варіантом з формуванням

Таблиця 1

Формування раннього врожаю помідора, залежно від способу формування рослини, 2018–2022 рр.

Рік	Варіант досліду	Урожайність, кг/м^2			
		липень	серпень	вересень	жовтень
2018	в одне стебло (контроль)	6,4	5,3	4,8	-
	в два стеблау з прищипуванням	11,7	4,2	1,1	-
	в два стебла	6,0	5,1	4,4	-
2019	в одне стебло (контроль)	6,0	5,8	4,0	1,2
	в два стебла з прищипуванням	10,8	4,0	2,5	0,3
	в два стебла	5,7	5,9	3,4	0,7
2020	в одне стебло (контроль)	5,7	6,0	4,5	0,5
	в два стебла з прищипуванням	9,4	5,6	2,8	0,1
	в два стебла	5,5	5,7	4,4	0,2
2021	в одне стебло (контроль)	6,2	5,8	5,5	1,3
	в два стебла з прищипуванням	11,5	4,8	2,9	0,5
	в два стебла	6,0	5,8	5,1	1,0
2022	в одне стебло (контроль)	6,7	6,0	5,5	0,3
	в два стебла з прищипуванням	11,0	5,5	2,7	0,1
	в два стебла	6,3	6,1	5,0	0,4
в середньому	в одне стебло (контроль)	6,2	5,8	4,9	0,8
	в два стебла з прищипуванням	10,9	4,8	2,4	0,3
	в два стебла	5,9	5,7	4,5	0,6
	$НІР_{05}$	1,08	0,21	0,52	0,07

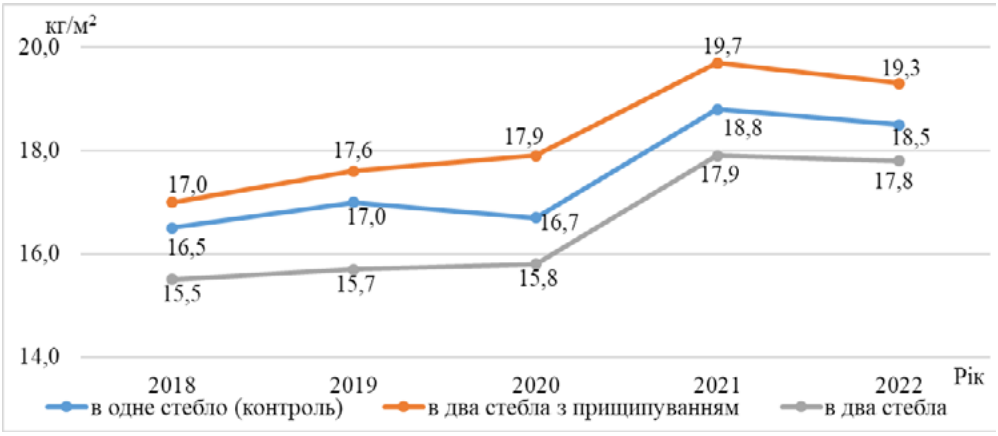


Рис. 3. Формування загального врожаю, залежно від способу формування рослини, 2018–2022 рр.

рослини в два стебла з прищипуванням – 4337 см², що на 33,4% більше контролю (рис. 1).

Дослідження біометричних показників у фазу плодоношення показало кращий розвиток за варіантом досліду з формуванням рослини в два стебла з прищипуванням. Рослини за цим варіантом мали найбільшу вегетативну масу рослини – 2860 г, що на 14,5% більше контролю, та площу асиміляційної поверхні – 12382 см², що на 7,7% більше контролю. За контрольним варіантом відмічено перевищення за висотою рослини – 297 см, проте найменшу кількість листків – 28 шт. Найбільшу кількість листків мали рослини за варіантом з формуванням рослини в два стебла – 33 шт., що на 17,9% більше контролю (рис. 2).

Одним з найважливіших показників, які зумовлюють ефективність застосування будь якого елемента технології вирощування помідора є врожайність та ранньостиглість. Нашими дослідженнями встановлено, що найвища врожайність за перший місяць плодоношення формувалась у 2018 році – 6,0–11,7 кг/м², та у 2021 році – 6,0–11,5 кг/м² (табл. 1).

Найбільшою віддачою раннього врожаю характеризувалися рослини за варіантом досліду з формуванням рослини в два стебла з прищипуванням – в середньому 10,9 кг/м², на 75,8% більше контролю. Найменший рівень раннього врожаю відмічено за варіантом досліду з формуванням рослини в два стебла 5,9 кг/м², на 4,8% менше контролю.

Результати проведених досліджень показують, що впливаючи на процеси формування рослини за допомогою формування додаткового стебла, можливо впливати на величину урожайності культури помідора (рис. 3).

За варіантом з формуванням рослини в два стебла з прищипуванням отримано урожайність на рівні 18,3 кг/м², що на 4,6% вище порівняно з контролем. Встановлено, що серед досліджуваних варіантів технології вирощування помідора гібриду Тойво F1 найбільш ефективним, порівняно до контролю, виявилось застосування для формування рослини варіанта з додатковим стеблом з прищипуванням центрального стебла над четвертою китицею.

Висновки. Дослідження індетермінантного гібриду помідора Тойво F1 з двома системами керування рослинами, в два стебла з прищипуванням основного стебла над четвертою китицею та в два стебла без прищипування, в порівнянні з контрольним варіантом в одне стебло, показало, що рослини помідора дуже добре реагують на наявність декількох стебел. З вегетативної точки зору суттєвих відмінностей між рослинами з одним стеблом та рослинами з подвійним стеблом не зафіксовано. Дослідження біометричних показників рослин, як у фазу цвітіння так і у фазу плодоношення показало деякий позитивний вплив способу з формуванням рослини додатковим стеблом з прищипуванням центрального стебла над четвертою китицею, за якого вегетативна маса рослини та площа асиміляційної поверхні перевищує як контроль так і варіант з двома стеблами. Вплив досліджуваних варіантів технології визначає залежність від способу формування рослин досліджуваних біометричних показників. В цілому протягом всього вегетативного періоду за різних способів формування рослин помідора розбіжність у величині біометричних показників становила від -41 до +19%.

Проведені дослідження дають підставу зробити висновок, що найбільший позитивний ефект від застосовуваного способу формування рослини отримано за формування рослини додатковим стеблом з прищипуванням центрального стебла над четвертою китицею – приріст врожаю за цим варіантом становив 0,8 кг/м². Таким чином в умовах Лівобережного Лісостепу України для одержання у весняних плівкових теплицях без обігріву максимально можливого рівня врожайності помідора можна рекомендувати проводити формування рослини в два стебла з прищипуванням основного стебла над четвертою китицею.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сєвідова І.О. Вплив якості овочевої продукції на конкурентоспроможність овочівництва. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Економіка АПК.* 2013. № 20(1). С. 302–306.
2. Heuvelink, E. (ed.). 2005. Tomatoes (Crop Production Science in Horticulture). USA: CABI Publishing, 340 p.
3. Hoza, Gh., Stanciu, L.G., 2012. Research regarding the influence of tomato plant management for cultures grown in solarium, in extended production cycle. Analele Universităţii din Craiova, vol. XVII (LIII), 211–216.

4. Mourão, I., Teixeira, J., Brito, L.M., Ferreira, M.E., Moura, M.L., 2014. Pruning system effect on greenhouse grafted tomato yield and quality. Rahmann G. & Aksoy U. (Eds.) *Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference. 'Building Organic Bridges', at the Organic World Congress*, 13–15 Oct., Istanbul, Turkey (eprint ID 24059), 941–944. DOI: 10.3220/REP_20_1_2014
5. José, L.F., Díaz, M., Diánez, F., Camacho, F., 2009. Influence of different types of pruning on cherry tomato fruit production and quality. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. Vol. 7 (3 and 4), 248–253.
6. Lhamo, Tashi & Gyalmo, Tashi & Pem, Thinley & Bajgai, Yadunath. 2022. Effect of Different Pruning Systems on Yield and Quality of Tomato Grown Under Greenhouse. *Bhutanese Journal of Agriculture*. 5. 71–82. DOI: 10.55925/btagr.22.5106.
7. Hoza, Gh., Chiorean, Ş., Drăguşin, M.D. 2011. Research regarding management systems for plants with two stems, cultivated in solar. *Lucrări ştiinţifice, Seria Horticultură*. Vol 54 (2), 57–160.
8. Rahmatian, A., Delshad, M. Salehi, R. 2014. Effect of Grafting on Growth, Yield and Fruit Quality of Single and Double Stemmed Tomato Plants Grown Hydroponically. *Hort. Environ. Biotechnol*. 55 (2), 115–119. DOI: 10.1007/s13580-014-0167-6
9. Dinu, M., Hoza, Gh., Becherescu, A. 2017. Antioxidant Capacity and Mineral Content of Some Tomatoes Cultivars Grown in Oltenia (Romania). *17th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference SGEM Conference Proceedings*, ISSN 1314-2704, June 29–July 5, Vol. 17 (Ecology, Economics, Education and Legislation), 93-100. DOI: 10.5593/sgem2017B52
10. Mbonihankuye, C., Kusolwa, P., Msogoya, T.J. 2013. Assessment of the Effect of Pruning Systems on Plant Developmental Cycle. *Yield and Quality of Selected Indeterminate Tomato Lines. Proc. 2nd All Africa Horticulture Congress.* Eds.: K. Hannweg and M. Penter. Acta Hort. 1007, 535–542. DOI: 10.17660/ActaHortic.2013.1007.61
11. Coyago-Cruz, E., Corella, M., Moriana, A., Hernanz, D., Stinco, C.M., Meléndez-Martínez, A.J. 2017. Effect of the fruit position on the cluster on fruit quality, carotenoids, phenolics and sugars in cherry tomatoes (Solanum lycopersicum L.), *Food Research International*. 100, 804–813. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.08.002
12. Ece, Ali, Nilay, Darakci, 2007. Determination of Relationships between Number of stem and yield of tomato (Lycopersicon lycopersicum L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, 6 (5), 802–808. DOI: 10.3923/ajps.2007.802.808
13. Сєвідов, В.П. Інноваційні складові сталого розвитку галузі овочівництва у Харківській області. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Агрономія.* 2016. № 20. С. 82–86.
14. Лещенко, Л.О., Севідов, В.П. Сучасний стан та тенденції розвитку овочівництва в Україні. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. Серія: Економічні науки.* Харків : ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, 2015. № 3. С. 317–326.
15. Ілюк, Н.А. Вплив способу формування і площ живлення щеплених рослин помідора на ріст, розвиток та продуктивність. *Сучасний соціокультурний простір 2006* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (м. Київ, 25–27 вересня 2006 р.). К., 2006. Ч. 2. С. 23–25.
16. Hoza, Gheorghita & Maria, Dinu & Soare, Rodica & Becherescu, Alexandra & Apahidean, Alexandru & Hoza, Dorel. (2018). Influence of plant management systems on growth and fructification of tomato plants in protected culture. *Scientific Papers. Series B. Horticulture*. 62, 457–463.

REFERENCES:

1. Sievidova, I.O. (2013). Vplyv yakosti ovochevoi produktsii na konkurentospromozhnist ovochivnytstva [The influence of the quality of vegetable products on the competitiveness of vegetable growing]. *Bulletin of Lviv National Environmental University. Series "Economics of AIC"*. № 20(1), 302–306. [In Ukrainian].
2. Heuvelink, E. (ed.). (2005). Tomatoes (Crop Production Science in Horticulture). USA: CABI Publishing, 340 p.
3. Hoza, Gh., Stanciu, L.G., (2012). Research regarding the influence of tomato plant management for cultures grown in solarium, in extended production cycle. Analele Universităţii din Craiova, vol.XVII (LIII), 211–216.
4. Mourão, I., Teixeira, J., Brito, L.M., Ferreira, M.E., Moura, M.L. (2014). Pruning system effect on greenhouse grafted tomato yield and quality. Rahmann G. & Aksoy U. (Eds.) *Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference. 'Building Organic Bridges', at the Organic World Congress*, 13–15 Oct., Istanbul, Turkey (eprint ID 24059), 941–944. DOI: 10.3220/REP_20_1_2014
5. José, L.F., Díaz, M., Diánez, F., Camacho, F. (2009). Influence of different types of pruning on cherry tomato fruit production and quality. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. Vol. 7 (3 and 4), 248–253.
6. Lhamo, Tashi & Gyalmo, Tashi & Pem, Thinley & Bajgai, Yadunath. (2022). Effect of Different Pruning Systems on Yield and Quality of Tomato Grown Under Greenhouse. *Bhutanese Journal of Agriculture*. 5. 71–82. DOI: 10.55925/btagr.22.5106.
7. Hoza, Gh., Chiorean, Ş., Drăguşin, M.D. (2011). Research regarding management systems for plants with two stems, cultivated in solar. *Lucrări ştiinţifice, Seria Horticultură*. Vol 54 (2), 57-160.
8. Rahmatian, A., Delshad, M. Salehi, R. (2014). Effect of Grafting on Growth, Yield and Fruit Quality of Single and Double Stemmed Tomato Plants Grown Hydroponically. *Hort. Environ. Biotechnol*. 55 (2), 115–119. DOI: 10.1007/s13580-014-0167-6
9. Dinu, M., Hoza, Gh., Becherescu, A. (2017). Antioxidant Capacity and Mineral Content of Some Tomatoes Cultivars Grown in Oltenia (Romania). *17th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference SGEM Conference Proceedings*, ISSN 1314-2704, June 29–July 5, Vol. 17 (Ecology, Economics, Education and Legislation), 93–100. DOI: 10.5593/sgem2017B52
10. Mbonihankuye, C., Kusolwa, P., Msogoya, T.J. (2013). Assessment of the Effect of Pruning Systems on Plant Developmental Cycle. *Yield and Quality of Selected Indeterminate Tomato Lines. Proc. 2nd All Africa Horticulture Congress.* Eds.: K. Hannweg and M. Penter. Acta Hort. 1007, 535–542. DOI: 10.17660/ActaHortic.2013.1007.61
11. Coyago-Cruz, E., Corella, M., Moriana, A., Hernanz, D., Stinco, C.M., Meléndez-Martínez, A.J. (2017). Effect of the fruit position on the cluster on fruit quality, carotenoids, phenolics and sugars in cherry tomatoes (Solanum lycopersicum L.), *Food Research International.* 100, 804–813. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.08.002

12. Ece, Ali, Nilay, Darakci, (2007). Determination of Relationships between Number of stem and yield of tomato (Lycopersicon lycopersicum L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, 6 (5), 802–808. DOI: 10.3923/ajps.2007.802.808
13. Sievidov, V. (2016). Innovatsiini skladovi staloho rozvytku haluzi ovochivnytstva u Kharkivskii oblasti [Innovative components of sustainable development of the vegetable industry in Kharkiv region]. *Bulletin of Lviv National Environmental University.Series "Agronomy"*. № 20, 82–86. [in Ukrainian].
14. Leshchenko L.O., Sevidov V.P. (2015). Suchasnyi stan ta tendentsii rozvytku ovochivnytstva v Ukraini [Current state and development trends of vegetable growing in Ukraine]. *The bulletin of the Kharkiv national agricultural university of V.V. Dokuchaeva: Economic Sciences Series*, № 3, 317–326. [in Ukrainian].
15. Iliuk, N.A. (2006). Vplyv sposobu formuvannia i ploshch zhyvlennia shcheplenykh roslyn pomidora na rist, rozvytok ta produktyvnist [Influence of the formation method and feeding areas of grafted tomato plants on growth, development and productivity]. *Modern sociocultural space 2006: Materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Internet Conference (Kyiv, September 25–27, 2006)*. K., 2006. P. 2, 23–25. [in Ukrainian].
16. Hoza, Gheorghita & Maria, Dinu & Soare, Rodica & Becheresсu, Alexandra & Apahidean, Alexandru & Hoza, Dorel. (2018). Influence of plant management systems on growth and fructification of tomato plants in protected culture. *Scientific Papers. Series B. Horticulture.* 62, 457–462.

Сергієнко О.В., Сєвідов В.П. Особливості реалізації потенціалу продуктивності гібриду помідору Тойво F1 залежно від способу формування рослини

Мета. Мета дослідження полягала у визначенні потенціалу реалізації продуктивності у весняних плівкових теплицях без обігріву гібриду помідору Тойво F1 залежно від способу формування рослини додатковим стеблом з прищипуванням центрального стебла над четвертою китицею та без прищипування. **Методи.** Дослідження проводили впродовж 2019–2021 рр. на базі фермерського господарства «Овочі Слобожанщини» Куп'янського району Харківської області. Дослідна ділянка знаходиться у південно-східній частині Лівобережного Лісостепу України. Об'єктом дослідження був індетермінантний гібрид Тойво F1 голландської фірми «Bejo Zaden». Протягом вегетаційного періоду рослин проводили фенологічні та мікрокліматичні спостереження, біометричні вимірювання, обліки урожайності, а також визначали середню масу плоду, товарність, основні біохімічні показники плодів. **Результати.** У результатах досліджень подано усереднені показники за п'ять років. Аналіз фенологічних спостережень гібриду помідора Тойво F1 за рослинами показав, що зміна способу формування їх стебла слабо вплинула на строки и темпи проходження етапів органогенезу у рослин, тобто на всіх варіантах досліду фази розвитку у рослин проходили досить рівномірно. Дослідження біометричних показників у фазу плодоношення показало кращий розвиток за варіантом досліду з формуванням рослини в два стебла з прищипуванням. Рослини за цим варіантом мали найбільшу вегетативну масу рослини – 2860 г, що на 14,5% більше контролю, та площу асиміляційної поверхні – 12382 см^2, що на 7,7% більше контролю. Найбільшою віддачою раннього врожаю характеризувалися рослини за варіантом досліду з формуванням рослини в два стебла з прищипуванням – в середньому 10,9 кг/м^2, на 75,8% більше контролю. Найменший рівень раннього врожаю відмічено за варіантом досліду з формуванням рослини в два стебла 5,9 кг/м^2, на 4,8% менше контролю. За варіантом з формуванням рослини в два стебла з прищипуванням отримано урожайність на рівні 18,3 кг/м^2, що на 4,6% вище порівняно з контролем. **Висновки.** Рослини помідора позитивно відкликаються на формування рослини в два стебла з прищипуванням основного стебла над четвертою китицею. Дослідження показало, що рослини помідора дуже добре реагують на наявність декількох стебел. Проведені дослідження дають підставу зробити висновок, що в умовах Лівобережного Лісостепу України для одержання у весняних плівкових теплицях без обігріву максимально можливого рівня врожайності помідора можна рекомендувати проводити формування рослини в два стебла з прищипуванням основного стебла над четвертою китицею.

Ключові слова: помідор, захищений ґрунт, гібрид, технологія, виробництво, урожайність.

Serhiienko O.V., Sievidov V.P. Peculiarities of realizing the productivity potential of Toivo F1 tomato hybrid depending on the method of plant formation

The purpose of the study was to determine the potential for realizing productivity in spring film greenhouses without heating of the Toivo F1 tomato hybrid, depending on the method of plant formation with an additional stem with pinching of the central stem above the fourth brush and without pinching. **Methods.** The study was conducted during 2019–2021 on the basis of the farm "Vegetables of Slobozhanshchina" of the Kupyansky district of the Kharkov region. The experimental site is located in the southeastern part of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The object of the study was the indeterminate hybrid Toivo F1 of the Dutch company Bejo Zaden. During the growing season of plants, phenological observations, biometric measurements, and yield records were made. **Results.** The results of the research are averaged over five years. An analysis of phenological observations of the tomato hybrid Toivo F1 showed that a change in the method of formation of their stem had little effect on the timing and rate of passage through the stages of organogenesis in plants. In all variants of the experiment, the phases of development in plants passed fairly evenly. The study of biometric indicators in the fruiting phase showed the best development according to the variant of the experiment with the formation of a plant in two stems with pinching. Plants according to this variant had the largest vegetative weight of the plant – 2860 g, which is 14.5% more than the control and the area of the assimilation surface – 12382 cm^2, which is 7.7% more than the control. The highest return of the early harvest was characterized by plants according to the variant of the experiment with the formation of a plant in two stems with pinching – an average of 10.9 kg/m^2, 75.8% more than the control. The lowest level of early harvest was noted for the variant of the experiment with the formation of a plant in two stems 5.9 kg/m^2, 4.8% less than the control. According to the variant with the formation of a plant in two stems with pinching, a total yield of 18.3 kg/m^2 was obtained, which is 4.6% higher compared to the

control. **Conclusions.** Tomato plants respond positively to the formation of a plant in two stems with pinching the main stem over the fourth brush. The study found that tomato plants respond very well to having multiple stems. The conducted studies give grounds to conclude that in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, in order to obtain the maximum possible level of tomato yield in spring film greenhouses without heating, it can be recommended to form a plant in two stems with pinching the main stem over the fourth brush.

Key words: tomato, protected soil, hybrid, technology, production, productivity.

УДК 632.51:581.553
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.18

МОНІТОРИНГ ЗАСМІЧЕНОСТІ АГРОФІТОЦЕНОЗІВ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР НАСІННЯМ БУР'ЯНІВ

СОКОЛОВСЬКА І.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-4256-8852
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Вплив чужорідних організмів на флору, фауну і суспільство набуває глобального значення, оскільки проблеми, пов'язані з їх поширенням у світі в даний час можна вирішувати лише на міжнародному рівні. Глобальний аграрний сектор є стикаючись із зростаючими проблемами, пов'язаними з низкою стресорів, у тому числі швидкозростаючим населення, виснаження природних ресурсів, забруднення навколишнього середовища, хвороби сільськогосподарських культур, і зміна клімату [7; 22; 32].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні у сільськогосподарському виробництві базовою проблемою захисту рослин є забур'яненість посівів. Основою успішного захисту посівів є прогноз, а основою прогнозу – моніторинг засміченості агроценозів. Необхідно прогнозувати видовий склад та рясність бур'янового угрупування, і з огляду на це розраховувати рівень можливих втрат від бур'янів [10; 20; 21, 33].

Коливання факторів зовнішнього середовища впливає і на бур'яновий компонент агрофітоценозів. Обстеження посівів польових культур в останні роки засвідчують тенденцію до поширення і зростання кількості видів бур'янів та їх чисельності. Популярний нині мінімальний поверхневий обробіток ґрунту призводить до накопичення насіння бур'янів у верхньому посівному шарі. Ця проблема вимагає ще більшої уваги при використанні технологій обробітку ґрунту. Відмова від механічного обробітку ґрунту, який у традиційній технології певною мірою слугував для контролю бур'янів, при нульовій технології корегує процес формування бур'янових угруповань у посівах сільськогосподарських культур [3; 11; 14; 16; 27; 34; 35; 17; 28; 24].

На території України за різними джерелами налічується понад 700 видів бур'янів, з них майже 100 видів певною мірою засмічують посіви сільськогосподарських культур. Видовий склад бур'янів у різних ґрунтово-кліматичних зонах неоднаковий і може бути зумовлений не тільки природними чинниками, а й господарською діяльністю [29; 30; 36].

Незважаючи на те, що культурні рослини не є джерелом живлення для сегетальної рослинності, як це відбувається зі шкідниками та збудниками хвороб, агротехнічні заходи, особливості ґрунту, розміщення, щільність рослин та інші чинники обумовлюють пристосованість окремих видів бур'янів існування у агрофітоценозі. Водночас, сегетальна рослинність знижує ефективність внесених добрив, збільшує витрати матеріалів і засобів захисту рослин, внаслідок чого останніми роками загальна шкода від них в аграрному секторі України оцінюється у 2–2,5 млрд гривень [10; 15; 19; 23].

Засміченість посівних площ на сьогодні спостерігається у різному ступені – від середнього до надмірного. В сільськогосподарських екосистемах серед найшкідливіших бур'янів зазначають березку польову, лободу білу, щирицю звичайну, злинку канадську, амброзію полинолисту, паслін чорний, куряче просо інші. Крім того, що ці бур'яни завдають найбільшої шкоди, вони ще й найбільш поширені [5; 12; 26; 29].

Поширюються бур'янові рослини із природних неорних земель, а також зберігаються на полях сільськогосподарських угідь. У малорічних видів зимує насіння, а у багаторічних – як насіння, так і підземні вегетативні органи. Найбільше значення для формування складу бур'янів має фітосанітарний стан поля у попередньому році, а також окремі важливі чинники, такі як висока насіннєва продуктивність більшості бур'янів, тривала життєздатність насіння в ґрунті, недружне проростання насіння, тривалість періоду біологічного спокою, різні вимоги до умов проростання, глибина залягання насіння. Бур'яни ускладнюють умови життя культурних рослин, перехоплюючи в них світло, вологу, елементи мінерального живлення. Вони є джерелом розмноження багатьох хвороб та шкідників сільськогосподарських культур, в результаті чого погіршується фітосанітарний стан полів [6].

Бур'яни, які входять до складу агрофітоценозу стають конкурентами культурним рослинам у боротьбі за елементи живлення. Втрати від забур'яненості посівів значною мірою залежать від фази розвитку культурних рослин, коли вони вступають у конкурентну боротьбу з бур'янами. Відсутність вчасно проведених захисних заходів може призвести до повної загибелі культурного компоненту агроценозу [2; 25; 37].

Засміченість посівів суттєво залежить від якості здійснених агротехнічних заходів обробітку ґрунту, а також нехтування заходами щодо знищення бур'янів на землях несільськогосподарського призначення, присадибних ділянках, узбіччях полів тощо. Дослідники констатують, що швидке збільшення засміченості посівів відбулося в результаті переходу на енергозберігаючі технології обробітку ґрунту (безвідвальний, плоскорізний, чизельний, нульовий та інші) [1; 4; 9; 28; 31].

Засміченість ґрунту агроценозів великою кількістю насіння, плодів та вегетативних органів різних бур'янів є актуальною проблемою [18].

Метою оперативного обстеження сільськогосподарських угідь на забур'яненість є визначення доцільності застосування післясходових гербіцидів, ручних прополок або проведення інших спеціальних заходів догляду за посівами. Сталість ценопопуляцій багатьох видів

бур'янів в агрофітоценозах, особливо мало річних, значною мірою визначається запасом їх насіння в ґрунті і зв'язком з періодичним антропогенних порушенням. І перш за все стан популяцій визначається дуже високою чисельністю насіння в ґрунті. За даними дослідників, загальна чисельність насіння бур'янів у перерахунку на 1 га у 0–10 см шарі ґрунту коливається від 50 до 600 млн штук і залежить від зони формування агрофітоценозу, видового складу бур'янового компоненту, виду культур ценозу [8; 13].

Мета. Встановити потенціальну засміченість агрофітоценозів зернових культур різного періоду вегетації.

Матеріали і методи досліджень. Польові дослідження проводилися протягом 2015-2020 рр. на насіннєвих сівозмінах лабораторії біоадаптивних технологій Інституту сільського господарства Степу НААН. Визначення засміченості агрофітоценозів проводили механічним способом восени після основного обробітку ґрунту. Відбір проводили буром площею 40 см^2 із 0–5 см, 5–10 см, 10–15 см та 15–20 см шарів ґрунту.

Результати досліджень. За результатами досліджень агрофітоценозів ярих зернових культур було встановлено, більшою кількістю насіння у грунті визначилася ценопопуляція ториці польової (*Spergula arvensis L.)* – 48,7 насінин у 0–20 см шарі ґрунту на площі 40 см^2 (діаметр буру). Невисокою чисельністю насіння у ґрунті характеризувалися популяції гірчаків (*Polygonum convolvulus L., Polygonum lapathifolium L.)* та лободи білої (*Chenopodium album L.*) – 9,9–10,1 шт./40см^2.

Популяції таких бур'янових рослин як пирій повзучий (*Elymus repens L.*), польова ромашка непахуча (*Matricaria perforata L.*), жовтий осот польовий *(Sónchus arvénsis)* та осот польовий рожевий *(Cirsium arvense)* найменше засмічували ярі агрофітоценози, їх кількість коливалася від 2,7 шт./40 см^2 до 5,2 шт./40 см^2.

Найбільш засміченим був верхній, 0–5 см шар ґрунту, в ньому було нараховано до 43,8 шт. насінин різних бур'янів. Слід зазначити, що насіння пирію повзучого *(E. repens)* накопичувалося лише у 5–15 см шарі ґрунту, тоді як більша кількість насіння ториці польової *(S. arvensis)* – 23,6 шт., залишалася у верхньому шарі. Значну кількість насіння гірчаку березковидного (*P. convolvulus)* та лободи білої *(C. album)* також фіксували у 5–15 см шарі ґрунту.

Десяту частину (9,7%) насіння бур'янів, яке було визначено у 0–20 см шарі ґрунту в посівах ярих зерно-

Таблиця 1

Засміченість ярих зернових агрофітоценозів насінням найбільш поширених бур'янів

Вид	Кількість насіння у шарах ґрунту, шт./40 см^2				Разом у 0–20 см шарі ґрунту	Частка в структурі засміченості, %
	0–5 см	5–10 см	10–15 см	15–20 см		
Осот польовий рожевий	1,9	1,2	1,4	0,7	5,2	4,9
Гірчак березковидний	2,6	6,1	1,2	0,0	9,9	9,3
Гірчак шорсткий	2,2	2,8	3,8	1,3	10,1	9,5
Лобода біла	3,9	6,2	2,1	0,7	12,9	12,2
Жовтий осот польовий	1,7	1,9	0,0	0,0	3,6	3,4
Пирій повзучий	0,0	1,4	1,3	0,0	2,7	2,5
Ромашка непахуча	1,9	0,8	0,0	0,0	2,7	2,5
Ториця польова	23,6	7,9	10,8	6,4	48,7	45,9
Інші види	6,0	1,7	1,5	1,1	10,3	9,7
Разом по шарам ґрунту, шт.	43,8	30	22,1	10,2	106,1	-
У перерахунку на 1 га, млн шт.	109,5	75	55,3	25,5	265,3	-

Таблиця 2

Засміченість озимих зернових агрофітоценозів насінням найбільш поширених бур'янів

Вид	Кількість насіння у шарах ґрунту, шт.				Разом у 0–20 см шарі ґрунту	Частка в структурі засміченості, %
	0–5 см	5–10 см	10–15 см	15–20 см		
Гірчак березковидний	5,2	3,2	0,0	3,5	11,9	8,9
Гірчак шорсткий	2,6	1,3	1,4	0,0	5,3	3,9
Талабан польовий	3,4	7,8	1,5	0,0	12,7	9,5
Лобода біла	8,4	11,2	17,4	24,5	61,5	45,8
Ромашка непахуча	1,2	0,0	0,0	0,0	1,2	0,9
Волошка синя	2,5	1,2	0,0	0,0	3,7	2,8
Ториця польова	5,5	1,6	3,6	10,5	21,2	15,8
Редька дика	2,2	0,0	1,4	0,0	3,6	2,7
Фіалка польова	2,3	0,0	0,0	0,0	2,3	1,7
Зірочник середній	1,3	0,0	0,0	0,0	1,3	1,0
Інші види	4,4	1,4	1,2	2,5	9,5	7,1
Разом по шарам ґрунту, шт.	39,0	27,7	26,5	41,0	134,2	-
У перерахунку на 1 га, млн шт.	97,50	69,3	66,3	102,5	335,5	-

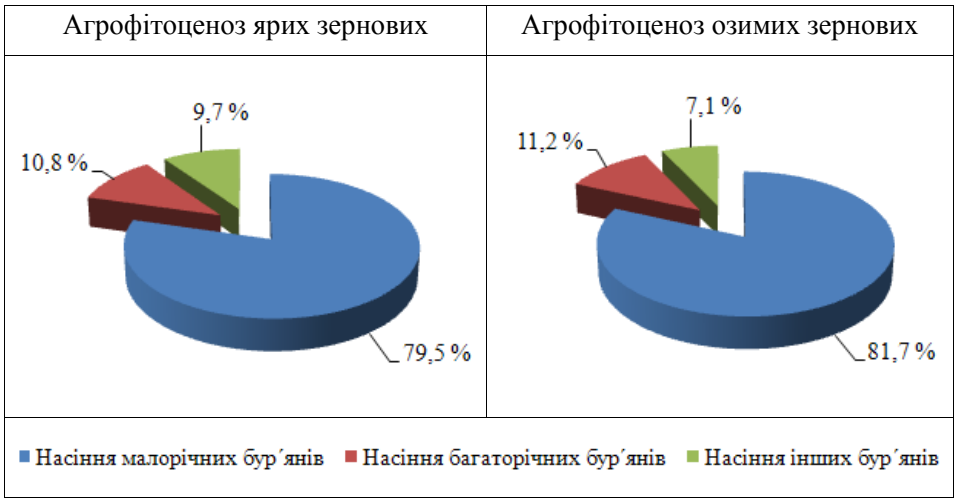


Рис. 1. Склад бур'янового компонента різних агрофітоценозів

вих ценозів складало насіння малопоширених та карантинних бур'янів – підмаренник чіпкий *(Galium aparine)*, мишій *(Setaria)*, метлюг звичайний *(Apera spica-venti)*, зірочник *(Stellaria L.)*, амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.), грицики звичайні *(Capsella bursa-pastoris L.)*, інші.

Засміченість посівів озимих зернових культур насінням бур'янів була дещо іншою. Так, найбільш чисельною за кількістю насіння у ґрунті була ценопопуляція лободи білої *(C. album)* – 61,5 шт. Насіння ториці польової (*S. arvensis)* у кількості 21,2 шт./40 см^2 визначало другу за чисельність популяцію озимих агрофітоценозів, тоді як в посівах ярих зернових насіння цього виду бур'янів складало майже половину загальної засміченості (табл. 2).

Популяції гірчаку березковидного *(P. convolvulus)* та талабану польового *(Thlaspi arvense)* накопичували 11,9 та 12,7 штук насінин на 40 см^2. У 0–20 см шарі ґрунту озимих агрофітоценозів було нараховано від 1,2 до 5,5 шт./40 см^2 насіння ромашки непахучої (*M. perforata)*, зірочника середнього (*Stellaria media L.),* редьки дикої *(Raphanus raphanistrum)*, волошки синьої *(Centaurea cyanus L.)*, гірчака шорсткого *(P. lapathifolium)* та фіалки польової *(Viola arvensis)*.

Рідко зустрічалося в різних шарах ґрунту насіння інших бур'янових рослин: підмареника чіпкого *(G. aparine)*, сокирок польових *(Consolida regalis)*, вероніки *(Veronica)*, гірчиці польової *(Sinapis arvensis)*, осоту жовтого *(S. arvénsis)*, осоту рожевого *(C. arvense)*, метлюгу звичайного *(A. spica-venti)*.

Засміченість різних шарів ґрунту ярих та озимих агрофітоценозів також різнилася кількістю та видовим складом насіння бур'янів.

Якщо в посівах ярих зернових чітко відстежувалася незначна тенденція до зниження кількості насіння бур'янових рослин у глибших шарах ґрунту – від 49,4 шт./40 см^2 до 12,3 шт./40 см^2, то у ґрунті під посівами озимих зернових найбільш засміченим був 15–20 см шар – 41,5 шт./40 см^2, у верхньому шарі нараховувало до 39,0 шт./40 см^2. У 5–10 см та 10–15 см шарах кількість насіння бур'янів було в межах 27,7–26,5 шт./40 см^2.

Розподіл насіння бур'янів в орному шарі ґрунту залежить від глибини оранки, виду оброблювальної техніки, системи обробітку ґрунту, сівозміни, часу взяття зразків ґрунту тощо. Для ценопопуляція бур'янів із насіннєвим способом самовідновлення популяції найбільше значення має кількість насіння у 0–5 см шарі ґрунту, тому що із збільшення глибини схожість насіння більшості бур'янових рослин знижується, а з глибини 10 см вони практично не проростають.

Результати наших досліджень показують, що співвідношення між видами бур'янів та кількістю насіння в окремих шарах ґрунту зберігається за роками досліджень. Нами були встановлені популяції – ромашка непахуча (*M. perforata)*, зірочник середній (*S. media)*, волошка синя *(C. cyanus)*, фіалка польова *(V. arvensis)* насіння яких було виявлено лише у верхніх шарах ґрунту, і, можливо це характерно лише для даного агрофітоценозу.

У перерахунку на 1 га найбільш засміченими виявилися посіви озимих зернових культур – 335,5 млн шт./га. У ґрунті під ярими зерновими популяції бур'янів накопичували до 265,5 млн насіння. Найбільш засміченим був верхній шар ґрунту ярих агрофітоценозів – 109,5 млн шт./га, тоді як в озимому більшу кількість насіння було визначено у 15–20 шарі ґрунту – 41,0 млн шт./га.

Результати наших досліджень свідчать про те, що із загального запасу насіння бур'янових рослин 79,5–81,7% це насіння мало річних бур'янів та 10,8–7,1% – насіння багаторічних видів (рис. 1).

Із групи малорічних бур'янів найбільшою чисельність насіння у ґрунті відрізнялися популяції торіці польової (*S. arvensis*) – 45,9% та лободи білої (*C. album*) – 45,8%, до того ж слід відмітити, що перша визначала засміченість посівів ярих зернових культур, в друга – озимих. Цікавим ще є й той факт, що кожна з цих популяцій маючи найвищу частку в структурі одного агрофітоценозу, посідає друге місце в структурі бур'янового компонента іншого. Невисокий відсоток мали популяції гірчаків (*P. convolvulus, P. lapathifolium*) – 8,9%, 9,3%, 9,5%.

Кількість насіння багаторічних бур'янів та їх частка в загальній структурі засміченості посівів зернових культур була невеликою.

Серед кореневищних бур'янів в посівах ячменю ярого у 5–15 см шарі ґрунту на площі 40 см^2 було виявлено 1–3 насінина пирію повзучого (*E. repens)* та 2–3 фіалки польової багаторічної (*V. arvensis*). Трохи більшою – від 3 до 5 насінин – була кількість коренепаросткових бур'янів (осот польовий (*C. arvense*) та осот жовтий (*S. arvénsis*). Найбільш чисельною серед багаторічних бур'янів була популяція талабану польового (*T. arvense*) – визначено до 12 насінин у орному шару ґрунту, до того ж ця популяція складає 9,5% загальної засміченості посівів озимих зернових культур.

Для переважної більшості бур'янових рослин які розмножуються вегетативно відновлення насінням має незначну роль у підтриманні сталості популяції у фітоценозах. Можна вважати, що періодичне або епізодичне виникнення особин із насінини біологічно вигідно виду, оскільки підвищує життєздатність і продуктивність популяції. З іншого боку, вірогідно, для видів з високою схожість насіння часто відсутній комплекс необхідних сприятливих для проростання умов і переважна кількість насіння гине.

Обговорення. Дуже висока загальна чисельність насіння бур'янів в агрофітоценозах – 265,3 млн шт./га в ярих та 335,5 млн шт./га в озимих, є водночас і дуже динамічною їх складовою – вона постійно поповнюється за рахунок плодоносіння бур'янових рослин, але в той же час частина насіння використовується на проростання, частина гине, інші рослини виділяються агротехнічними заходами.

Визначені від'ємності в запасах насіння різних груп бур'янів, малорічних та багаторічних, здавалося повинні визначати різницю у структурі і чисельності ценопопуляція в агрофітоценозах. До того ж, за результатами подальших досліджень спостерігалася невідповідність в співвідношенні запасів насіння у ґрунті і дорослих рослин. Пояснити це можна тим, що у багатьох видів бур'янів довготривалий період спокою, що у певній мірі призводить до збільшення загальних запасів насіння у ґрунті. Значний вплив на проростання насіння бур'янових рослин в агрофітоценозах має переміщення шарів ґрунту під час проведення агротехнічних заходів, що визначає зміну температур, освітлення, вміст кисню, вологи у ґрунті тощо. Ці фактори, ймовірно й впливають на розтягнутий характер проростання насіння бур'янів та їх зберігання у ґрунті.

Висновки. Таким чином, найбільшу кількість насіння в орному шарі ґрунту накопичували популяції лободи білої *(C. album)* – 12,9–61,5 шт./40 см^2 та ториці польової (*S. arvensis)* – 21,2–48,7 шт./40 см^2. У структурі засміченості агрофітоценозів більшу частку – 79,5–81,7% визначало насіння малорічних бур'янів (*C. album, S. arvensis, P. convolvulus, P. lapathifolium*), насіння багаторічних видів складало лише 10,8–7,1% (*E. Repens, V. arvensis, C. arvense, S. arvénsis).*

Найбільш засміченим насінням бур'янів був 0–5 см шар ґрунту ярих зернових агрофітоценозів – 43,8 шт./40см^2 або 109,5 млн шт./га. Під посівами озимих зернових найбільш засміченим був 15–20 см шар – 41,5 шт./40 см^2, у верхніх шарі нараховувало від 39,0 шт./40 см^2 до 26,5 шт./40 см^2. На відміну від природних угрупувань, в яких найбільша кількість насіння в ґрунті на глибині 0–5 см й в глибших шарах запас насіння різко зменшується, в агроценозах насіння бур'янових рослин розподілено відносно рівномірно по всьому орному горизонті, як на прикладі агрофітоценозу озимих зернових, або їх кількість знижується поступово, як в посівах ярих зернових культур. Нижче орного шару їх дуже мало. Або вони зовсім відсутні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ball D. A. Weed Seedbank Response to Tillage, Herbicides, and Crop Rotation Sequence. *Weed Sci*. 1992, 40, 654–659.
2. Bewket Getachew Bekele. Review on Characterstics, Causes and Factors that affect Crop Weed Competition. *GSJ*: Volume 10, Issue 2, February 2022, 317–333. Online: ISSN 2320-9186 www.globalscientificjournal.com.
3. Борисенко В. І., Руденко Ю. А. Вплив системи обробітку ґрунту на кількісний та видовий склад насіння бур'янів на землях, виведених з використання. *Міністерство освіти та науки. Житомирський національний агроекологічний університет. Агрономічний факультет*. 2019. 17 с. http://www.zelena.org.ua/sites/default/files/field/file/zbirnyk_ konf._pnu_cherven_ 2019_r.pdf#page=18.
4. Cesar Tiago Forte, Leandro Galon, Amauri Nelson Beutler, Felipe José Menin Basso, Felipe Nonemacher, Francisco Wilson Reichert Júnior, Gismael Francisco Perin, Siumar Pedro Tironi. Soil management systems and their effect on the weed seed bank. *Pesq. agropec. bras.,* Brasília, v.53, n.4, p. 435–442, Apr. 2018. DOI: 10.1590/S0100-204X2018000400005.
5. Chauhan B. S. Grand challenges in weed management. *Front. Agron*. 2020, 1, 3.
6. Cimalova, S.; Lososova, Z. Arable weed vegetation of the northeastern part of the Czech Republic: Effects of environmental factors on species composition. *Plant Ecol.* 2009, 203, 45–57.
7. Dmitriev, P. A., Kozlovsky, B. L., Kupriushkin, D. P., Dmitrieva, A. A., Rajput, V. D., Chokheli, V. A., Tarik, E. P., Kapralova, O. A., Tokhtar, V. K., Minkina, T. M. Assessment of Invasive and Weed Species by Hyperspectral Imagery in Agrocenoses Ecosystem. *Remote Sens*. 2022, 14, 2442. https://doi.org/10.3390/rs14102442 https://www.mdpi.com/journal/remotesensing).
8. Dorado, J., Del Monte, J.P., López-Fando C. Weed seedbank response to crop rotation and tillage in semiarid agroecosystems. *Weed Sci.* 1999, 47, 67–73.
9. Du Croix Sissons, M. J., Van Acker R. C., Derksen D. A., Thomas, A. G. Depth of seedling recruitment of five weed species measured in situ in conventional and zerotillage fields.*Weed Sci*. 48, 327–332.
10. Elkhouly A. R., Slama A. T., Al Hireereeq E. A. Survey of Global Crop Loss. *Balance J. Appl. Humanit*. 2021, 2, 9–19.
11. Feledyn-Szewczyk B., Smagacz J., Kwiatkowski C. A., Harasim E., Wozniak A. Weed Flora and Soil Seed Bank Composition as Affected by Tillage System in Three-Year Crop Rotation. Agriculture. 2020, 10(5), 186; https://doi.org/10.3390/ agriculture10050186.
12. Fried G., Norton L. R., Reboud X. Environmental and management factors determining weed species

composition and diversity in France. *Agric. Ecosyst. Environ*. 2008, 128, 68–76.
13. Grundy, A. C., Mead A., Bond W. Modelling the effect of weed-Seed distribution in the soil profile on seedling emergence. *Weed Res*. 1996, 36, 375–384.
14. Іващенко О. О. Бур'яни в агрофітоценозах. Світ. Київ. 2001. 235 с.
15. Jabran, K., Mahmood, K., Melander, B., Bajwa, A.A., Kudsk, P. Weed dynamics and management in wheat. *Adv. Agron*. 2017, 145, 97–166
16. Kleijn D. Species richness and weed abundance in the vegetation of arable field boundaries. PhD thesis, *Wageningen Agricultural University, Wageningen*, 177.
17. Koller . Techniques of Soil Tillage, in Soil Tillage in Agroecosystems; Titi, A.E., Ed.; CRC Press*: Boca Raton, FL, USA*, 2003, 1–25.
18. Корпіта Г. М., Шувар Ш. Ф., Дудар О. О. Захист посівів картоплі від бур'янів в умовах західного Лісостепу. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія.* 24(2020). С. 159–162.
19. Krawczyk R., Kubsik K., Mrówczyński M., Kaczmarek S. Effect of soil variation and soil tillage systems on soil weed seedbank. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 2008, 48, 276–280.
20. Kubiak A., Wolna-Maruwka A., Niewiadomska A., Pilarska A. A. The Problem of Weed Infestation of Agricultural Plantations vs. the Assumptions of the European Biodiversity Strategy. Agronomy 2022, 12(8), 1808; https://doi.org/10.3390/agronomy12081808.
21. Martyniuk, I., Tsymbal, Y., Ptashnik, M., Ilchuk, R., Martyniuk N. Efficiency of control of segetal vegetation in oats in organic agriculture*. Agriculture and Plant Sciences: Theory and Practice*, (1), 17–23. DOI: https:// doi.org/10.54651/ agri.2022.01.02.
22. McGeoch, M. A., Butchart, S. H. M., Spear, D., Marais, E., Kleynhans, E. J., Symes, A., Chanson, J., Hoffmann, M. Global indicators of biological invasion: Species numbers, biodiversity impact and policy responses. *Divers. Distrib*. 2010, 16, 95–108.
23. Pinke G., Pal R., Botta-Dukat Z. Effects of environmental factors on weed species composition of cereal and stubble fields in western Hungary. *Cent. Eur. J. Biol.* 2010, 5, 283–292.
24. Pszczółkowski. Effect of mechanical and herbicide treatments on weed densities and biomass in two potato cultivars. *Agriculture* 2020, 10, 455.
25. Саук О. Ф., Троященко Р. М., Павлюк І. О. Видовий склад бур'янового компоненту агроценозу картоплі. *Вісник Полтавської державної академії*. 2019. 1. С. 35–40.
26. Sawicka B., Krochmal-Marczak B., Barbaś P., Pszczółkowski P., Ćwintal M. Biodiversity of weeds in fields of grain in South-Eastern Poland. *Agriculture*. 2020, 10, 589.
27. Sekutowski T., Smagacz J. Share of anthropophytes in the crop sequence: Winter wheat-Maize-Spring wheat depending on tillage system. *Acta Agrobot.* 2014, 67, p. 117–122.
28. Smagacz J. Conservation Soil Tillage-Tendencies and Importance in Contemporary Agriculture. Monografie i Rozprawy Naukowe; *IUNG-PIB Puławy: Puławy*, Poland, 2018; Volume 59, p. 126.
29. Сторчоус І. Топ-8 найбільш шкодочинних зимуючих бур'янів в посівах зернових. Захист рослин. 2020. https://www.agronom.com.ua/top-8-najbilsh-shkodochynnyh-zymuyuchyh-bur-yaniv-u-posivah-zernovyh.
30. Сикало О. О., Скилаб О. О., Чернега Т. О. Карантинні бур'яни. *Національний університет біоресурсів і природокористування України*. 2015. http://dglib.nubip.edu.ua/bitstream/123456789/3264/1/Sukalo_Karantunni_byrynu.pdf.
31. Thomas, A.G., Derksen, D.A., Blackshaw, R.E., Van Acker, R.C., Légère, A., Watson, P.R., Turnbull, G.C. A multistudy approach to understanding weed population shifts in medium- to long-term tillage systems. *Weed Sci*. 2017, 52, 874–880.
32. Tokhtar, V. K. Advanced Approaches to the Visualization of Data Characterizing Distribution Features of Alien Plant Species*. Russ. J. Biol. Invasions* 2018, 9, 263–269.
33. Verheles P. Control of corn pollution in the conditions of the rightbank forest steppe. *Захист рослин*. № 27. 2022. 110–127. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-4-9.
34. Weber E., Gut D. A survey of weeds that are increasingly spreading in Europe. *Agronomy for Sustainable Development*, 2005, 25 (1),109–121. ffhal-00886262f DOI: 10.1051/agro:2004061.
35. Wojciechowski W., Sowiński J**.** Changes in the number of weed seeds in soil under different tillage systems of winter wheat. *Ournal of Plant Protection Research* 2005, 45(2). 83–92.
36. Землеробство. *Підручник.* За редакцією Гидзя В. П. Центр учбової літератури. Київ. 2010. 464 с.
37. Zimdahl R. L. Weed-crop competition: a review. 2nd ed. *Blackwell Publishing, Ames, IA*. 220 pp.

REFERENCES:

1. Ball D. A. (1992). Weed Seedbank Response to Tillage, Herbicides, and Crop Rotation Sequence. Weed Sci. 1992, 40, 654–659. [Google Scholar] [CrossRef].
2. Bewket Getachew Bekele (2022). Review on Characterstics, Causes and Factors that affect Crop Weed Competition. GSJ: Volume 10, Issue 2, February 2022, 317–333. Online: ISSN 2320-9186 www.globalscientificjournal.com.
3. Boricenko V. I., Rudenko U. F. *Vplyv systemy obrobitky gruntu na kilkisnyi ta vydovyi sklad nasinnya byryaniv na zemlyah, vyvedenyh z vykorystannya* [The influence of the tillage system on the quantitative and species composition of weed seeds on abandoned lands]. Ministerstvo osvity I nauky. Zhytomyrskyi natsionalnyi agroekologitcnyi universytet. Agronomitcnyi fakultet. 2019. 17. http://www.zelena.org.ua/sites/default/files/field/file/zbirnyk_konf._pnu_cherven_2019_r.pdf#page=18. (in Ukrainian).
4. Cesar Tiago Forte, Leandro Galon, Amauri Nelson Beutler, Felipe José Menin Basso, Felipe Nonemacher, Francisco Wilson Reichert Júnior, Gismael Francisco Perin, Siumar Pedro Tironi (2018). Soil management systems and their effect on the weed seed bank. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.53, n.4, p.435-442, Apr. 2018. DOI: 10.1590/S0100-204X2018000400005.
5. Chauhan B. S. (2020). Grand challenges in weed management. Front. Agron. 2020, 1, 3. [Google Scholar] [CrossRef].
6. Cimalova, S.; Lososova, Z. (2009). Arable weed vegetation of the northeastern part of the Czech Republic: Effects of environmental factors on species composition. Plant Ecol. 2009, 203, 45–57. [Google Scholar] [CrossRef].

7. Dmitriev, P. A.; Kozlovsky, B. L.; Kupriushkin, D. P.; Dmitrieva, A. A.; Rajput, V. D.; Chokheli, V. A.; Tarik, E. P.; Kapralova, O. A.; Tokhtar, V. K.; Minkina, T. M. (2022). Assessment of Invasive and Weed Species by Hyperspectral Imagery in Agrocenoses Ecosystem. Remote Sens. 2022, 14, 2442. https://doi.org/10.3390/rs14102442 https://www.mdpi.com/journal/remotesensing).
8. Dorado, J.; Del Monte, J.P.; López-Fando C. (1999). Weed seedbank response to crop rotation and tillage in semiarid agroecosystems. Weed Sci. 1999, 47, 67–73. [Google Scholar] [CrossRef].
9. Du Croix Sissons, M. J.; Van Acker R. C.; Derksen D. A.; Thomas, A. G. (2000). Depth of seedling recruitment of five weed species measured in situ in conventional and zerotillage fields.Weed Sci. 48, 327–332.
10. Elkhouly A. R.; Slama A. T.; Al Hireereeq E. A. (2021). Survey of Global Crop Loss. Balance J. Appl. Humanit. 2021, 2, 9–19. [Google Scholar]
11. Feledyn-Szewczyk B.; Smagacz J.; Kwiatkowski C. A.; Harasim E.; Wozniak A. (2020). Weed Flora and Soil Seed Bank Composition as Affected by Tillage System in Three-Year Crop Rotation. Agriculture 2020, 10(5), 186; https://doi.org/10.3390/agriculture10050186.
12. Fried G.; Norton L. R.; Reboud X. (2008). Environmental and management factors determining weed species composition and diversity in France. Agric. Ecosyst. Environ. 2008, 128, 68–76. [Google Scholar] [CrossRef].
13. Grundy, A. C.; Mead A.; Bond W. (1996). Modelling the effect of weed-Seed distribution in the soil profile on seedling emergence. Weed Res. 1996, 36, 375–384. [Google Scholar] [CrossRef].
14. Ivashenko O. O. (2001). Buryany v agrofitotsenozah [Weeds in agrophytocenoses]. Svit. Kyiv. 2001. 235. (in Ukrainian).
15. Jabran, K.; Mahmood, K.; Melander, B.; Bajwa, A.A.; Kudsk, P. (2017). Weed dynamics and management in wheat. Adv. Agron. 2017, 145, 97–166. [Google Scholar] [CrossRef].
16. Kleijn D. (1997). Species richness and weed abundance in the vegetation of arable field boundaries. PhD thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, 177 pp.
17. Koller K. (2003). Techniques of Soil Tillage, in Soil Tillage in Agroecosystems; Titi, A.E., Ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2003, 1–25. [Google Scholar].
18. Korpita G. M.; Shuvar I. A.; Dudar O. O. (2020). *Zahyst posiviv kartopli vid buryaniv v umovah Zahidnogo Lisostepu* [Protection of potato crops from weeds in the conditions of the Western Forest-Steppe]. Visnyk lvivskogo natsionalnogo agrarnogo universytetu. Agronomiya. 24 (2020). 159–162. (in Ukrainian).
19. Krawczyk R.; Kubsik K.; Mrówczyński M.; Kaczmarek S. (2008). Effect of soil variation and soil tillage systems on soil weed seedbank. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 2008, 48, 276–280. (In Polish) [Google Scholar].
20. Kubiak A.; Wolna-Maruwka A.; Niewiadomska A.; Pilarska A. A. (2022). The Problem of Weed Infestation of Agricultural Plantations vs. the Assumptions of the European Biodiversity Strategy. Agronomy 2022, 12(8), 1808; https://doi.org/ 10.3390/agronomy12081808.
21. Martyniuk, I.; Tsymbal, Y.; Ptashnik, M.; Ilchuk , R., & Martyniuk N. (2022). Efficiency of control of segetal vegetation in oats in organic agriculture. Agriculture and Plant Sciences: Theory and Practice, (1), 17–23. DOI:https://doi.org/10.54651/agri.2022.01.02.
22. McGeoch, M. A.; Butchart, S. H. M.; Spear, D.; Marais, E.; Kleynhans, E. J.; Symes, A.; Chanson, J.; Hoffmann, M. (2010). Global indicators of biological invasion: Species numbers, biodiversity impact and policy responses. Divers. Distrib. 2010, 16, 95–108. [Google Scholar] [CrossRef].
23. Pinke G.; Pal R.; Botta-Dukat Z. (2010). Effects of environmental factors on weed species composition of cereal and stubble fields in western Hungary. Cent. Eur. J. Biol. 2010, 5, 283–292. [Google Scholar] [CrossRef].
24. Pszczółkowski P. (2020). Effect of mechanical and herbicide treatments on weed densities and biomass in two potato cultivars. Agriculture 2020, 10, 455. [Google Scholar] [CrossRef].
25. Sauk O. F.; Troyachenko R. M.; Pavluk I. O. (2019). *Vydovyi sklad buryanovogo komponenty agrotsenozy kartopli* [Species composition of the weed component of potato agrocenosis]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi akademii. 2019. 1. 35–40. (in Ukrainian).
26. Sawicka B.; Krochmal-Marczak B.; Barbaś P.; Pszczółkowski P.; Ćwintal M. (2020). Biodiversity of weeds in fields of grain in South-Eastern Poland. Agriculture. 2020, 10, 589. [Google Scholar] [CrossRef].
27. Sekutowski T.; Smagacz J. (2014). Share of anthropophytes in the crop sequence: Winter wheat-Maize-Spring wheat depending on tillage system. Acta Agrobot. 2014, 67, 117–122. [Google Scholar] [CrossRef] [Green Version].
28. Smagacz J. (2018). Conservation Soil Tillage-Tendencies and Importance in Contemporary Agriculture. Monografie i Rozprawy Naukowe; IUNG-PIB Puławy: Puławy, Poland, 2018; Volume 59, p. 126. (In Polish) [Google Scholar].
29. Storchous I. (2020). Top-8 naibilsh shkodochynnyh zymuuchyh buryaniv v posivah zernovyh [Top-8 most harmful winter weeds in grain crops]. Zahyst Roslyn. 2020. https://www.agronom.com.ua/top-8-najbilsh-shkodochynnyh-zymuyuchyh-bur-yaniv-u-posivah-zernovyh. (in Ukrainian).
30. Sykalo O. O.; Chernega T. O. (2017). *Karantynni buryany*. Natsionalnyi universytet bioresyrsiv I pryrodokorystyvannya Ukrainy. 2015. http://dglib.nubip.edu.ua/bitstream/123456789/3264/1/Sukalo_Karantunni_byrynu.pdf (in Ukrainian)
31. Thomas, A.G.; Derksen, D.A.; Blackshaw, R.E.; Van Acker, R.C.; Légère, A.; Watson, P.R.; Turnbull, G.C. (2017). A multistudy approach to understanding weed population shifts in medium- to long-term tillage systems. Weed Sci. 2017, 52, 874–880. [Google Scholar] [CrossRef].
32. Tokhtar, V. K. (2018). Advanced Approaches to the Visualization of Data Characterizing Distribution Features of Alien Plant Species. Russ. J. Biol. Invasions 2018, 9, 263–269. [Google Scholar] [CrossRef].
33. Verheles P. (2022). Control of corn pollution in the conditions of the rightbank forest steppe. Zahyst roslyn. № 27. 2022. 110–127. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-4-9.
34. Weber E. & Gut D. A survey of weeds that are increasingly spreading in Europe. Agronomy for Sustainable Development, 2005, 25 (1),109–121. ffhal-00886262f DOI: 10.1051/agro:2004061.
35. Wojciechowski W. & Sowiński J. (2005). Changes in the number of weed seeds in soil under different tillage systems of winter wheat. Ournal of Plant Protection Research 2005, 45(2). 83–92.

36. Zemlerobstvo. (2010). Pidructnyk. Za redaktsieu Gydzya V. P. [Agriculture]. Tsentr uchbovoi literatury. Kyiv. 2010. 464. (in Ukrainian).
37. Zimdahl R. L. (2004). Weed-crop competition: a review. 2nd ed. Blackwell Publishing, Ames, IA. 220 pp.

Соколовська І.М. Моніторинг засміченості агрофітоценозів зернових культур насінням бур'янів

Моніторинг засміченості агроценозів є основою успішного захисту посівів сільськогосподарських культур. Глобальні зміни клімату на планеті й значні коливання погодних умов впливають на бур'яновий компонент агрофітоценозів. В останні роки спостерігається тенденція до поширення і зростання кількості видів бур'янів та їх чисельності. Агротехнічні заходи, особливості ґрунту, розміщення, щільність рослин та інші чинники обумовлюють пристосованість окремих видів бур'янів до існування у агрофітоценозі, що знижує ефект внесених добрив, збільшує витрати матеріалів і засобів захисту рослин. Таким чином, засміченість ґрунту агроценозів великою кількістю насіння, плодів та вегетативних органів різних бур'янів є актуальною проблемою всього сільськогосподарського виробництва.

За результатами наших досліджень було встановлено, що найбільшу кількість насіння у ґрунті накопичувала ценопопуляція ториці польової (*Spergula arvensis L.*) – 48,7 насінин у 0–20 см шарі ґрунту на площі 40 см^2. Популяції гірчаків (*Polygonum convolvulus L., Polygonum lapathifolium L.*) та лободи білої (*Chenopodium album L.*) визначалися як ті, що незначною мірою засмічують посіви – 9,9–10,1 шт./40 см^2. В агрофітоценозах озимих зернових найбільш чисельною була популяція лободи білої (*C. album*) – 61,5 шт. Насіння ториці польової (*S. arvensis*) у кількості 21,2 шт./40 см^2 визначало другу за чисельність популяцію.

В посівах ярих зернових чітко відстежувалася незначна тенденція до зниження кількості насіння бур'янових рослин у глибших шарах ґрунту – від 49,4 шт./40 см^2 до 12,3 шт./40 см^2, тоді як у ґрунті під посівами озимих зернових найбільш засміченим був 15–20 см шар – 41,5 шт./40 см^2. Із загального запасу насіння бур'янових рослин 79,5–81,7% це насіння малорічних бур'янів та 10,8–7,1% – насіння багаторічних видів. Із групи малорічних бур'янів найбільшою чисельність насіння у ґрунті характеризувалися популяції торіці польової (*S. arvensis*) – 45,9% та лободи білої (*C. album*) – 45,8%. Кількість насіння багаторічних бур'янів та їх частка в загальній структурі засміченості посівів зернових культур була невеликою – від 1 до 5 шт./40 см^2.

Таким чином, дуже висока загальна чисельність насіння бур'янів в агрофітоценозах – 265,3–335,5 млн шт./га, є водночас і дуже динамічною їх складовою – вона постійно поповнюється за рахунок плодоносіння бур'янових рослин, але в той же час частина насіння використовується на проростання, частина гине, інші рослини виділяються в процесі догляду за посівами. Тому, вчасно проведений комплекс агротехнічних заходів визначає рівень фактичної засміченості агроценозів.

Ключові слова: агрофітоценози, засміченість, популяції бур'янів, кількість насіння у ґрунті, шари ґрунту.

Sokolovska I.M. Contamination monitoring of agrophytocenosis of grain cultures by weed seeds

Contamination monitoring of agrocenosis is main is a basis for successful protection of agricultural crops. Global climatic changes and weather changes effect on weed's component of agrophytocenosis. During the last years we can see the tendency of spreading and appearing more weeds. Agrothechnical measures, soil peculiarities, locations, density of plants, condition the adapting of the weeds in the agrophytocenosis, which decreases the effect of adding fertilizers, increases the material spending and methods of plants protections. Thus, the soil agrocenosis contamination by big amount of weeds is actual problem for the whole agricultural production.

Looking at the results of our research, we can say that the biggest amount of seeds in the soil accumulated *Spergula avensis L.* – 48.7 seeds in 0–20 cm layer of soil per the 40 square centimeters. The population of *Polygonum convolvulus L., Polygonum lapathifolium L.* and *Chenopodium album L.* are contaminating the soil slightly 9.9–10.1 seeds per the 40 square centimeters. In the agrophytocenosis of winter cereals the biggest population was *C. album* – 61.5 seeds. The seeds of *S. arvensis* 21.2 seeds per the 40 square centimeters was the second biggest population.

In the crops of spring cereals we could see the tendency of decreasing weeds in the deeper layers of soil from 49.9 seeds/at the 40 square centimeters up to 12.3 seeds/ per the 40 square centimeters, while under the crops of the winter cereals the most contaminated was 15–20 cm layer – 41,5 seeds/per the 40 square centimeters. From the main reserve the weeds 79.5–81.7% are the seeds of minor weeds and 10.8–7.1% are the seeds of perennial types. From the group of minor weeds the biggest amount of seeds in the soil were characterized the populations of C. album – 45.8%. The amount of perennial weeds in the general structure of the crops contamination of the grain cultures was not big from 1 to 5 seeds per the 40 square centimeters.

Thus, big amount of the weeds in the agrophytocenosis – 265.3–335.5 millions per hectare, is very dynamic at the same time- it constantly refreshes by means of fructification of the weeds, but at the same time the part of the seeds is used for germination, the other part dies, the other plants exude in the process of crops care. That's why the on time made complex of agrotechnical measures determines the level of actual agrocenosis contamination.

Key words: agrophytocenosis, contamination, weeds population, amount in the soil, layers of the soil.

УДК 57.045/633
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.19

ДИНАМІКА КЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА УРОЖАЙНІСТЬ ОСНОВНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

ТКАЧУК О.П. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-0647-6662
Вінницький національний аграрний університет
ВІТЕР Н.Г. – аспірантка
orcid.org/0000-0003-1436-9055
Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Глобальне потепління має прямий вплив на особливості росту, розвитку та формування урожайності усіх сільськогосподарських культур. Підвищення температурного режиму впливає на кількість опадів, призводить до температурних аномалій, зростання прояву екстремальних стихійних лих та явищ, таких як суховії, урагани, посухи, градобої, повені, дефляція ґрунту та інші. Також спостерігається зниження вологості повітря і як наслідок – виникнення частих ґрунтової і повітряної посухи [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Наслідки впливу таких глобальних змін клімату на продуктивність сільськогосподарських культур неоднозначні: може спостерігатися підвищення урожайності одних культур, таких як озимі зернові та теплолюбні кукурудза, соняшник і зниження урожайності інших культур, що розвиваються за помірного клімату [2].

За даними науковців середньорічна температура повітря Лісостепу України за період з початку дев'яностих років двадцятого століття до 2022 року зросла на 2°С, що сприяє подовженню вегетаційного періоду на 15–25 днів та збільшенню суми активних температур на 400–500°С. Такі кліматичні зміни суттєво розширюють можливості для вирощування теплолюбних культур з тривалим вегетаційним періодом (кукурудзи, соняшнику, сої) [3].

Характерними кліматично-погодними явищами у Лісостепу України є тривалі періоди без опадів, що значно зменшує запас продуктивної вологи у ґрунті, особливо на період сівби культур пізнього строку або озимих, а також інтенсивні зливові опади, коли за день може випасти місячна норма опадів, що суттєво позначається на рості і розвитку культурних рослин. Спостерігається зростання у два рази кількість днів у літній період з надвисокими температурами понад 30°С, що прискорює передчасне достигання ярих сільськогосподарських культур та призводить до зниження їх урожайності [4].

Сприятливий температурний режим в пізньоосінній та зимовий періоди сприяє добрій перезимівлі озимих культур, але впливає на строки їх сівби. Незначні морози у зимовий період зменшують глибину промерзання ґрунту, що сприяє кращому поглинанню ним вологи та забезпечення достатньої вологості ґрунту для сівби ярих ранніх холодостійких культур [5].

Через зростання температури повітря та зменшення рівня вологості, проблемними у Лісостепу України можуть бути культури помірного клімату: цукрові буряки, картопля, деякі види овочевих та інші [6].

Такі глобальні зміни клімату вимагатимуть не тільки зміни структури посівних площ вирощуваних культур, але й підбір певних видів сортів з підвищеною посухостійкістю та коротким періодом вегетації, що дозволятиме одержати два урожаї за рік; адаптації технології вирощування культур до екстремальних погодних і кліматичних умов, що направлені на максимальне збереження та накопичення вологи; зміну строків сівби як ярих, так і озимих культур; зростатиме поширення шкодочинних організмів у посівах, що вимагає застосування інтенсивних засобів хімізації [7].

Поряд з типовими агротехнічними та хімічними заходами вирощування сільськогосподарських культур, важлива роль має належати агроекологічним принципам, зокрема розширенню різноманітності культур, що сприятиме підвищенню стійкості агроекосистем за рахунок вирощування сумішей культур, кулісних і смугових посівів, розширення набору культур у сівозмінах, вирощування багаторічних трав. Важливою складовою є збереження та відновлення існуючих, а також створення нових полезахисних лісосмуг (агролісівництво) [8].

Виходячи з цього, **метою** наших досліджень було проаналізувати та співставити динаміку кліматично-погодних умов та урожайності основних сільськогосподарських культур у Вінницькій області, що дозволить становити фактичний вплив глобального потепління на зміну урожайності основних сільськогосподарських культур.

Матеріали та методика дослідження. Дослідження проводилися проведенням аналізу динаміки метеорологічних параметрів за період 2011–2022 рр. за даними Вінницького обласного центру з гідрометеорології [9]. Оцінювали наступні метеопараметри: середньорічні, мінімальні та максимальні температури повітря, суми місячних і річних опадів та кількість днів з опадами впродовж місяців, вологість повітря, атмосферний тиск, сила вітру та хмарність. Динаміку урожайності основних сільськогосподарських культур оцінювали на основі даних Державної служби статистики в Україні [10].

Результати досліджень. Основними чинниками прояву глобального потепління є постійне підвищення температури, збільшення випаровування вологи на фоні зменшення кількості опадів. Проте додатковими чинниками, які також можуть впливати на зміну клімату є параметри вологості повітря, атмосферного тиску, сили вітру та хмарності.

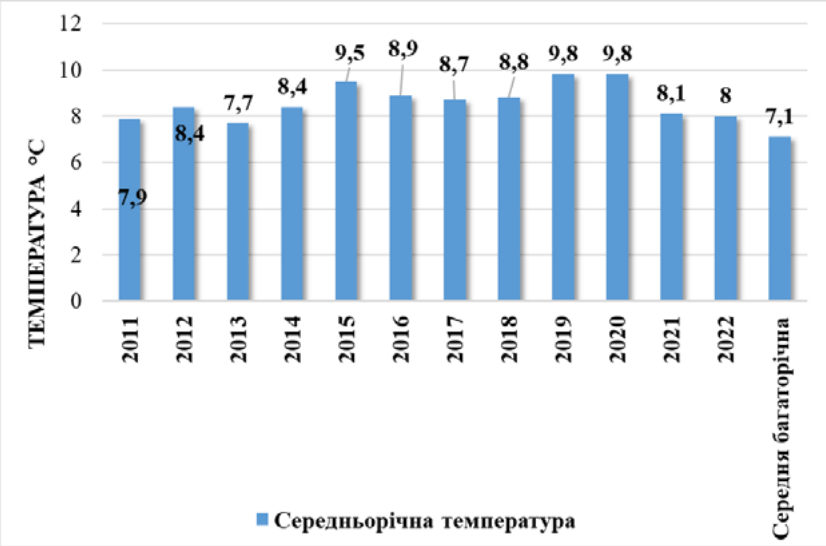


Рис. 1. Динаміка середньорічної температури повітря у Вінницькій області впродовж 2011–2022 рр.

Середньо багаторічна температура повітря у межах Вінницької області становить 7,1°С. За 2011–2022 рр. середньорічна температура повітря складала 7,9–9,8°С. Це було на 0,8–2,7°С більше за середню багаторічну температуру повітря. Найбільш жаркими були 2019–2020 рр., а найбільш холодним – 2012 рік (рис. 1).

Крім особливостей середньорічної температури повітря у Вінницькій області важливим показником є прояв максимальних та мінімальних середньоденних температур впродовж досліджуваного періоду 2011–2022 рр., а також амплітуда її коливання впродовж місяця. Адже за умов великої амплітуди температур складаються малосприятливі умови для вегетації сільськогосподарських рослин.

Впродовж січня 2011–2022 рр. найнижча температура повітря становила мінус 12°С, а максимальна – плюс 6°С. Таким чином, амплітуда коливань температури впродовж січня місяця становила 18°С (рис. 2).

У лютому місяці за досліджуваний період мінімальна температура повітря складала мінус 17°С морозу, а максимальна – плюс 9°С тепла. Таким чином, амплітуда коливання температури повітря у лютому становила 26°С.

Протягом березня максимальна температура становила 17°С тепла, проте вона опускалася до мінус 15°С морозу. Таким чином, амплітуда коливання температури повітря впродовж березня місяця за 2011–2022 рр. становила 32°С.

У квітні максимально висока зафіксована температура повітря становила 24°С, проте вона і опускалася до мінус 2°С. Таким чином діапазон температури повітря впродовж квітня за досліджуваний період становив 26°С.

Впродовж травня максимально висока температура повітря становила 27°С, а мінімальна – 3°С. Таким чином, амплітуда коливання температури повітря впродовж травня за 2011–2022 рр. складала 29°С.

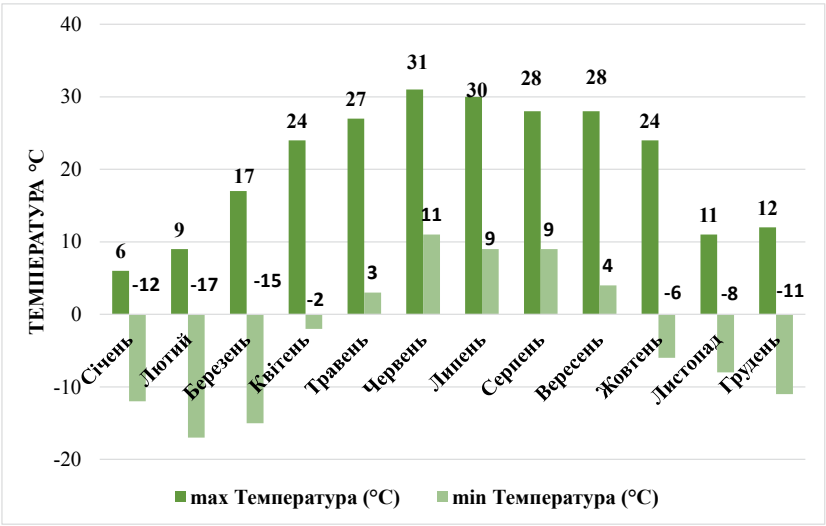


Рис. 2. Розподіл максимальної та мінімальної температури повітря у межах Вінницької області впродовж 2011–2022 рр.

У червні місяці найвища температура повітря була зафіксована на позначці 31°С, а найнижча – 3°С. Таким чином амплітуда коливань середньоденних температур повітря за червень місяць впродовж досліджуваного періоду становила 28°С.

Липень місяць відзначався найвищою середньодобовою температурою плюс 30°С, а найнижчою – плюс 9°С. Таким чином температура коливалася у діапазоні 21°С.

У серпні 2011–2022 рр. максимальна зафіксована температура повітря становила 28°С тепла, а мінімальна – плюс 9°С. Амплітуда коливань температури повітря впродовж серпня становила 19°С.

Впродовж вересня місяця найвища температура повітря була зафіксована на позначці плюс 28°С, а найнижча – плюс 4°С. Отже, амплітуда коливання температури повітря у вересні місяці впродовж досліджуваного періоду становила 24°С.

У жовтні максимальна температура повітря становила 24°С тепла, а мінімальна – мінус 6°С морозу. Таким чином діапазон температур повітря впродовж місяця становив 30°С.

У листопаді місяці за 2011–2022 рр. максимальна температура повітря становила 11°С тепла, а мінімальна – 8°С морозу. Отже, діапазон температури складав 19°С.

Впродовж грудня місяця найвища температура повітря становила плюс 12°С тепла, а мінімальна – мінус 11°С морозу. Таким чином, амплітуда коливання температури повітря впродовж грудня місяця становила 23°С.

За досліджуваний період 2011–2022 рр. встановлено, що максимально низька температура повітря зафіксована у лютому місяці – мінус 17°С та у березні – мінус 15°С. Саме суттєве зниження температурного режиму повітря у березні місяці може впливати на особливості відновлення вегетації дерев полезахисних лісосмуг. Найвища зафіксована температура повітря спостерігалась у червні та липні, відповідно 31°С та 30°С.

Найбільша амплітуда середньодобових температур повітря, що визначається високою максимальною та низькою мінімальною температурами, спостерігається у березні місяці – 32°С, у жовтні – 30°С, у травні – 29°С та у червні – 28°С. Різкий перепад температур може позначитися на особливостях росту і розвитку дерев полезахисних лісосмуг. Найменший діапазон температур впродовж місяця спостерігався у січні – 18°С, серпні та листопаді – по 19°С та у липні – 21°С. Впродовж зазначених місяців вегетація дерев полезахисних лісосмуг відбувалася найбільш рівномірно.

Середня багаторічна сума опадів у межах Вінницької області становить 602 мм. За період часу з 2011 по 2022 рр. річна сума опадів відрізнялась від середньої багаторічної суми і коливалась в межах від 440 мм до 714 мм. Найменша сума опадів була зафіксована у 2015 році, що була на 162 мм менша за середньобагаторічну суму. Найбільша сума опадів спостерігалась у 2013 році, що було на 112 мм більше за середньобагаторічну суму опадів (табл. 1.).

Загалом за 12 досліджуваних років впродовж шести років сума опадів була меншою за середньобагаторічну і 6 років – більшою. Зокрема менше опадів за середньобагаторічну кількість випало у 2011, 2014, 2015, 2016, 2019 і 2020 рр., а більше за середньобагаторічну суму – у 2012, 2013, 2017, 2018, 2021 і 2022 рр. Динаміка щорічних сум опадів за дванадцятирічний період показує, що спостерігається циклічна залежність, коли термін впродовж двох-трьох років із сумами опадів менше середньобагаторічної норми змінюється таким самим терміном із сумами опадів вище за середньобагаторічну норму.

За 12 років досліджень середня сума опадів за рік становила 595 мм, що було на 7 мм менше за середньобагаторічну норму. За роки, коли сума опадів була нижчою, ніж середньобагаторічна сума, середня кількість опадів становила 549 мм, що було на 53 мм менше за середньобагаторічну суму. А у роки з сумою опадів понад середньобагаторічну суму, середня їх кількість становила 642 мм, що було на 40 мм більше, ніж середньобагаторічна сума.

Аналіз розподілу сум опадів по місяцях впродовж досліджуваного періоду показує, що спостерігається

Таблиця 1

Динаміка середньорічних і середньомісячних сум опадів впродовж 2011–2022 рр. у центральні частині Вінницької області, мм

Місяці	Роки												Сума багаторічна
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Січень	34	34	52	31	38	42	33	20	64	16	66	53	40
Лютий	50	61	37	22	25	57	45	41	31	39	63	36	55
Березень	18	39	72	18	51	25	70	61	23	18	66	37	24
Квітень	32	81	24	47	42	37	49	20	41	32	28	65	37
Травень	68	35	69	136	40	60	32	18	146	164	105	54	74
Червень	147	83	136	51	41	60	23	195	93	66	87	61	84
Липень	92	68	31	71	20	50	57	85	44	27	39	41	85
Серпень	32	61	69	46	9	38	42	30	13	24	60	56	62
Вересень	27	24	131	32	41	13	95	43	30	52	25	94	37
Жовтень	56	54	20	30	53	71	38	35	25	72	9	44	53
Листопад	13	36	55	42	62	57	36	24	24	24	16	36	20
Грудень	25	86	18	19	18	42	90	50	42	35	65	38	31
Сума за рік	595	662	714	545	440	552	610	622	576	583	629	615	602

Таблиця 2

Кількість днів з опадами в розрізі місяців та років впродовж 2011–2022 рр. у центральні частині Вінницької області

Місяці	Роки											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Січень	6	8	11	8	10	10	6	2	14	4	13	8
Лютий	9	9	7	4	6	12	7	10	7	9	13	4
Березень	1	7	11	5	9	6	11	12	4	6	9	6
Квітень	5	12	5	9	11	6	9	4	5	3	7	14
Травень	6	7	8	5	6	9	7	5	15	17	13	11
Червень	15	10	11	6	7	9	5	10	11	11	13	13
Липень	11	10	8	12	7	8	6	10	7	5	3	8
Серпень	4	8	9	4	1	7	6	4	3	4	12	12
Вересень	4	2	17	3	6	1	7	9	5	4	4	17
Жовтень	5	6	3	4	4	9	13	7	3	9	1	5
Листопад	1	5	5	2	11	7	10	6	9	4	4	5
Грудень	3	10	3	3	4	10	15	10	8	8	15	5
Сума за рік	70	94	98	65	82	94	102	89	91	84	107	108

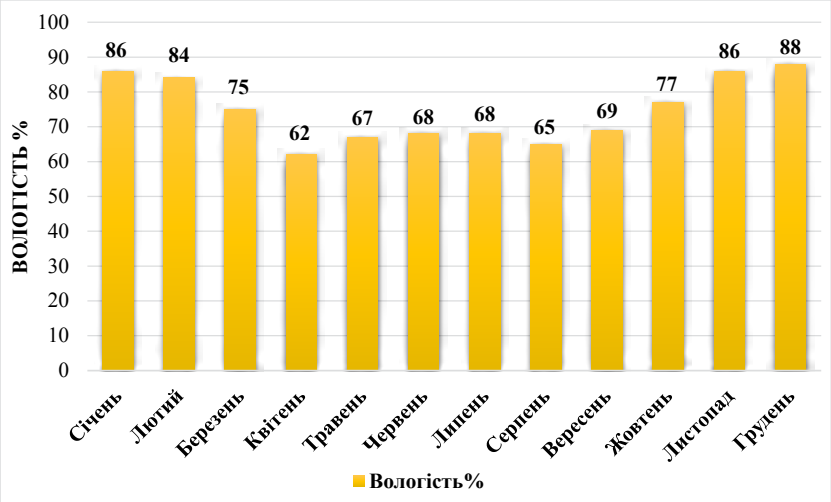


Рис. 3. Середньомісячна вологість повітря впродовж 2011–2022 рр.

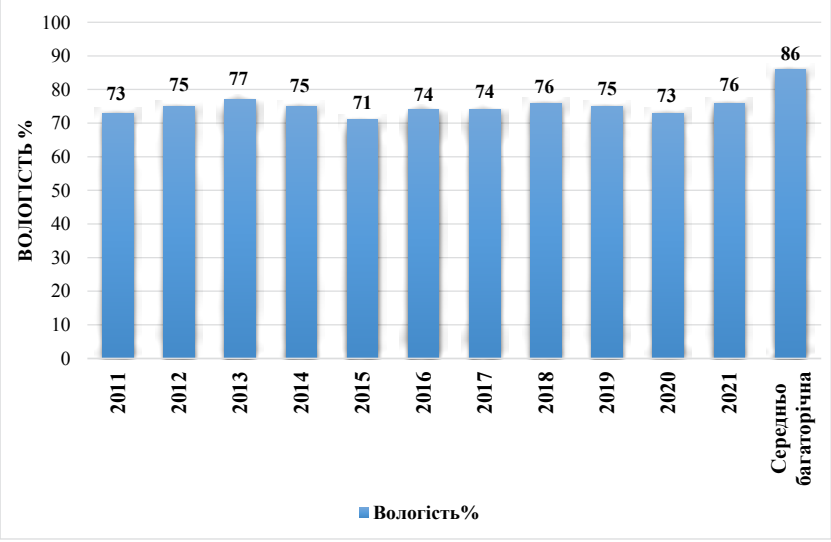


Рис. 4. Середньорічна вологість повітря впродовж 2011–2021 рр.

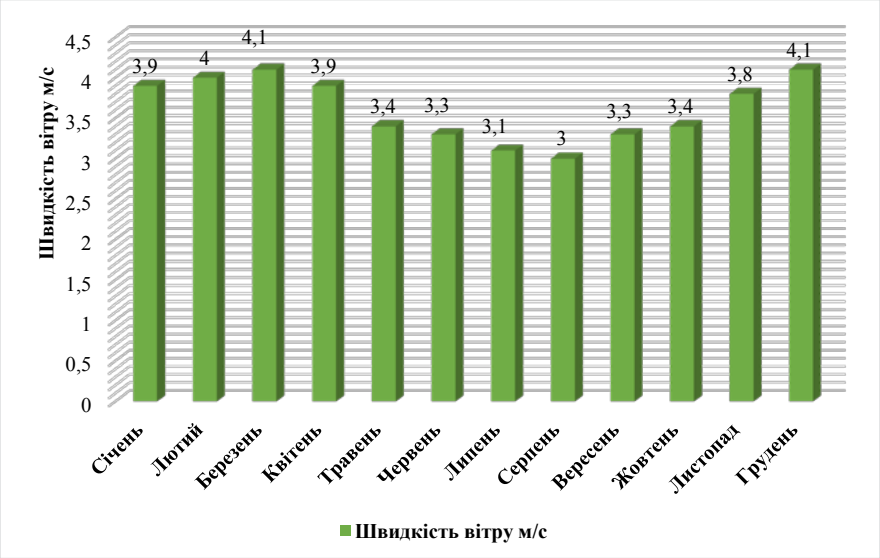


Рис. 5. Середньомісячна швидкість вітру впродовж 2011–2022 рр.

інтенсивне випадання опадів упродовж окремих місяців. Зокрема у червні 2011 року випало 147 мм опадів, що було в 1,8 рази більше за середньобагаторічну норму для цього місяця і становило майже 25% від суми опадів за рік. У червні та вересні 2013 року випало відповідно 136 мм та 131 мм, що перевищувало місячну середньобагаторічну норму відповідно у 1,6 та 3,5 рази та складало майже по 20% від суми опадів за рік.

У травні 2014 року випало 136 мм опадів, що було у 1,6 рази більше за середньобагаторічну суму опадів для цього місяця і становило 25% від річної суми опадів. У грудні 2017 року випало 90 мм опадів, що було у 3 рази більше за середньобагаторічну суму для цього місяця і складало майже 15% від річної суми опадів. У червні 2018 року випало 195 мм опадів, що було у 2,3 рази більше за середньомісячну норму і складало 31% від загальнорічної суми опадів у цьому році. У травні 2019 року випало 146 мм опадів, що було у 2 рази більше за місячну норму і склало 25% від річної суми опадів. Подібна ситуація спостерігалась у травні 2020 року, коли випало 164 мм опадів, що було у 2,2 рази більше за середньобагаторічну норму для цього місяця і становило 28% від річної кількості опадів у цьому році.

Виявлено, що найбільше перевищення багаторічної суми опадів впродовж одного місяця за досліджуваний період встановлено у березні, яка становить у 1,8 рази більше. Найменше, порівняно із середньобагаторічною сумою опадів упродовж місяця, випадає у серпні, що було у 1,6 рази менше за середньобагаторічну норму.

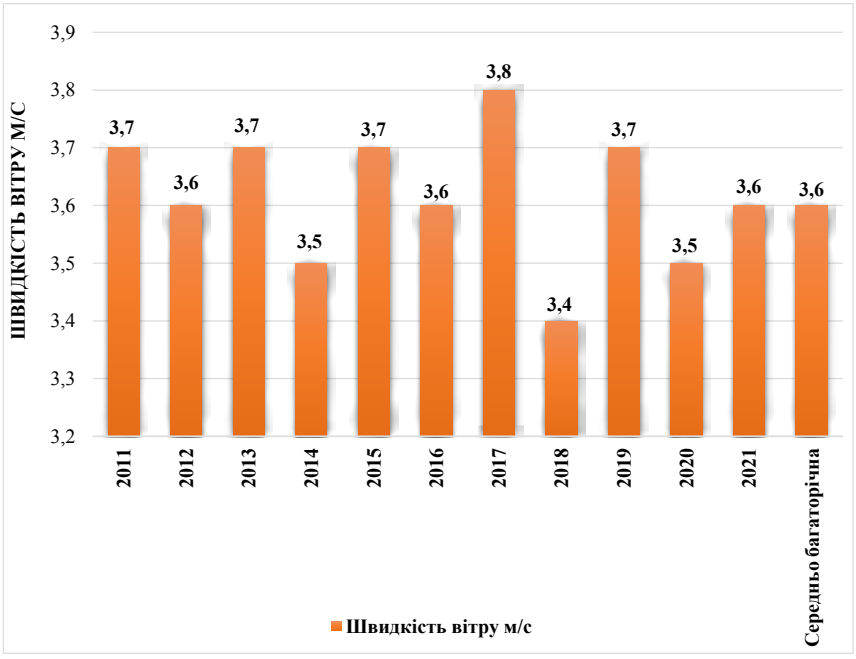


Рис. 6. Середньорічна швидкість вітру впродовж 2011–2021 рр.

Додатковим параметром, що визначає кількість опадів як у продовж року, так і за окремі місяці, є кількість днів, упродовж яких випадали опади. Зокрема за період 2011–2022 рр. кількість днів з опадами становила 65–108 днів. Найбільше днів з опадами спостерігалось у 2022, 2021 та 2017 рр., що становило відповідно 108, 107 та 102 дні. Тобто практично кожен третій день у році був з опадами. Також саме у ці роки сума опадів за рік перевищувала середньобагаторічне значення, але не була найбільшою. У роки, коли сума опадів упродовж року була найбільша, опади йшли впродовж 98, 94 та 89 днів, що складає приблизно один дощ у 4 дні (табл. 2).

Найменше днів з опадами спостерігалось у 2014 році – 65 днів та у 2011 році – 70 днів, що складало приблизно один дощ за 5 днів. У зазначені роки сума опадів за рік була нижча за середньобагаторічну суму, але не найменша. У рік з найменшою кількістю опадів дощ йшов 82 дні.

У розрізі місяців за досліджуваний період дощі йшли в середньому від шести до десять днів кожного місяця. Зокрема найбільше днів з дощами спостерігається у травні (9 днів) та червні (10 днів), а найменше – у серпні, жовтні та листопаді – по 6 днів.

Абсолютні максимуми кількості днів з опадами впродовж досліджуваного періоду були виявлені у вересні 2013 року та травні 2020 року – по 17 днів, а також у червні 2011 року, грудні 2017 і 2021 року та травні 2019 року – по 15 днів. Абсолютні мінімуми кількості днів з опадами встановлені у березні та листопаді 2011 року, серпні 2015 року, вересня 2016 року та жовтні 2021 року – по одному дні впродовж місяця. Два дні впродовж місяця йшли дощі у вересні 2012 року, листопаді 2014 року, січні 2018 року.

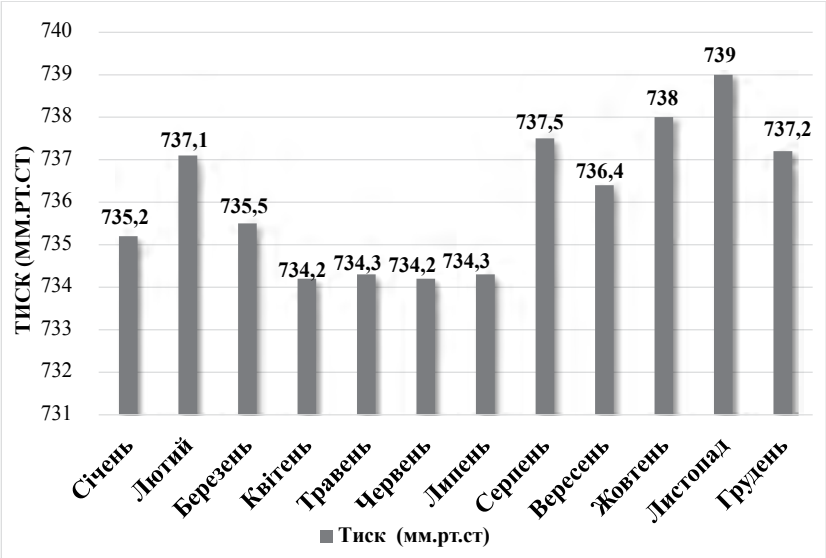


Рис. 7. Середньомісячний атмосферний тиск впродовж 2011–2022 рр.

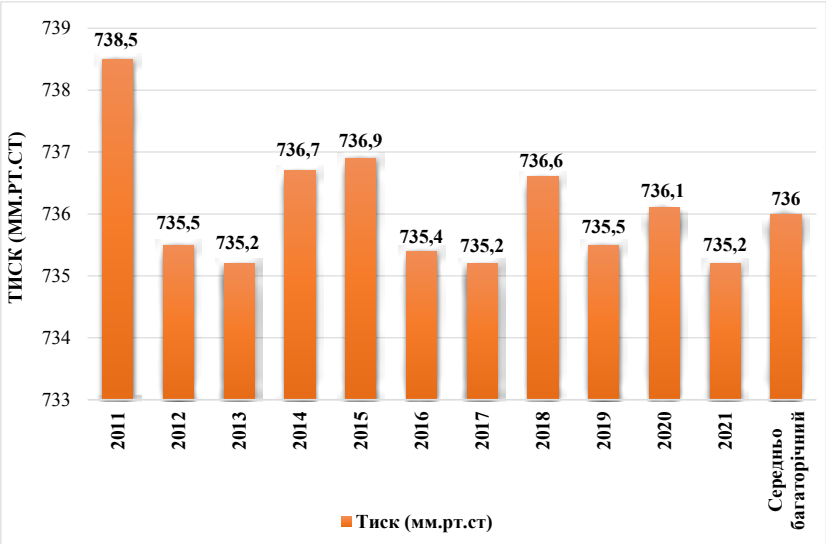


Рис. 8. Середньорічний атмосферний тиск впродовж 2011–2021 рр.

До додаткових метеорологічних параметрів, що також мають вплив на ріст, розвиток і продуктивність сільськогосподарських культур належать вологість повітря, швидкість вітру, атмосферний тиск та хмарність.

Аналіз місячної вологості повітря за період 2011–2022 рр. показав діапазон 62–88%. Найбільш вологими були місяці: грудень – 88%, січень та листопад – по 86% та лютий – 84%. Найбільш сухими є квітень – 62%, серпень – 65%, травень – 67%, червень та липень – по 68% та вересень – 69%. Визначальним чинником на формування вологості повітря у певні місяці є температура повітря і в меншій мірі – сума опадів у зазначені часові проміжки (рис. 3).

Аналіз динаміки вологості повітря впродовж 2011–2022 рр. показав, що за вказаний період вологість повітря становила від 71 до 77% при середньобагаторічній вологості повітря 86%. Таким чином за весь досліджуваний період вологість повітря була на 9–15% менша, ніж середньобагаторічний показник (рис. 4).

Найбільшу вологість повітря було зафіксовано у 2013 році – 77%, 2018 і 2021 рр. – по 76%, а також 2012, 2014 та 2019 рр. – по 75%. Фактори впливу на таку вологість повітря у зазначені роки виявили, що у 2013 році – це найбільша абсолютна сума опадів за рік впродовж усього досліджуваного періоду при середній річній температурі повітря, у 2018 році – вища за середньорічну суму кількість опадів, у 2021 році – вища за середньорічну суму кількість опадів за одночасної низької середньорічної температури повітря, у 2012 році – поєднання низької середньорічної темпе-

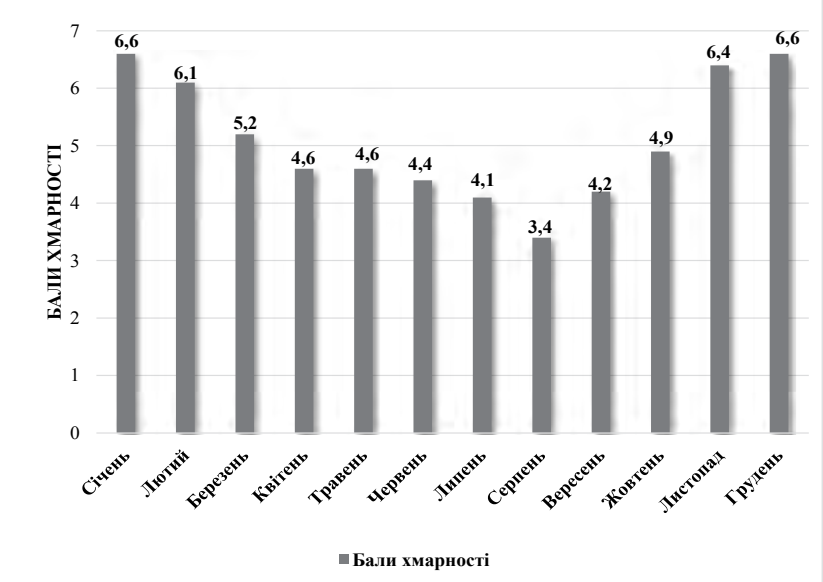


Рис. 9. Середньомісячна хмарність впродовж 2011–2022 рр.

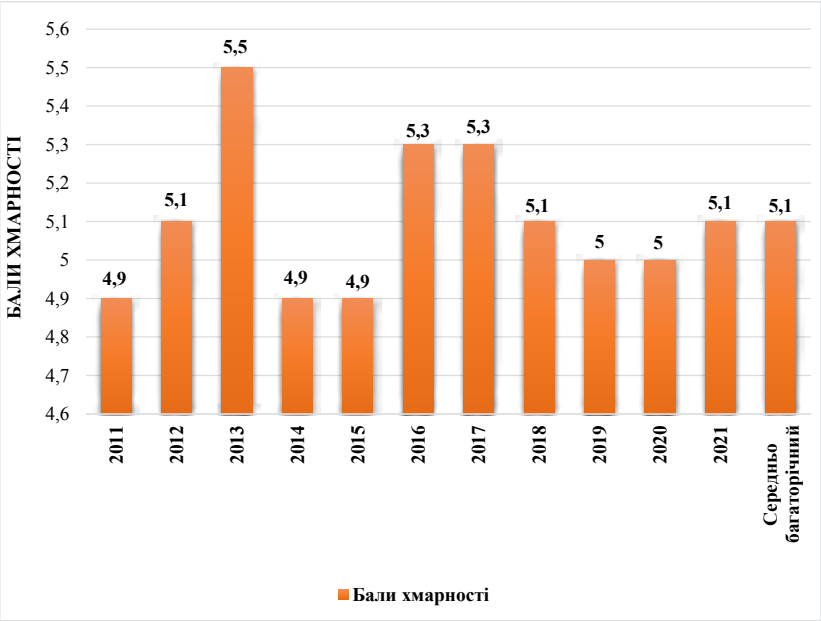


Рис. 10. Середньорічна хмарність впродовж 2011–2021 рр.

ратури повітря з вищою за середньобагаторічну сумою опадів, а у 2014 році – найнижча абсолютна середньорічна температура повітря.

Найнижча вологість повітря була зафіксована у 2015 році – 71%. Причинами цього була найнижча абсолютна сума опадів упродовж року та дуже висока середньорічна температура повітря.

Середньомісячна швидкість вітру за період 2011–2022 рр. варіювала в діапазоні 3,0–4,1 м/с. Найвища середньомісячна швидкість вітру була зафіксована у березні, грудні та лютому – 4,0–4,1 м/с, а найнижча – у серпні та липні – 3,0–3,1 м/с (рис. 5).

Середньобагаторічна швидкість вітру у Вінницькій області становить 3,6 м/с. За період досліджень по роках вона варіювала від 3,4 м/с у 2018 році до 3,8 м/с у 2017 році. В цілому швидкість вітру за досліджуваний період змінювалась не суттєво і відповідала середньобагаторічному значенню і складала 3,6 м/с та змінювалась періодично – один рік вища, а другий рік нижча (рис. 6).

Середньомісячний атмосферний тиск впродовж 2011–2022 рр. коливався в межах 734,2–739,0 мм рт. ст. Найнижчий атмосферний тиск характерний для періоду квітень-липень, а найвищий – для періоду жовтень-листопад (рис. 7).

Середньорічний багаторічний атмосферний тиск в межах вінницької області становить 736 мм рт. ст. За досліджуваний період він становив у діапазоні 735,2–738,5 мм рт. ст. (рис. 8).

Найвищий атмосферний тиск був зафіксований у 2011 році, а найнижчий – у 2012, 2013, 2016, 2017, 2019 і 2021 рр. Зміна тиску за досліджуваний період має скачкоподібний характер: один-два роки – вищий, а потім такий же термін – нижчий. Загалом за досліджуваний період середній атмосферний тиск становив 736 мм рт. ст. і відповідав середньобагаторічному значенню.

Середньомісячна хмарність за досліджуваний період становила 3,4-6,6 балів. Найбільша хмарність спостерігалась у холодний період року: у грудні та січні – по 6,6 балів, у листопаді – 6,4 бали, у лютому – 6,1 бал. Найменша хмарність характерна для теплої пори року: у серпні вона становила 3,4 бали, у липні – 4,1 бал, у вересні – 4,2 бали, у червні – 4,4 бали. Розподіл хмарності впродовж місяців досліджуваного періоду прямо пропорційний температурі повітря у зазначені місяці: чим вища середньомісячна температура повітря – тим нижчий бал хмарності (рис. 9).

Середньобагаторічний бал хмарності у Вінницькій області становить 5,1. Найвище значення хмарності за період 2011–2021 рр. було відмічене у 2013 році – 5,5 балів. Саме цього року відмічена максимальна абсолютна сума опадів за рік. Також високі бали хмарності відмічалися у 2016 та 2017 рр. – по 5,3 бали, хоч це суттєво не позначалося на середньорічних температурах повітря та сумах опадів у ці роки (рис. 10).

Найнижча хмарність відмічалась у 2011, 2014 та 2015 рр. по 4,9 бали, а також у 2019 та 2020 рр. – по 5,0 бали, що визначалось у ці роки найменшою сумою опадів.

Результатами досліджень виявлено вплив глобального потепління та зміни клімату на рівень урожайності основних сільськогосподарських культур у Вінницькій області (табл. 3).

Зокрема встановлено, що рівень урожайності основних сільськогосподарських культур у динаміці впродовж 2011–2021 рр. змінювався як внаслідок адаптації та інтенсифікації технологій вирощування, збільшення норм внесення мінеральних добрив та разовості застосування синтетичних пестицидів, оптимізації сортового набору культур, так і внаслідок змін у основних кліматичних показниках, зокрема суми опадів та середніх температур.

Так, у 2021 році спостерігалась одна з найнижчих середньорічних температур за досліджуваний період – 8,1°С та більша за середньобагаторічну суму

Таблиця 3

Динаміка урожайності основних сільськогосподарських культур у Вінницькій області впродовж 2011–2022 рр., ц/га

Культури	Роки										
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Зернові і зернобобові	48,2	42,6	51,3	57,9	47,4	63,9	54,7	65,3	67,5	47,5	76,2
Пшениця озима	46,4	40,7	44,8	53,0	49,9	58,8	52,4	53,8	56,8	44,1	57,0
Кукурудза	78,1	57,2	83,6	82,6	50,7	86,3	69,8	99,6	87,3	52,8	100,2
Ячмінь озимий	33,3	32,6	35,9	41,9	39,2	48,9	46,4	45,3	50,7	45,8	52,3
Жито	25,7	27,2	31,9	29,4	26,2	32,8	31,3	26,9	31,4	29,7	50,1
Овес	23,5	27,1	24,9	35,2	29,6	35,8	36,4	26,0	30,5	29,2	32,6
Гречка	13,6	10,9	15,1	16,0	10,9	16,2	13,5	15,8	15,2	14,3	16,1
Просо	23,0	21,5	24,2	20,4	14,5	26,1	18,1	24,3	29,4	26,3	32,9
Зернобобові	18,4	22,5	25,1	27,4	20,6	32,2	31,0	21,1	21,9	22,4	24,1
Горох	19,7	26,7	28,7	28,9	20,9	22,9	33,9	22,2	26,4	32,0	34,0
Соя	18,8	15,5	20,8	22,8	15,0	23,3	20,7	28,8	18,9	14,5	29,1
Ріпак озимий	20,2	23,0	27,7	31,7	28,3	28,6	31,7	31,5	20,2	14,5	29,1
Соняшник	20,4	23,2	32,3	28,5	27,7	31,4	29,6	32,1	28,4	27,2	33,1
Цукрові буряки	396,0	317,0	384,0	494,0	383,0	465,0	454,0	532,4	411,0	398,3	456,3
Картопля	175,0	160,0	164,0	189,0	171,0	171,0	173,9	173,8	174,0	174,1	156,6
Овочі	197,0	174,0	230,0	219,0	214,0	219,0	220,4	214,9	203,0	200,3	219,0

річна кількість опадів – 629 мм, що на 27 мм більше норми. Це сприяло отриманню найвищої урожайності за весь період спостережень 11 сільськогосподарських культур, зокрема: зернових і зернобобових – 76,2 ц/га, пшениці озимої – 57,0 ц/га, кукурудзи – 100,2 ц/га, ячменю озимого – 52,3 ц/га, жита – 50,1 ц/га, гречки – 16,1 ц/га, проса – 32,9 ц/га, гороху – 34,0 ц/га, сої – 29,1 ц/га, ріпаку озимого – 33,5 ц/га та соняшнику – 33,1 ц/га.

У 2018 році, коли річна сума опадів була великою – 622 мм, що на 20 мм більше за середньобагаторічну норму, але відмічена висока середньорічна температура повітря, що була на 0,7°С вища, ніж у 2021 році, виявлено високу урожайність п'яти культур: кукурудзи – 99,6 ц/га, сої – 28,8 ц/га, соняшнику – 32,1 ц/га, цукрових буряків – 532,4 ц/га і картоплі – 173,8 ц/га.

У 2013 році було відмічено найбільшу суму опадів упродовж року – 714 мм, що було на 112 мм більше середньобагаторічної норми при температурі повітря 8,4°С. Проте через неповну адаптацію технологій вирощування культур на той час, найвищу урожайність відмічено у трьох сільськогосподарських культур: жита – 31,9 ц/га, соняшнику – 32,3 ц/га та овочів – 230,0 ц/га.

У 2015 році відмічено найвищу середньорічну температуру повітря – 9,5°С, що була на 2,4°С вища середньобагаторічної норми, а також найменшу суму опадів за рік – 440 мм, що на 162 мм менше середньобагаторічної норми. Це зумовило одержання у цьому році найнижчої урожайності тринадцяти сільськогосподарських культур із шістнадцяти представлених, зокрема: зернових і зернобобових – 47,4 ц/га, пшениці озимої – 49,9 ц/га, кукурудзи – 50,7 ц/га, ячменю озимого – 39,2 ц/га, жита – 26,2 ц/га, гречки – 10,9 ц/га, проса – 14,5 ц/га, зернобобових культур – 20,6 ц/га, гороху – 20,9 ц/га, сої – 15,0 ц/га, ріпаку озимого – 28,3 ц/га, соняшнику – 27,7 ц/га і цукрових буряків – 383,0 ц/га.

У 2020 році відмічено максимально високу середньорічну температуру повітря – 9,8°С, що на 2,7°С вище середньобагаторічної норми, а також суму опадів за рік 583 мм, що на 19 мм менше середньобагаторічної норми. Це зумовило одержання найнижчої за весь період спостережень урожайності семи сільськогосподарських культур: зернових і зернобобових – 47,5 ц/га, пшениці озимої – 44,1 ц/га, кукурудзи – 52,8 ц/га, сої – 14,5 ц/га, ріпаку озимого – 28,2 ц/га, соняшнику – 27,2 ц/га, цукрових буряків – 398,3 ц/га та овочів – 200,3 ц/га.

Висновки. Впродовж 2011–2022 рр. середньорічна температура становила, залежно від року, від 7,9 до 9,8°С, що було на 0,8–2,7°С вище за середньо багаторічну температуру. За період часу з 2011 по 2022 рр. річна сума опадів відрізнялась від середньої багаторічної суми і коливалась в межах від 440 мм, що була на 162 мм менша за середньобагаторічну суму, до 714 мм, що було на 112 мм більше за середньобагаторічну суму опадів. За 12 років досліджень середня сума опадів за рік становила 595 мм, що було на 7 мм менше за середньобагаторічну норму.

У 2015 році відмічено найвищу середньорічну температуру повітря – 9,5°С, що була на 2,4°С вища середньобагаторічної норми, а також найменшу суму опадів за рік – 440 мм, що на 162 мм менше середньобагаторічної норми. Це зумовило одержання у цьому році найнижчої урожайності тринадцяти сільськогосподарських культур із шістнадцяти представлених. У 2020 році відмічено максимально високу середньорічну температуру повітря – 9,8°С, що на 2,7°С вище середньобагаторічної норми, а також суму опадів за рік 583 мм, що на 19 мм менше середньобагаторічної норми. Це зумовило одержання найнижчої за весь період спостережень урожайності семи сільськогосподарських культур. У 2021 році спостерігалась одна з найнижчих середньорічних температур за досліджуваний період – 8,1°С та більша за середньобагаторічну суму річна кількість опадів – 629 мм, що на 27 мм більше норми. Це сприяло отриманню найвищої урожайності за весь період спостережень 11 сільськогосподарських культур. У 2018 році, коли річна сума опадів була великою – 622 мм, що на 20 мм більше за середньобагаторічну норму, але відмічена висока середньорічна температура повітря, що була на 0,7°С вища, ніж у 2021 році, виявлено високу урожайність п'яти культур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сайко В. Ф. Землеробство в контексті змін клімату. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН» [спецвипуск]*. Київ: ВД «ЕКМО», 2008. С. 3–14.
2. Адаменко Т. Зміна клімату та сільське господарство в Україні: що варто знати фермерам? К.: Німецько-Український агрополітичний діалог, 2019. 36 с.
3. Петриченко В. Ф., Балюк С. А., Носко Б. С. Підвищення стійкості землеробства в умовах глобального потепління. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 9. С. 5–12.
4. Польовий В. М., Лукащук Л. Я., Лук'яник М. М. Вплив змін клімату на розвиток рослинництва в умовах західного регіону. *Вісник аграрної науки.* 2019. № 9 (798). С. 29–34.
5. Бабіченко В. М., Ніколаєва Н. В., Тушина Л. М. Зміни температури повітря на території України наприкінці XX та на початку XXI століть. *Український географічний журнал*. 2007. № 4. С. 3–12.
6. Тараріко О. Г., Ільєнко Т. В., Кучма Т. Л. Вплив змін клімату на продуктивність та валові збори зернових культур: аналіз та прогноз. *Український географічний журнал.* 2016. № 1. С. 14–22.
7. Майданович Н. Про вплив кліматичних змін на агросферу України: огляд. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2020. Вип. 27 (41). С. 162–175.
8. Ткачук О. П., Вітер Н. Г. Біологічні аспекти функціонування полезахисних лісосмуг в умовах зміни клімату. *Збалансоване природокористування.* 2022. № 1. С. 101–107. DOI: 10.33730/2310–4678.1.2022. 255218
9. Вінницький обласний центр з гідрометеорології. URL: https://meteo.vn.ua/ (дата звернення 28.01.2023.).
10. Державна служба статистики в Україні. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/ (дата звернення 28.01.2023.).

REFERENCES:

1. Saiko V. F. (2008), *Zemlerobstvo v konteksti zmin klimatu* [Agriculture in the context of climate change]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN» [spetsvypusk] – Collection of scientific works of the National Research Center "Institute of Agriculture of the Ukrainian Academy of Sciences" [special issue].* Kyiv: VD «EKMO». P. 3–14. [in Ukrainian].
2. Adamenko T. (2019), *Zmina klimatu ta silske hospodarstvo v Ukraini: shcho varto znaty fermeram?* [Climate change and agriculture in Ukraine: what should farmers know?]. K.: *Nimetsko-Ukrainskyi ahropolitychnyi dialoh – German-Ukrainian agropolitical dialogue*. 36 p. [in Ukrainian].
3. Petrychenko V. F., Baliuk S. A., Nosko B. S. (2013), *Pidvyshchennia stiikosti zemlerobstva v umovakh hlobalnoho poteplinnia* [Increasing the sustainability of agriculture in conditions of global warming]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Herald of Agrarian Science*. № 9. P. 5–12. [in Ukrainian].
4. Polovyi V. M., Lukashchuk L. Ia., Lukianyk M. M. (2019), *Vplyv zmin klimatu na rozvytok roslynnytstva v umovakh zakhidnoho rehionu* [The influence of climate change on the development of crop production in the conditions of the western region]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Herald of Agrarian Science*. № 9 (798). P. 29–34. [in Ukrainian].
5. Babichenko V. M., Nikolaieva N. V., Tushyna L. M. (2007), *Zminy temperatury povitria na terytorii Ukrainy naprykintsi 20 ta na pochatku 21 stolit* [Air temperature changes in the territory of Ukraine at the end of the 20th and the beginning of the 21st centuries]. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal – Ukrainian Geographical Journal*. № 4. P. 3–12. [in Ukrainian].
6. Tarariko O. H., Ilienko T. V., Kuchma T. L. (2016), *Vplyv zmin klimatu na produktyvnist ta valovi zbory zernovykh kultur: analiz ta prohnoz* [Impact of climate change on productivity and gross yield of grain crops: analysis and forecast]. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal – Ukrainian Geographical Journal*. № 1. P. 14–22. [in Ukrainian].
7. Maidanovych N. (2020), *Pro vplyv klimatychnykh zmin na ahrosferu Ukrainy: ohliad* [About the impact of climate change on the agricultural sector of Ukraine: an overview]. *Tekhniko-tekhnolohichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannia novoi tekhniky i tekhnolohii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy – Technical and technological aspects of development and testing of new equipment and technologies for agriculture of Ukraine*. Vol. 27 (41). P. 162–175. [in Ukrainian].
8. Tkachuk O. P., Viter N. H. (2022), *Biolohichni aspekty funktsionuvannia polezakhysnykh lisosmuh v umovakh zminy klimatu* [Biological aspects of the functioning of field protection forest strips in the conditions of climate change]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia – Balanced nature management*. № 1. P. 101–107. DOI: 10.33730/2310–4678.1.2022.255218 [in Ukrainian].
9. *Vinnytskyi oblasnyi tsentr z hidrometeorolohii* [Vinnytsia Regional Center for Hydrometeorology]. URL: https://meteo.vn.ua/(application date 28.01.2023.). [in Ukrainian].
10. *Derzhavna sluzhba statystyky v Ukraini* [State Service of Statistics in Ukraine]. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/ (application date 28.01.2023.). [in Ukrainian].

Ткачук О.П., Вітер Н.Г. Динаміка кліматичних показників та їх вплив на урожайність основних сільськогосподарських культур у Вінницькій області

Глобальне потепління має прямий вплив на особливості росту, розвитку та формування урожайності усіх сільськогосподарських культур.

Мета. Метою досліджень було проаналізувати та співставити динаміку кліматично-погодних умов та урожайності основних сільськогосподарських культур у Вінницькій області, що дозволить встановити фактичний вплив глобального потепління на зміну урожайності основних сільськогосподарських культур.

Методи. Дослідження проводилися проведенням аналізу динаміки метеорологічних параметрів за період 2011–2022 рр. за даними Вінницького обласного центру з гідрометеорології. Динаміку урожайності основних сільськогосподарських культур оцінювали на основі даних Державної служби статистики в Україні.

Результати. Впродовж 2011–2022 рр. середньорічна температура становила, залежно від року, від 7,9 до 9,8°С, що було на 0,8–2,7°С вище за середньо багаторічну температуру. За період часу з 2011 по 2022 рр. річна сума опадів відрізнялась від середньої багаторічної суми і коливалась в межах від 440 мм, що була на 162 мм менша за середньобагаторічну суму, до 714 мм, що було на 112 мм більше за середньобагаторічну суму опадів. За 12 років досліджень середня сума опадів за рік становила 595 мм, що було на 7 мм менше за середньобагаторічну норму.

У 2015 році відмічено найвищу середньорічну температуру повітря – 9,5°С, що була на 2,4°С вища середньобагаторічної норми, а також найменшу суму опадів за рік – 440 мм, що на 162 мм менше середньобагаторічної норми. Це зумовило одержання у цьому році найнижчої урожайності тринадцяти сільськогосподарських культур із шістнадцяти представлених. У 2020 році відмічено максимально високу середньорічну температуру повітря – 9,8°С, що на 2,7°С вище середньобагаторічної норми, а також суму опадів за рік 583 мм, що на 19 мм менше середньобагаторічної норми. Це зумовило одержання найнижчої за весь період спостережень урожайності семи сільськогосподарських культур. У 2021 році спостерігалась одна з найнижчих середньорічних температур за досліджуваний період – 8,1°С та більша за середньобагаторічну суму річна кількість опадів – 629 мм, що на 27 мм більше норми.

Висновки. Це сприяло отриманню найвищої урожайності за весь період спостережень 11 сільськогосподарських культур. У 2018 році, коли річна сума опадів була великою – 622 мм, що на 20 мм більше за середньобагаторічну норму, але відмічена висока середньорічна температура повітря, що була на 0,7°С вища, ніж у 2021 році, виявлено високу урожайність п’яти культур.

Ключові слова: клімат, зміна, температура, опади, урожайність, культури.

Tkachuk O.P., Viter N.G. Dynamics of climatic indicators and their influence on the productivity of the main agricultural crops in the Vinnytsia region

Global warming has a direct impact on the growth, development and productivity of all crops.

Purpose. The purpose of the research was to analyze and compare the dynamics of climatic and weather conditions and the productivity of the main agricultural crops in the Vinnytsia region, which will allow establishing

the actual impact of global warming on the change in the productivity of the main agricultural crops.

Methods. The research was carried out by analyzing the dynamics of meteorological parameters for the period 2011–2022 according to the data of the Vinnytsia Regional Center for Hydrometeorology. The yield dynamics of the main agricultural crops were evaluated based on the data of the State Statistics Service of Ukraine.

Results. During 2011–2022, the average annual temperature was, depending on the year, from 7.9 to 9.8°C, which was 0.8–2.7°C higher than the average long-term temperature. During the time period from 2011 to 2022, the annual amount of precipitation differed from the long-term average and ranged from 440 mm, which was 162 mm less than the long-term average, to 714 mm, which was 112 mm more than the long-term average. During the 12 years of research, the average amount of precipitation per year was 595 mm, which was 7 mm less than the average long-term norm.

In 2015, the highest average annual air temperature was recorded – 9.5°C, which was 2.4°C higher than the average long-term norm, as well as the lowest amount of precipitation for the year – 440 mm, which was 162 mm less than the average long-term norm. This led to the lowest yield of thirteen agricultural crops out of sixteen presented this year. In 2020, the highest average annual air temperature was recorded – 9.8°C, which is 2.7°C higher than the average long-term norm, as well as the amount of precipitation for the year 583 mm, which is 19 mm less than the average long-term norm. This caused the yield of seven agricultural crops to be the lowest for the entire period of observations. In 2021, one of the lowest average annual temperatures for the studied period was observed – 8.1°C, and the annual amount of precipitation was greater than the long-term average amount – 629 mm, which is 27 mm more than the norm.

Conclusions. This contributed to obtaining the highest yield for the entire observation period of 11 agricultural crops. In 2018, when the annual amount of precipitation was large – 622 mm, which is 20 mm more than the average long-term norm, but a high average annual air temperature was noted, which was 0.7°C higher than in 2021, a high yield of of cultures.

Key words: climate, change, temperature, precipitation, productivity, crops.

УДК 634.11/631.8
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.20

ПРИНЦИПИ ПІДБОРУ БІОПРЕПАРАТІВ У ПЛОДОВИХ САДАХ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

ТКАЧУК О.П. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-0647-6662
Вінницький національний аграрний університет
МІЗЕРІЙ А.Т. – аспірантка
orcid.org/0000-0002-7812-6792
Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Останнім часом розвиток галузі вітчизняного садівництва привертає велику увагу науковців та виробничників, адже цей напрям комплексного ведення сільського господарства забезпечує довгострокову економічну вигоду та стабільний збут продукції. З кожним роком нових плодових насаджень стає все більше, а виробники роблять ставку на перспективні сорти та органічне виробництво [1].

На сьогодні в Україні площі сільськогосподарських культур, в тому числі з плодовими насадженнями, у яких використовуються принципи органічного виробництва, хоч і повільно, але впевнено збільшуються. Такий перехід від традиційного до органічного виробництва плодів триває вже кілька років, але майбутнє садівництва саме за органічною продукцією [2].

Станом на 2022 рік плодові насадження яблуні в Україні займають половину усіх садово-ягідних культур нашої держави. Майже 60% яблуневих садів зосереджені у володінні приватних присадибних господарств [3].

Максимально адаптовані зони для яблуневого плодівництва в Україні сконцентровані у Західному Лісостепу та Придністров'ї. На ці території припадає майже 41% плодових насаджень, близько 25% яблуневих садів сконцентровані у придатних районах для плодівництва: Закарпатті – 5,5%, західному та центральному Степу – 9,4% і в північно-східному Лісостепу – 4,0% [3].

Найбільші площі яблуневих садів у Львівській, Чернівецькій, Вінницькій, Хмельницькій та Закарпатській областях. Понад 60% від загального обсягу збору яблук припадає на ці регіони [4]. За даними Міністерства аграрної політики та продовольства України станом на кінець 2022 року, Закарпаття є лідером грантових програм зі створення садів інтенсивного типу [5].

У більшості регіонів України є об'єктивні умови для розвитку високотоварного виробництва яблук в основному через сприятливі ґрунтово-кліматичні умови. Проте завдяки інтенсивному вирощуванні вітчизняні сади здатні не тільки задовольнити потреби внутрішнього ринку, а й виробити значний обсяг плодів на експорт. За весь період експлуатації інтенсивного саду, урожайність та якість плодів у ньому вища, ніж у класичному саду.

Інтенсивне садівництво вже давно поширене в більшості європейських країн, а також у південних регіонах і центральній зоні України. Воно являє собою менш витратні, високопродуктивні та високотехнологічні яблуневі сади, з кращою якістю отриманих плодів, як у промисловому, так і в присадибному садівництві [6].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Яблуня – найпопулярніша та широко розповсюджена зерняткова плодова культура країн помірного клімату, що здатна адаптуватись до вирощування у різних кліматичних умовах, одна з найбільш широко культивованих у світі, плоди якої містять корисні елементи, добре зберігаються та легко транспортуються. Все це сприяє великому експортному потенціалу цієї культури [7].

У більшості розвинених країнах світу розширюється промислова закладка інтенсивних яблуневих садів на слаборослих клонових підщепах. Вже на 3-й рік після посадки такий тип насадження вступає у плодоношення, тоді як класичні – на 6–8-й рік, швидко нарощують промислові врожаї плодів та збільшують економічну ефективність виробництва більш ніж удвічі [8].

Високий експортний потенціал плодової продукції яблук може бути забезпечений одержанням органічної продукції. А це вимагає суттєвих змін у технології вирощування яблуні, зокрема у напрямі застосування добрив та захисті насаджень від шкодочинних організмів. Одним із важливих компонентів у технології вирощування плодових культур є впровадження біопрепаратів нового покоління, які відрізняються більш високою ефективністю та екологічною безпекою та направлені на стимулювання і регуляцію росту і розвитку дерев, захист їх від дії шкідників та хвороб, а також допомагають насадженням подолати стресові умови: посуху, заморозки, перезволоження, буревії та інші несприятливі чинники навколишнього середовища [9].

Практична зацікавленість у біологічних препаратах зумовлена тим, що вони дозволяють одержати органічну продукцію плодів, а також безпечні для теплокровних тварин, людини, комах-запилювачів. Також вони проявляють високу селективність, не забруднюють навколишнє середовище та не призводять до деградації ґрунтів [10].

Біологічні добрива стають ефективним засобом підвищення дії мінеральних добрив, а за умов органічного виробництва – їх альтернативою. На сьогодні біологічні препарати застосовують також для збагачення ризосфери рослин корисними мікроорганізмами, які відповідають за ефективне живлення плодових культур поживними елементами з ґрунту. Живлення рослин залежить від того, який вид мікроорганізмів домінує в ризосфері [11].

Заселяючи прикореневу зону, мікроорганізми переводять недоступні форми азоту, фосфору та калію ґрунту в доступні для рослини форми, стримують розвиток та знищують патогенну мікрофлору – збудників хвороб культури, продукують фітогормони, які безпосередньо впливають на ріст та розвиток рослин, їх стійкість до зовнішніх стресів, а отже, і на урожайність.

Біологічні препарати здатні на 15–25% підвищувати урожайність та якість і екологічну безпечність плодів, позитивно впливають на збереження родючості ґрунту, утворюють біологічно активні сполуки – фітобіотики, фітогормони, амінокислоти та вітаміни [12].

Встановлено, що найвища ефективність біопрепаратів досягається при вирощуванні культур по мінеральних агрофонах, які не перевищують фізіологічно й агрономічно доцільних показників. При цьому коефіцієнти засвоєння рослинами поживних речовин з добрив суттєво зростають, що позитивно позначається на урожайності. Дія препаратів за цих умов еквівалентна впливу мінерального азоту на рівні 30–60 кг/га, фосфору – 20–30 кг/га залежно від культури. Постійне внесення мінеральних добрив та інтенсивний обробіток зменшує кількість ґрунтових мікроорганізмів. Тому регулярне внесення мікробіологічних препаратів дає можливість ґрунтовій біоті відновитись швидше [13]. В якості регуляторів росту широко використовуються препарати стимулюючої дії. Використання таких речовин дозволяє активізувати процеси росту рослин, що призводить до підвищення показників урожайності [14].

Мета – систематизація усіх груп біопрепаратів, що можуть використовуватися у садівництві за різними напрямами дії.

Матеріали та методика дослідження. Дослідження проводилися на основі опрацювання літературних джерел для класифікації та систематизації новітніх біопрепаратів, що можуть використовуватися при вирощуванні плодових культур у садах.

Результати досліджень. Усю сукупність груп біопрепаратів, які можна використовувати на плодових насадженнях можна розділити на біодобрива, біопестициди, антистресанти та біопрепарати комплексної дії. За характером використання на тих чи інших культурах їх можна поділити на універсальні, що застосовуються на багатьох видах та специфічні, які призначені для однієї культури або подібних між собою культур (табл. 1).

Використання біодобрив у посадках плодових культур ґрунтується на поліпшенні їх азотного та фосфорного живлення. Зокрема препарати на основі вільноживучих та асоціативних азотфіксуючих бактерій призначені для покращення азотного живлення широкого кола сільськогосподарських культур. Композиція азотфіксуючих бактерій характеризується комплексною дією на рослини. Вільноживучі азотфіксатори роду бактерій *Azotobacter* здатні фіксувати атмосферний азот та накопичувати його у верхньому шарі ґрунту, збагачуючи його азотом у доступній для рослин формі [15].

Мікроорганізми роду *Azospirillum* є асоціативними азотфіксуючими бактеріями, що колонізують ризосферу та ризоплану рослини. Вони фіксують атмосферний азот у безпосередній близькості до кореня, сприяють його засвоєнню рослиною, підвищують здатність коренів утримувати воду та посилюють ріст рослини в цілому.

Поєднання вільноживучих та асоціативних азотофіксуючих бактерій доповнюють дію один одного, забезпечуючи найбільш ефективне накопичення сполук азоту в результаті їх біологічної азотфіксації та сприячи підвищенню вмісту доступного азоту в ґрунті до 40 кг/га і зниженню норми внесення азотних мінеральних добрив [16].

Іншим представником біодобрив є препарат ґрунтових спорових бактерій та мікроміцетів, які характеризуються високою фосфатмобілізуючою активністю, призначений для покращення фосфорного живлення сільськогосподарських культур.

Ефективність такого біодобрива забезпечується комплексною дією спорових бактерій *Bacillus megaterium* і *Bacillus amyloliquefaciens* та мікроміцетів *Trichoderma harzianum*. Мікроорганізми *Bacillus megaterium* і *Trichoderma harzianum* мобілізують неорганічний фосфор завдяки синтезу комплексу органічних та неорганічних кислот, бактерії *Bacillus amyloliquefaciens* мобілізують органічні сполуки фосфору за рахунок продукування ферментів – фосфатаз [14].

Біопрепарати захисної та стимулюючої дії з підвищеною антибактеріальною та антигрибковою активністю

Таблиця 1

Система груп біопрепаратів для плодових садів

Група біопрепаратів	Тип біопрепарату	Діюча речовина	Препарат
Біодобриво (біоактиватор)	Універсальний	*Azotobacter chroococcum, Azotobacter vinelandii, Azospirillum brasilense, Azospirillum lipoferum*	Біонорма Азот
Біодобриво (біоактиватор)	Універсальний	*Bacillus megaterium* і *Bacillus amyloliquefaciens, Trichoderma harzianum*	Біонорма Фосфор
Біопестицид (біофунгіцид)	Універсальний	*Pseudomonas fluorescens, Pseudomonas aureofaciens, Pseudomonas putida*	Біонорма Pseudomonas
Біопестицид (біофунгіцид)	Універсальний	*Trichoderma harzianum, Trichoderma lignorum, Trichoderma viride*	Біонорма Trichoderma
Біопестицид (біоінсектицид)	Універсальний	Авермектини, що продукуються *Streptomyces avermitilis*	Актарофіт
Комплексний біостимулятор росту	Спеціалізований	*Pseudomonas fluorescens, Paenibacillus polymyxa, Bacillus subtilis, Streptomyces* sp.	Біонорма Сад
Антистресант	Універсальний	*Pseudomonas fluorescens, Pseudomonas putida, Paenibacillus polymyxa*	Біонорма Антистрес

для захисту від фітопатогенних мікроорганізмів – збудників захворювань культурних рослин розробляються на основі бактерій *Pseudomonas*. Ці бактерії здатні продукувати антибіотики групи феназинів, пірролнітрин та сульфацезин, які пригнічують розвиток фітопатогенів як бактеріального, так і грибкового походження. Феназини індукують утворення активних форм кисню всередині клітин усіх фітопатогенних мікроорганізмів, що призводить до їх загибелі. Пірролнітрин порушує осмотичний тиск клітин грибкових фітопатогенів, призводячи до їх автолізу [15].

Біофунгіциди на основі бактерії *Pseudomonas* забезпечують захист культурних рослин, в тому числі плодових від потенційних збудників захворювань бактеріального та грибкового походження: фітопатогенних грибів родів *Fusarium, Phytium, Helmintosporiumm, Cladosporium, Colletotrichium, Botrytis, Rhizopus, Sclerotinia, Septoria* та бактерій родів *Erwinia, Xanthomonas, Pseudomonas.*

Антибіотик сульфацезин володіє бактеріостатичною активністю, призводить до порушення синтезу тетрагідрофолієвої кислоти, необхідної для синтезу пуринів і піримідинів бактеріальної клітини, тобто основних структурних елементів її ДНК [16].

Біофунгіциди для захисту рослин від захворювань викликаних збудниками грибкового походження розроблені на основі спор та міцеліїв представників грибів роду *Trichoderma*. Ефективність препарату забезпечується широким спектром властивостей мікроміцетів роду *Trichoderma*, дія яких спрямовується на боротьбу зі збудниками хвороб грибкового походження [15].

До таких властивостей належать: мікопаразитизм – пряме атакування видами *Trichoderma* патогенних форм мікроскопічних грибів, за якого *Trichoderma* завдяки синтезу літичних ферментів (b-глюканаз, хітиназ, протеаз) проникає через клітинну оболонку в клітину фітопатогену та повністю руйнує її зсередини; синтез антибіотичних сполук, які згубно впливають на інші форми мікроміцетів; конкурентні переваги *Trichoderma* порівняно з патогенними формами грибів у процесі харчування та розмноження, завдяки чому види *Trichoderma* витісняють інших представників грибного царства зі своєї ніші; пошкодження структури та деактивація ферментів фітопатогенів, які забезпечують їхні інфекційні властивості шляхом руйнування клітинної стінки рослин, сприяючи патогену потрапити всередину [16].

Біофунгіциди на основі *Trichoderma* ефективні від грибкових хвороб фітофторозу, альтернаріозу, ризоктоніозу, фузаріозу, парші, чорної ніжки, антракнозу, переноспорозу, борошнистої роси, білої і сірої гнилі.

Біоінсектициди розробляються на основі природних авермектинів – специфічних нейротоксинів, які здатні проникати в організм комах-шкідників кишковим або контактним способом та уражувати їх нервову систему. Виробляються авермектини корисним ґрунтовим грибком *Streptomyces avermitilis*. Ефективний препарат проти шкідників саду: попелиці, кліщі, листокрутки, п'ядуни, совки.

Біопрепарати для захисту культурних рослин від несприятливих умов навколишнього середовища становлять групу нового типу – антистресантів. До складу таких препаратів входять кілька видів мікроорганізмів із синергічною дією, які забезпечують комплексне відновлення рослинного організму.

Представники роду *Pseudomonas* синтезують фітогормони групи ауксинів, дія яких спрямовується на відновлення і розвиток кореневої системи рослини. Бактерії *Paenibacillus polymyxa* завдяки своїй схильності до формування біоплівок на поверхні кореня створюють захисний шар навколо підземної частини рослини, захищаючи її від проникнення будь-яких патогенних форм ґрунтових бактерій та грибків. Асоціативні азотфіксатори *Azospirillum lipoferum* поповнюють запаси азоту в родючому шарі ґрунту, а завдяки здатності закріплюватися в ризоплані рослини ці бактерії активно постачають азот до поверхні кореня та забезпечують посилене азотне живлення рослин. Мікроорганізми виду *Pseudomonas putida* мають здатність розкладати залишки пестицидів та агрохімікатів у ґрунті, нейтралізуючи у такий спосіб післядію цих препаратів для наступних культур сівозміни. Це забезпечує відновлення та захист рослинного організму після дії стресових чинників: впливу високих та низьких температур, посухи, засоленості ґрунту, надлишку пестицидів та агрохімікатів [14, 15].

Синергічна дія 4-х видів бактерій забезпечує швидке відновлення рослинного організму, рослина надійно захищена від стресових чинників, які можуть впливати на неї впродовж вегетаційного періоду. Завдяки внесенню бактерій з корисними агрономічними властивостями відновлюється нормальна мікробіота ґрунту, а також відбувається процес знезараження ґрунту від залишків пестицидів та агрохімікатів.

Комплексна стимулююча дія біопрепаратів на плодові насадження може проявлятися у захисті насаджень від хвороб та одночасній стимуляції росту і живлення рослин. Такі біопрепарати містить три види бактерій та представника роду стрептоміцетів, які разом забезпечують повноцінний захист садових культур, особливо на початкових етапах вегетаційного періоду. Профілактика захворюваності садових культур забезпечується дією бактерії *Paenibacillus polymyxa*, яка вкриває поверхню кореня рослини біоплівкою, непроникною для патогенних форм мікроорганізмів. *Pseudomonas luorescens* забезпечує повноцінний розвиток кореневої системи, синтезує фітогормони ауксини, які сприяють швидкому збільшенню площі підземної частини рослини, а отже – покращують її водне та мінеральне живлення, підвищують вегетаційні показники та врожайність. Захист рослини відбувається насамперед завдяки активному продукуванню біоагентами препарату (*Bacillus subtilis, Streptomyces* sp.) низки антибіотичних сполук, які чинять опір фузаріозу, септоріозу, рамуляріозу, фітофторозу, кореневій та м'якій гнилі, а також іншим поширеним хворобам садових культур, що викликаються грибами родів *Fusarium, Septoria, Aspergillus, Phytophthora, Colletotrichium, Botrytis, Rhizopus* та бактеріями родів *Erwinia, Clavibacter ma Xanthomonas* [16].

Висновки. Отже на сьогодні органічне плодівництво може бути забезпечене біопрепаратами різнонаправленої дії: біодобривами, що поліпшують азотне та фосфорне живлення рослин та суттєво обмежують використання традиційних добрив; біопестицидами, що

захищають плодові насадження від комплексу грибково-бактеріальних хвороб; антистресантами, які дозволяють рослинам плодових культур подолати несприятливі впливи факторів навколишнього середовища: ґрунтові, кліматичні, токсикологічні; а також комплексні біопрепарати, які поєднують одночасно кілька напрямів позитивного впливу на рослини, зокрема захисту та стимуляції росту і розвитку. За поєднання цих препаратів у технології вирощування плодових культур можна значно зменшити застосування мінеральних добрив та синтетичних пестицидів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кондратюк С. Високотехнологічне садівництво в Україні. *Агроном*. 2017. URL: https://www.agronom.com.ua/igor-tymofeyev-dyrektor-tov-agrokompleks-vinnychchyna/ (дата звернення 21.01.2023)
2. Гаврилюк А. Площі земель з органічним статусом за п'ять років зросли на 133 тис. га. *Agrotimes.* 2022. URL: https://agrotimes.ua/agronomiya/ploshhi-zemel-z-organichnym-statusom-za-pyat-rokiv-zrosly-na-133-tys-ga/ (дата звернення 21.01.2023)
3. Як вирощувати яблука? *Fresh-простір*. 2022. URL: https://www.freshprostir.com/about (дата звернення 21.01.2023)
4. Закарпаття – лідер грантових програм зі створення садів та теплиць. Міністерство аграрної політики та продовольства України. 2022. URL: https://minagro.gov.ua/news/zakarpattya-lider-grantovih-program-zi-stvorennya-sadiv-ta-teplic (дата звернення 21.01.2023)
5. Власова О. Закладання інтенсивного саду. *Pressreade*. 2017. URL: https://www.pressreader.com/ukraine/agrobusiness-segodni/20170210/282484298504713 (дата звернення 21.01.2023)
6. Міттермайр М. Головний вибір. *AgroTimes*. 2022. URL: https://agrotimes.ua/article/vygraty-rynok-yabluk-pershoklasni-sorty-yabluk-vid-griba-ta-suchasni-metody-vyroshhuvannya/ (дата звернення 21.01.2023)
7. Ткаленко Г. Біологічний метод захисту рослин в Україні: реалії і перспективи. *Агробізнес сьогодні*. 2022. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/25041-biolohichnyi-metod-zakhystu-roslyn-v-ukraini-realii-i-perspektyvy.html (дата звернення 21.01.2023)
8. Стимулятори росту. *Agrowet.com*. 2022. URL: http://agrowet.com/stymulyatory (дата звернення 21.01.2023)
9. Біодобрива та стимулятори росту. *ENZIM Biotech agro*. 2022. URL: https://agro.enzim.biz/biofertilizers.html (дата звернення 21.01.2023)
10. Волошина В. Закладання інтенсивного саду. *Пропозиція*. 2020. №4. 2020. URL: https://propozitsiya.com/ua/zakladannya-intensyvnogo-sadu (дата звернення 21.01.2023)
11. Що обрати: мікробні препарати, добрива або їх поєднання? Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН. 2022. URL: https://ismav.com.ua/%D1%89%D0%BE-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%BC%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BD%D1%96-%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B8%D0%B2%D0%B0/ (дата звернення 21.01.2023)
12. Шевчук В. В., Дідур І. М. Дія регуляторів росту рослин на морфогенез проростків і лабораторну схожість насіння гороху озимого сорту НС Мороз. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 2. 2019. URL: https://visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/articles/2019/2/13.pdf (дата звернення 21.01.2023)
13. Основи підживлення інтенсивних насаджень яблуні та інших зерняткових культур. *Agrovio*. 2020. URL: https://agrovio.com.ua/article.php?id=100 (дата звернення 21.01.2023)
14. Біопрепарати для захисту рослин: види і способи застосування. *Біохім-Сервіс*. 2022. URL: https://biochem-service.com.ua/blog/biopreparati-dlya-zahistu-roslin-vidi-i-sposobi-zastosuvannya/ (дата звернення 21.01.2023)
15. Ткаленко Г. М. Застосування біологічних інсектицидів. *Овочі та фрукти*. 2021. URL: https://www.pro-of.com.ua/zastosuvannya-biologichnix-insekticidiv/ (дата звернення 21.01.2023)
16. Біопрепарати біонорма. *BioNorma*. 2018. URL: https://bionorma.ua/biozakhyst/bionorma-sad-10-l/ (дата звернення 21.01.2023)

REFERENCES:

1. Kondratiuk S. (2017), *Vysokotekhnolohichne sadivnytstvo v Ukraini* [High-tech horticulture in Ukraine]. *Ahronom – Agronomist*. URL: https://www.agronom.com.ua/igor-tymofeyev-dyrektor-tov-agrokompleks-vinnychchyna/ (application date 21.01.2023) [in Ukrainian].
2. Havryliuk A. (2022), *Ploshchi zemel z orhanichnym statusom za piat rokiv zrosly na 133 tys. ha* [The area of land with organic status increased by 133 thousand hectares in five years]. *Agrotimes*. URL: https://agrotimes.ua/agronomiya/ploshhi-zemel-z-organichnym-statusom-za-pyat-rokiv-zrosly-na-133-tys-ga/ (application date 21.01.2023) [in Ukrainian].
3. Iak vyroshchuvaty yabluka? [How to grow apples?]. *Fresh-prostir – Fresh space*. 2022. URL: https://www.freshprostir.com/about (application date 21.01.2023) [in Ukrainian].
4. Zakarpattia – lider hrantovykh prohram zi stvorennia sadiv ta teplyts. Ministerstvo ahrarnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy [Transcarpathia is the leader of grant programs for creating gardens and greenhouses. Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine]. 2022. URL: https://minagro.gov.ua/news/zakarpattya-lider-grantovih-program-zi-stvorennya-sadiv-ta-teplic (application date 21.01.2023) [in Ukrainian].
5. Vlasova O. (2017), *Zakladannia intensyvnoho sadu*. [Planting an intensive garden]. *Pressreade*. URL: https://www.pressreader.com/ukraine/agrobusiness-segodni/20170210/282484298504713 (application date 21.01.2023) [in Ukrainian].
6. Mittermair M. (2022), *Holovnyi vybir* [The main choice]. *AgroTimes*. URL: https://agrotimes.ua/article/vygraty-rynok-yabluk-pershoklasni-sorty-yabluk-vid-griba-ta-suchasni-metody-vyroshhuvannya/ (application date 21.01.2023) [in Ukrainian].
7. Tkalenko H. (2022), *Biolohichnyi metod zakhystu roslyn v Ukraini: realii i perspektyvy* [Biological method of

plant protection in Ukraine: realities and prospects]. *Ahrobiznes sohodni – Agribusiness today*. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/25041-biolohichnyi-metod-zakhystu-roslyn-v-ukraini-realii-i-perspektyvy.html (application date 21.01.2023) [in Ukrainian].
8. *Stymuliatory rostu* [Growth stimulants]. *Agrowet.com*. 2022. URL: http://agrowet.com/stymulyatory (application date 21.01.2023) [in Ukrainian].
9. Biodobryva ta stymuliatory rostu. [Biofertilizers and growth stimulants]. *ENZIM Biotech agro.* 2022. URL: https://agro.enzim.biz/biofertilizers.html (application date 21.01.2023) [in Ukrainian].
10. Voloshyna V. (2020), *Zakladannia intensyvnoho sadu* [Planting an intensive garden]. *Propozytsiia – Offer*. № 4. URL: https://propozitsiya.com/ua/zakladannya-intensyvnogo-sadu (application date 21.01.2023) [in Ukrainian].
11. Shcho obraty: mikrobni preparaty, dobryva abo yikh poiednannia? Instytut silskohospodarskoi mikrobiolohii ta ahropromyslovoho vyrobnytstva NAAN [What to choose: microbial preparations, fertilizers or their combination? Institute of Agricultural Microbiology and Agro-Industrial Production of the National Academy of Sciences]. 2022. URL: https://ismav.com.ua/%D1%89%D0%BE-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%BC%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BD%D1%96-%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B8%D0%B2%D0%B0/ (application date 21.01.2023) [in Ukrainian].
12. Shevchuk V. V., Didur I. M. (2019), *Diia rehuliatoriv rostu roslyn na morfohenez prorostkiv i laboratornu skhozhist nasinnia horokhu ozymoho sortu NS Moroz* [Effect of plant growth regulators on seedling morphogenesis and laboratory seed germination of winter pea variety NS Moroz]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Bulletin of the Uman National University of Horticulture*. № 2. URL: https://visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/articles/2019/2/13.pdf (application date 21.01.2023) [in Ukrainian].
13. Osnovy pidzhyvlennia intensyvnykh nasadzhen yabluni ta inshykh zerniatkovykh kultur [Basics of fertilizing intensive plantings of apple trees and other grain crops]. *Agrovio*. 2020. URL: https://agrovio.com.ua/article.php?id=100 (application date 21.01.2023) [in Ukrainian].
14. Biopreparaty dlia zakhystu roslyn: vydy i sposoby zastosuvannia. [Biological preparations for plant protection: types and methods of application]. *Biokhim-Servis – Biochem Service*. 2022. URL: https://biochem-service.com.ua/blog/biopreparati-dlya-zahistu-roslin-vidi-i-sposobi-zastosuvannya/ (application date 21.01.2023) [in Ukrainian].
15. Tkalenko H. M. (2021), *Zastosuvannia biolohichnykh insektytsydiv* [Use of biological insecticides]. *Ovochi ta frukty – Vegetables and fruits*. URL: https://www.pro-of.com.ua/zastosuvannya-biologichnix-insekticidiv/ (application date 21.01.2023) [in Ukrainian].
16. Biopreparaty bionorma. BioNorma [Biological preparations bionorma. BioNorma]. 2018. URL: https://bionorma.ua/biozakhyst/bionorma-sad-10-l/ (application date 21.01.2023) [in Ukrainian].

Ткачук О.П., Мізерій А.Т. Принципи підбору біопрепаратів у плодових садах органічного виробництва

Високий експортний потенціал плодової продукції яблук може бути забезпечений одержанням органічної продукції. А це вимагає суттєвих змін у технології вирощування яблуні, зокрема у напрямі заміни застосування мінеральних добрив та захисті насаджень від шкодочинних організмів синтетичними пестицидами на біологічні препарати.

Мета. Саме з метою систематизації усіх груп біопрепаратів, що можуть використовуватися у садівництві за різними напрямами дії і проводилися наші дослідження.

Методи. Дослідження проводилися на основі опрацювання літературних джерел для класифікації та систематизації новітніх біопрепаратів, що можуть використовуватися при вирощуванні плодових культур у садах.

Результати. Усю сукупність груп біопрепаратів, які можна використовувати на плодових насадженнях можна розділити на біодобрива, біопестициди, антистресанти та біопрепарати комплексної дії. За характером використання на тих чи інших культурах їх можна поділити на універсальні, що застосовуються на багатьох видах та специфічні, які призначені для однієї культури або подібних між собою культур. На сьогодні органічне плодівництво може бути забезпечене біопрепаратами різнонаправленої дії: біодобривами, що поліпшують азотне та фосфорне живлення рослин та суттєво обмежують використання традиційних добрив; біопестицидами, що захищають плодові насадження від комплексу грибково-бактеріальних хвороб; антистресантами, які дозволяють рослинам плодових культур подолати несприятливі впливи факторів навколишнього середовища: ґрунтові, кліматичні, токсикологічні; а також комплексні біопрепарати, які поєднують одночасно кілька напрямів позитивного впливу на рослини, зокрема захисту та стимуляції росту і розвитку.

Висновки. За поєднання цих препаратів у технології вирощування плодових культур можна значно зменшити застосування мінеральних добрив та синтетичних пестицидів.

Ключові слова: плодові сади, органічне виробництво, біопрепарати.

Tkachuk O.P., Mizerii A.T. Principles of selection of biological preparations in orchards of organic production

The high export potential of apple fruit products can be ensured by obtaining organic products. And this requires significant changes in the technology of growing apple trees, in particular in the direction of replacing the use of mineral fertilizers and protecting plantations from harmful organisms with synthetic pesticides for biological preparations.

Purpose. Our studies were conducted precisely with the aim of systematizing all groups of biological preparations that can be used in horticulture according to different directions of action.

Methods. The research was conducted on the basis of processing literary sources for the classification and systematization of the latest biological preparations that can be used in the cultivation of fruit crops in gardens.

Results. The entire set of groups of biological preparations that can be used on fruit plantations can be divided into biofertilizers, biopesticides, anti-stressors and biological preparations of complex action. According to the

nature of their use on certain crops, they can be divided into universal ones, which are used on many species, and specific ones, which are intended for one culture or similar cultures. Today, organic fruit growing can be provided with biological preparations of multidirectional action: biofertilizers that improve nitrogen and phosphorus nutrition of plants and significantly limit the use of traditional fertilizers; biopesticides that protect fruit plantations from a complex of fungal and bacterial diseases; anti-stressors that allow fruit plants to overcome the adverse effects of environmental factors: soil, climate, toxicological; as well as complex biological preparations that simultaneously combine several areas of positive influence on plants, in particular protection and stimulation of growth and development.

Conclusions. By combining these drugs in the technology of growing fruit crops, the use of mineral fertilizers and synthetic pesticides can be significantly reduced.

Key words: orchards, organic production, biological preparations.

УДК 634.13:631.8
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.21

ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ НАСАДЖЕНЬ ГРУШІ ЗАЛЕЖНО ВІД ОПТИМІЗОВАНОГО ҐРУНТОВОГО УДОБРЕННЯ ЗА ПОВТОРНОЇ КУЛЬТУРИ

ЯКОВЕНКО Р. В. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-7263-7092
Уманський національний університет садівництва

Постановка проблеми. Застосування добрив у насадженнях плодових культур, залежно від змін властивостей ґрунту за багаторічного вирощування самих деревних садових фітоценозів і типу підщепи та вікових періодів життя й плодоношення залишається недостатньо вивченою, особливо за повторного вирощування насаджень, де може проявлятися ґрунтовтома [1-4].

Мінеральне живлення плодових дерев є важливою складовою частиною обміну речовин у рослині. Серед елементів, які плодова рослина споживає у великих кількостях і якими потрібно поповнювати ґрунтові запаси є макроелементи (NPK) [5; 6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У плодоносних насадженнях зерняткових культур оптимальна забезпеченість дерев азотом відіграє значну роль у підтриманні високої продуктивності плодової деревини, для зав'язування плодів і зменшення їх осипання у період формування врожаю та диференціації плодових утворень [7–9]. Поряд з тим надмірно високий вміст нітратного азоту в ґрунті під плодовими деревами може блокувати їхнє живлення фосфором, залізом та іншими елементами, що викликає фізіологічні захворювання і зниження продуктивності, а головне наносить шкоду екології шляхом промивання нітратного азоту в глибші шари ґрунту [10–15].

Висока значимість забезпечення плодових рослин фосфором зумовлена нормальним проходженням репродуктивних процесів – цвітіння і плодоношення, але нестача фосфору може позначатися і на ростових процесах яблуні, навіть при нормальному забезпеченні іншими елементами. Досить важлива роль фосфору в таких життєвих процесах, як фотосинтез і дихання, а також в інших функціях біоенергетики і біосинтезу. Надмірне забезпечення плодових дерев фосфором може зумовити недостатнє живлення азотом і цинком [11–18].

Калій подібно до азоту є одним з найнеобхідніших для розвитку плодових культур елемент живлення. Застосуванням калійних добрив у різні фази росту і розвитку плодових насаджень сприяють підвищенню врожайності, кращій якості плодів і підтриманню відносно стабільного рівня концентрації калію в листі. Слід також враховувати, що за підвищеної врожайності плодових культур спостерігається зниження вмісту калію в ґрунті, нижче оптимального рівня, у зв'язку з більшим поступленням його в плоди [19–22]. Тому оптимізоване застосування мінеральних добрив у насадженнях плодових культур, особливо груші, потребує подальшого всебічного вивчення.

Мета статті. Встановити вплив оптимізованого удобрення на поживний режим темно-сірого опідзоленого ґрунту та врожайність дерев досліджуваних сортів груші в різні вікові періоди росту і плодоношення за повторної культури.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження зазначених питань проводились впродовж 2010–2019 рр. у тривалому досліді з уточненням параметрів оптимізованих фонів мінерального живлення закладеного в 2010 р. з сортами груші Конференція й Основ'янська 2007 р. садіння (підщепа айва А) на місці викорчуваного грушевого саду зі схемою садіння 5×3 м. Схема досліду включала варіанти: 1) без удобрення (абсолютний контроль), 2) $N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль), 3) розрахункові норми добрив (фон), 4) фон + N_{30}, 5) фон + $N_{30}K_{30}$, 6) фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$. У різні роки норми азотних добрив були у межах 35–55 кг/га азоту. За результатами агрохімічних аналізів у 2012 і 2018 роках доводили вміст рухомих форм фосфору і калію до оптимальних рівнів на удобрюваних ділянках. Восени вносили суперфосфат і калій хлористий, а на весні – аміачну селітру.

Відбір зразків і підготовку їх до аналізу для визначення поживного режиму ґрунту в насадженні груші проводили у шарі 0–60 см згідно з ДСТУ 4287 [23] і ДСТУ ISO 11464 [24]. Крок відбору проб проводився з 20-сантиметрових шарів ґрунту по профілю в кінці липня на початку серпня (після закінчення росту пагонів).

Визначення вмісту мінерального азоту (за нітрифікаційною здатністю ґрунту) за методом Кравкова [25], а рухомі форми фосфору та калію – Егнера–Ріма–Домінго [26]. Облік урожайності проводили після ручного збирання плодів на кожній дослідній ділянці [27]. Для статистичної обробки результатів досліджень і визначення достовірності та істотності одержаних експериментальних даних застосовували дисперсійний та кореляційний методи статистичного аналізу [28].

Результати досліджень. Дослідженнями встановлено, що різні досліджувані варіанти удобрення за оптимізованого удобрення насадження груші не однаково впливали на вміст основних макроелементів мінерального живлення у кореневмісному шарі ґрунту (табл. 1).

У період росту і плодоношення (2010–2012 рр.) найбільше доступних для живлення молодих дерев груші сполук азоту й фосфору та форм калію було за щорічного внесення рекомендованої норми добрив $N_{90}P_{60}K_{90}$, де їхній вміст перевищував відповідні показники на контрольних неудобрюваних ділянках та в варіантах з оптимізованим удобренням. У період плодоношення і росту (2013–2019 рр.) спостерігалося підвищення вмісту макроелементів у ґрунті на ділянках досліджуваних варіантів. Відмічалося підвищення

Таблиця 1

Поживний режим темно-сірого опідзоленого ґрунту за оптимізованого удобрення груші, мг/кг

Варіанти удобрення	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O
	в шарі 0–40 см	в шарі 0–60 см		в шарі 0–40 см	в шарі 0–60 см	
	середнє за 2010–2012 рр.			середнє за 2013-2019 рр.		
Без удобрення (контроль)	21,1	80,6	216,0	22,5	108,6	200,3
$N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль)	24,2	87,7	275,7	35,5	123,2	310,7
Розраховані норми добрив (фон)	22,5	83,5	243,3	25,2	92,0	259,2
Фон + N_{30}	23,2	83,2	253,7	30,4	91,6	263,0
Фон + $N_{30}K_{30}$	22,5	83,5	255,0	30,7	96,8	265,3
Фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$	22,8	84,2	255,2	31,2	117,1	266,1
$НІР_{05}$	1,0	4,2	12,7	1,5	4,2	12,6

вмісту нітратного азоту в варіантах з внесенням повного мінерального добрива ($N_{90}P_{60}K_{90}$ і Фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$) порівняно з контролем, відповідно, на 58 та 39%. Вміст рухомих сполук фосфору та форм калію в досліджуваних варіантах удобрення був у межах і вище оптимальних рівнів, а найбільший вміст спостерігався на ділянках контролю, де щорічно вносилися добрива у розрахунку 60 і 90 кг/га д.р. За оптимізованого фону вміст був на нижній межі оптимального забезпечення цими елементами (P_2O_5 і K_2O).

У результаті досліджень встановлено, що всередньому за роки досліджень при удобрені розрахованими за показниками агрохімічних аналізів ґрунту нормами азоту і калію вміст $N\text{–}NO_3$ (за нітрифікаційною здатністю ґрунту) і K_2O був у межах оптимальних рівнів (для яблуні) впродовж десятирічного періоду досліджень. Додаткове внесення добрив до розрахованих норм добрив сприяло істотному підвищенню у ґрунті азоту і калію, а найпомітніше – вмісту P_2O_5. Ці відмінності, відповідно, зумовлювались більшими потребами груші в живлені азотом і калієм, тому менше їх залишалося в ґрунті, а використовувалося деревами. Внесені з добривами сполуки фосфору за меншого використання рослинами більше поповнювали ґрунтові запаси фосфатів.

У досліді з оптимізованим удобренням груші залежно від показників квітування, зав'язування плодів і, особливо, збереження їх на деревах в період вступу в плодоношення, коли ще відбувався активний вегетативний ріст дерев, складався різний рівень урожайності плодів у дослідних варіантах удобрення (рис. 1). В середньому в 2010–2012 рр. за внесення добрив у насадженні груші сорту Конференція розрахованими оптимізованими дозами добрив для створення оптимальних рівнів їхнього мінерального живлення (фон) вона істотно перевищувала показники урожайності в абсолютному та виробничому контрольних варіантах, відповідно, на 1,2 та 0,4 т/га, а за додаткового внесення до фону $N_{30}K_{30}$ її рівень був істотно вищим, ніж у фоновому варіанті. Молоді дерева сорту Основ'янська менш інтенсивно вступали в плодоношення. У варіантах з удобренням вона також була істотно вища, ніж на неудобрюваних ділянках абсолютного контролю. Не висока врожайність молодих дерев груші крім віку, була також зумовлена складними погодними умовами в 2011 році, коли в травні місяці під час цвітіння відбулося пониження температури до –3°С.

У період плодоношення і росту (2013–2019 рр.) врожайність сорту Конференція в усіх дослідних варіантах

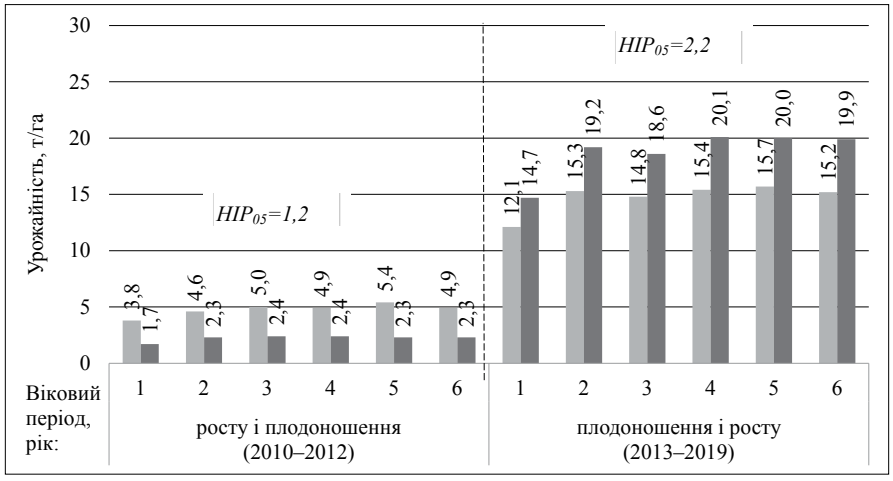


Рис. 1 Урожайність насаджень груші сорту Конференція ( ) і Основ'янська ( ) залежно від удобрення в різні вікові періоди: 1 – без удобрення (контроль), 2 – $N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль), 3 – розраховані норми добрив (фон), 4 – фон+N_{30}, 5 – фон+$N_{30}K_{30}$, 6 – фон+$N_{30}P_{30}K_{30}$

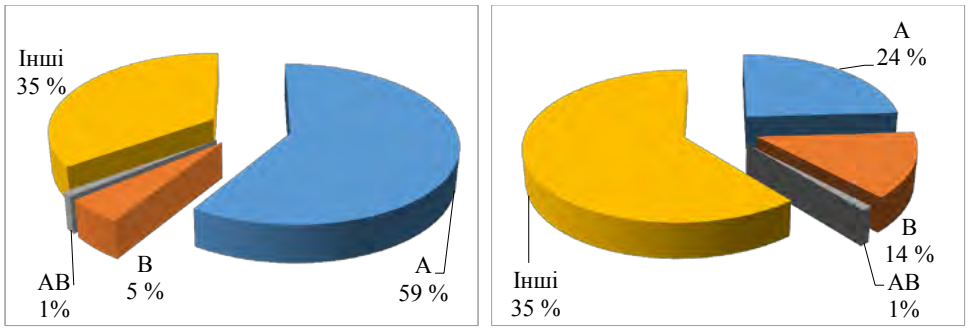


Рис. 2. Вплив чинників і їх взаємодія на урожайність дерев груші залежно від сорту та удобрення в різні вікові періоди дерев

Примітки: A – підщепа; B – удобрення; AB – взаємодія; 1 – період росту і плодоношення (2010–2012 рр.); 2 – період плодоношення і росту (2013–2019 рр.).

з удобренням була істотно вищою на 2,7–3,6 т/га, а сорту Основ'янська – на 3,9–5,4 т/га порівняно з її показниками на неудобрюваних контрольних ділянках. У цей період більш урожайним виявився сорт Основ'янська на відміну від попереднього періоду росту і плодоношення, коли урожайними була дерева сорту Конференція. Це зумовлювалося поряд із сортовими особливостями ще й складними погодними умовами в 2017 році, коли 11 травня в нічний період часу було пониження температури до –4°С, у результаті чого відбулося пошкодження зав'язі груші, що вплинуло в подальшому на врожайність насаджень. У сорту Конференція врожайність в досліджуваних варіантах була в межах 12,1–15,7 т/га, а сорту Основ'янська – 14,7–20,1 т/га.

За даними дисперсійного аналізу (рис. 2) на врожайність дерев у період росту і плодоношення (2010–2012 рр.) найвищий вплив мав чинник сорт (А) – 59%, вплив чинника оптимізованого удобрення (В) складав – 5%. У період плодоношення і росту спостерігалися зміни впливу факторів. Зокрема помітно збільшився вплив оптимізованого удобрення (чинник В) – 14% та зниження впливу сорту (чинник А) до 24%.

Висновки. За удобрення повторно вирощуваних насаджень груші розрахованими за показниками агрохімічних аналізів ґрунту нормами азоту і калію вміст $N–NO_3$ (за нітрифікаційною здатністю) і рухомих форм калію (K_2O) підтримується в межах оптимальних рівнів у кореневмісному шарі ґрунту 0–60 см впродовж десяти років вирощування насадження груші.

Зміни рівнів $N–NO_3$ і K_2O залежали від норм добрив та інтенсивності живлення плодових рослин азотом і калієм за менш оптимального забезпечення ними кореневмісного шару ґрунту, а рівні P_2O_5 – в основному від удобрення за менших потреб у живленні фосфором та вищого від оптимального вмісту його рухомих сполук у ґрунті.

Найвищу врожайність обох дослідних сортів груші Конференції й Основ'янської забезпечило удобрення з додатковим внесенням N_{30} та $N_{30}K_{30}$ до розрахованих норм азотного і калійного добрив (фон), відповідно, на 27 і 31 і 37 і 36% вищу, ніж з неудобрюваних дерев і на 1 і 5 та 7 і 6% – з удобрюваних за щорічного внесення $N_{90}P_{60}K_{90}$, де було менш збалансоване співвідношення азоту, фосфору і калію в живленні плодових дерев, хоч сумарна кількість добрив більша.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Kopytko P.G., Yakovenko R.V., Yakovenko O.V., Chepurnyi V.G., Fomenko O.O. Feasibility to Neutralize Replant Disease under the Recultivation of an Apple Orchard. *Indian Journal of Agricultural Research*. 2022. Vol. 56. P. 621-625. DOI: https://doi.org/10.18805/IJARe.AF-695
2. Kai T., Adhikari D. Effect of Organic and Chemical Fertilizer Application on Apple Nutrient Content and Orchard Soil Condition. *Agriculture*. 2021. Vol. 11, No 4. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture11040340
3. Yakovenko R. V., Kopytko P. G., Petrishina I. P., Butsyk R.M., Borysenko V.V. Productivity of Pear Plantings Depending on the Content of Main Macroelemants (n, p, k) in the Soil after Optimized Fertilization. *Indian Journal of Agricultural Research*. 2020. Vol. 54. P. 77–82. DOI: https://doi.org/10.18805/IJARe.A-454.
4. Вітчизняні технології виробництва, зберігання та переробки плодів і ягід в Україні / Гриник І.В., Омельченко І.К., Литовченко О.М., Кіщак О.А.. Київ: Преса України, 2012. 120 с.
5. Майдебура В.І., Майдебура О.В., Заморський В.В. Якість та тривалість зберігання плодів яблуні в залежності від рівня мінерального живлення. *Зб. наук. пр. УДАУ*. 2005. Ч. 1, № 61. С. 536–548.
6. Zrówno ważone nawożenie roślin ogrodniczych / ed. by P. Wójcika. Skierniewice, 2014. 64 p.
7. Chen Q, Ding N, Peng L, Ge SF, Jiang YM Effects of different nitrogen application rates on 15N-urea absorption, utilization, loss and fruit yield and quality of dwarf apple. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. 2017. Vol. 28, No 7. P. 2247–2253. DOI: https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.201707.001.
8. Kowalczyk W, Wrona D, Przybylko S. Effect of nitrogen fertilization of apple orchard on soil mineral nitrogen content, yielding of the apple trees and nutritional status of leaves and fruits. *Agriculture*. 2022. Vol. 12, No 12. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture12122169
9. Мельник О.В. Інтенсивний яблуневий сад: закладання і догляд. *Новини садівництва*. 2018. Ч. 5, № 3. С. 12–14.

10. Копитко П. Г. Удобрення плодових і ягідних культур. Київ: Вища школа, 2001. 206 с.
11. Kopytko P, Karpenko V, Yakovenko R, Mostoviak I. Soil fertility and productivity of apple orchard under a long-term use of different fertilizer systems. *Agronomy Researh*. 2017. Vol. 15, No 2. P. 444-455.
12. Куян В.Г., Пелехатий В.М. Інтенсифікація і концентрація плодівництва та основні шляхи їх вирішення в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. *Науковий вісник НУБІП*. 2012. № 180. С. 129–138.
13. Малюк Т.В., Пчолкіна Н. Г. Екологічні проблеми зрошуваних садів на півдні України. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2013. Вип. 79. С. 21–23.
14. Ding N, Chen Q, Xu HG, Ji MM, Jiang H, Jiang YM. Effect of fertilization depth on 15N-urea absorption, utilization and loss in dwarf apple trees. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. 2015. Vol. 26, No 3. P. 755–760.
15. Fan J, Shao M A, Hao M D, Wang Q J. Desiccation and nitrate accumulation of apple orchard soil on the Weibei dry land. *Journal of Applied Ecology*. 2004. Vol. 15. P. 1213–1216.
16. Neilsen, G., Yorston J. Soil disinfection and monoammonium phosphate fertilization increase precocity of apples on replant problem soils. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 1991. Vol. 116, No 4. P. 651–654.
17. Sha JC, Xia Y, Liu SZ, Liu JJ, Liu XX, Jiang YM, Ge SF. Effects of different phosphorus application rates on growth, 15N-urea absorption, and utilization characteristics of pear rootstocks. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. 2018. Vol. 29, No 5. P. 1437–1442.
18. Копитко П. Розумне удобрення. *Садівництво по-українськи*. 2019. № 3. С. 48–50.
19. Wójcik P. Nawozy i nawożenie drzew owocowych. Warszawa, 2009. 252 p.
20. Zhao Zuoping, Yan Sha, Liu Fen, Ji Puhui, Wang Xiaoying, Tong Yanan. Effects of chemical fertilizer combined with organic manure on Fuji apple quality, yield and soil fertility in apple orchard on the Loess Plateau of China. *Int J Agric end Biol Eng Open Access*. 2014. Vol. 7, No. 2. P. 45–51.
21. Яковенко Р. В., Копитко П. Г., Петришина І. П. Урожайність насадження груші залежно від змін родючості грунту за оптимізованого удобрення. *Зб. наук. пр. УНУС*. 2018. Ч. 1, № 92. С. 247–256.
22. Малюк Т.В. Діагностика якості мінерального живлення плодових культур. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015. Вип. 82. С. 45–50.
23. ДСТУ 4287:2004 Якість грунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005–07–01] К.: Держспоживстандарт України, 2005. 6 с.
24. ДСТУ ISO 11464 : 2007. Якість ґрунту. Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу (ISO 11464 : 2006, IDT). [Чинний від 2009–10–01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2012. 14 с.
25. ДСТУ 7538:2014. Якість ґрунту. Визначання нітрифікаційної здатності ґрунту методом Кравкова. [Чинний від 2015-04-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2015. 8 с.
26. ГОСТ 26208–91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Эгнера–Рима–Доминго. Взамен ГОСТ 26208–84; Введ. 29.12.91. М.: Изд-во стандартов, 1992. 6 с.
27. Кондратенко П.В., Бублик М.О. Методика проведення польових досліджень з плодовими культурами. Київ: Аграрна наука, 1996. 95 с.
28. Основи наукових досліджень в агрономії / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, П.В. Костогриз, В.П. Опришко. Вінниця: ПП «Едельвейс і К», 2014. 332 с.

REFERENCES:

1. Kopytko P.G., Yakovenko R.V., Yakovenko O.V., Chepurnyi V.G., Fomenko O.O. (2022). Feasibility to Neutralize Replant Disease under the Recultivation of an Apple Orchard. *Indian Journal of Agricultural Research*, Vol. 56. S. 621–625. DOI: https://doi.org/10.18805/IJARe.AF-695
2. Kai T., Adhikari D. (2021). Effect of Organic and Chemical Fertilizer Application on Apple Nutrient Content and Orchard Soil Condition. Agriculture. Vol. 11, No 4. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture11040340
3. Yakovenko R.V., Kopytko P.G., Petrishina I.P., Butsyk R.M., Borysenko V. V. (2020). Productivity of Pear Plantings Depending on the Content of Main Macroelemants (n, p, k) in the Soil after Optimized Fertilization. Indian Journal of Agricultural Research. Vol. 54. S. 77–82. DOI: https://doi.org/10.18805/IJARe.A-454.
4. Hrynyk I.V., Omelchenko I.K., Lytovchenko O.M., Kishchak O.A. (2012). Vitchyzniani tekhnolohii vyrobnytstva, zberihannia ta pererobky plodiv i yahid v Ukraini. [Domestic technologies of production, storage and processing of fruits and berries in Ukraine]. Kyiv : Press of Ukraine. 120 s. (in Ukrainian).
5. Maidebura V.I., Maidebura O.V., Zamorsky V.V. (2005). Yakist ta tryvalist zberihannia plodiv yabluni v zalezhnosti vid rivnia mineralnoho zhyvlennia. [Quality and duration of storage of apple fruit depending on the level of mineral nutrition]. Collection of scientific papers of UDAU. Uman, Part 1. № 61. S. 536-548. (in Ukrainian).
6. Zrówno ważone nawożenie roślin ogrodniczych (2014). [Balanced fertilization of horticultural plants]. / za red. P. Wójcika. Skierniewice 64 p. (in Polish)
7. Chen Q, Ding N, Peng L, Ge SF, Jiang YM (2017). Effects of different nitrogen application rates on 15N-urea absorption, utilization, loss and fruit yield and quality of dwarf apple. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. Vol. 28, No 7. S. 2247–2253. DOI: https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.201707.001.
8. Kowalczyk W, Wrona D, Przybylko S. (2022). Effect of nitrogen fertilization of apple orchard on soil mineral nitrogen content, yielding of the apple trees and nutritional status of leaves and fruits. Agriculture. Vol. 12, No 12. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture12122169
9. Melnyk O.V. (2018). Intensyvnyi yablunevyi sad: zakladannia i dohliad. [Intensive apple orchard: laying and care]. News of gardening. № 3. Part 5. S. 12–14. (in Ukrainian).
10. Kopytko P.G. (2001). Udobrennia plodovykh i yahidnykh kultur. [Fertilization of fruit and berry crops]. Kyiv: Vysha Shkola, 206 s. (in Ukrainian).
11. Kopytko P, Karpenko V, Yakovenko R, Mostoviak I. (2017). Soil fertility and productivity of apple orchard under a long-term use of different fertilizer systems. Agronomy Researh. Vol. 15, No 2. P. 444–455.
12. Kuyan V.G., Pelekhaty V.M. (2012). Intensyfikatsiia i kontsentratsiia plodivnytstva ta osnovni shliakhy yikh vyrishennia v riznykh gruntovo-klimatychnykh zonakh Ukrainy. [Intensification and concentration of fruit growing and the main ways of their solution in different soil and climatic zones of Ukraine]. Scientific Bulletin of NUBIP. №180. S. 129-138. (in Ukrainian).

13. Malyuk T.V., Pcholkina N.G. (2013). Ekolohichni problemy zroshuvanykh sadiv na pivdni Ukrainy. [Ecological problems of irrigated gardens in the south of Ukraine Agrochemistry and soil science]. Vol. 79. S. 21–23. (in Ukrainian).
14. Ding N, Chen Q, Xu HG, Ji MM, Jiang H, Jiang YM. (2015). Effect of fertilization depth on 15N-urea absorption, utilization and loss in dwarf apple trees. Ying Yong Sheng Tai Xue Bao. Vol. 26, No 3. S. 755–60.
15. Fan J, Shao M A, Hao M D, Wang Q J. (2004). Desiccation and nitrate accumulation of apple orchard soil on the Weibei dry land. Journal of Applied Ecology. Vol. 15. S. 1213–1216.
16. Neilsen, G., Yorston J. (1991). Soil disinfection and monoammonium phosphate fertilization increase precocity of apples on replant problem soils. Amer. Soc. Hort. Sci. Vol. 116, No 4. S. 651–654.
17. Sha JC, Xia Y, Liu SZ, Liu JJ, Liu XX, Jiang YM, Ge SF. (2018). Effects of different phosphorus application rates on growth, 15N-urea absorption, and utilization characteristics of pear rootstocks. Ying Yong Sheng Tai Xue Bao. Vol. 29, No 5. S. 1437–1442.
18. Kopytko P. (2019). Rozumne udobrennia [Smart fertilizer]. Gardening in Ukrainian. №3. S. 48–50. (in Ukrainian).
19. Wójcik P. (2009.) Nawozy i nawożenie drzew owocowych. [Fertilizers and fertilization of fruit trees]. Warsaw. 252 s. (in Polish).
20. Zhao Zuoping, Yan Sha, Liu Fen, Ji Puhui, Wang Xiaoying, Tong Yanan. (2014). Effects of chemical fertilizer combined with organic manure on Fuji apple quality, yield and soil fertility in apple orchard on the Loess Plateau of China. Int J Agric end Biol Eng Open Access. Vol. 7, No.2. P. 45–51.
21. Yakovenko R.V., Kopytko P.G., Petryshyna I.P. (2018). Urozhainist nasadzhennia hrushi zalezhno vid zmin rodiuchosti hruntu za optymizovanoho udobrennia. [Pear planting yield depending on changes in soil fertility with optimized fertilization]. Collection of scientific papers of UNUS. № 92. Part 1. S. 247–256.
22. Malyuk T.V. (2015). Diahnostyka yakosti mineralnoho zhyvlennia plodovykh kultur. [Diagnostics of the quality of mineral nutrition of fruit crops]. Agrochemistry and soil science. Vol. 82. S. 45–50. (in Ukrainian).
23. DSTU 4287:2004 (2005). Yakist hruntu. Vidbyrannia prob. [Soil quality. Sampling]. Chynnyi vid 2005-07-01. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 6 s. (in Ukrainian).
24. DSTU ISO 11464: 2007 (2012.) Yakist gruntu. Poperednie obroblennia zrazkiv dlia fizyko-khimichnoho analizu. [Soil quality. Pretreatment of samples for physical and chemical analysis] (ISO 11464:2006, IDT). Chynnyi vid 2009-10-01. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 14 s. (in Ukrainian).
25. DSTU 7538:2014. (2015).Yakist gruntu. Vyznachannia nitryfikatsiinoi zdatnosti gruntu metodom Kravkova. [Soil quality. Determination of soil nitrification capacity by the Kravkov method]. Chynnyi vid 2015 04 01. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 8 s. (in Ukrainian).
26. GOST 26208-91 (1992). Pochvyi. Opredelenie podvizhnyih soedineniy fosfora i kaliya po metodu Egnera–Rima–Domingo. [Soils. Determination of mobile phosphorus and potassium compounds by the Egner-Rheem-Domingo method] – Vzamen GOST 26208–84; Vveden 29.12.91. Moscow: Izdatelstvo standartov. 6 s. (in Russian).
27. Kondratenko P.V., Bublyk M.O. (1996). Metodyka provedennia polovykh doslidzhen [Methods of conducting field research with fruit crops]. Kyiv : Agrarian Science. 95 s. (in Ukrainian).
28. Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii (2014). [Fundamentals of scientific research in agronomy] / V.O. Yeshchenko, P.G. Kopytko, P.V. Kostohryz, V.P. Opryshko. Vinnytsia: PP «Edelveis i K», 2014. 332 s. (in Ukrainian).

Яковенко Р.В. Поживний режим ґрунту та врожайність насаджень груші залежно від оптимізованого ґрунтового удобрення за повторної культури

Мета. Встановити вплив оптимізованого удобрення на поживний режим темно-сірого опідзоленого ґрунту та врожайність дерев досліджуваних сортів груші в різні вікові періоди росту і плодоношення за повторної культури.

У сучасному садівництві гостро стоїть питання оптимізованого мінерального живлення плодових насаджень. Воно включає визначення раціональних норм добрив, що в свою чергу позитивно впливає на екологічний стан садового біоценозу та покращує товарну якість отриманого врожаю.

Методи. Для проведення досліджень поживного режиму темно-сірого опідзоленого ґрунту та врожайності насаджень груші за оптимізованого удобрення використовувалися польовий (садовий) і лабораторний методи та статистичний аналіз.

Результати. В даній науковій праці представлені результати дослідження оптимізованого удобрення груші, які проводилися впродовж десяти років у незрошуваних насадженнях сортів Конференція та Основ'янська (підщепа Айва А). Встановлено, що поживний режим ґрунту та врожайність дерев змінювалися впродовж вікових періодів дерев залежно від оптимізованих варіантів удобрення. При удобрені груші розрахованими за показниками агрохімічних аналізів ґрунту нормами азоту і калію вміст $N–NO_3$ (за нітрифікаційною здатністю) і рухомих форм K_2O (за Егнера–Ріма–Домінго) підтримується в межах оптимальних рівнів. Підвищення врожайності дерев сортів груші Конференції й Основ'янської забезпечило удобрення з додатковим внесенням N_{30} та $N_{30}K_{30}$ до розрахованих норм азотного і калійного добрив (фон), відповідно, на 27 і 31 і 37 і 36% вищу, ніж з неудобрюваних дерев і на 1 і 5 та 7 і 6% – з удобрюваних за щорічного внесення $N_{90}P_{60}K_{90}$, де було менш збалансоване співвідношення азоту, фосфору і калію в живленні плодових дерев, хоч сумарна кількість добрив більша.

Висновки. Цінність наукових досліджень полягає у рекомендаціях з раціонального удобрення незрошуваних насаджень груші, в різні вікові періоди росту і плодоношення дерев, яка позитивно впливала на оптимізоване ґрунтове забезпечення елементами живлення та підвищення врожайності дерев.

Ключові слова: поживний режим ґрунту, елементи живлення, Конференція, Основ'янська, врожайність, повторна культура, вікові періоди дерев.

Yakovenko R.V. Soil nutrient regime and yield of pear plantations depending on optimized soil fertilizer for repeated culture

Objective. To determine the effect of optimized fertilization on the nutrient regime of dark gray podzolic

soil and the yield of trees of the studied pear varieties at different age periods of growth and fruiting during repeated culture.

In modern horticulture, the issue of optimized mineral nutrition of fruit plantations is acute. It includes determining the rational fertilizer rates, which in turn has a positive impact on the ecological state of the garden biocenosis and improves the marketable quality of the harvest.

Methods. Field (orchard) and laboratory methods and statistical analysis were used to study the nutrient regime of dark gray podzolic soil and the yield of pear plantations under optimized fertilization.

Results. This scientific paper presents the results of the study of optimized pear fertilization, which has been conducted for ten years in non-irrigated plantations of the varieties Conference and Osnovyanskaya (rootstock Quince A). It was found that the soil nutrient regime and tree yields varied during the age periods of trees depending on the optimized fertilization options. When pears are fertilized with nitrogen and potassium norms calculated from agrochemical soil analyzes, the content $N–NO_3$ (by nitrification capacity) and mobile forms K_2O (by Egner-Rheem-Domingo) is maintained within optimal levels. Fertilization with additional application of N_{30} and $N_{30}K_{30}$ to the calculated norms of nitrogen and potassium fertilizers (background) provided an increase in the yield of pear varieties Conference and Osnovyanskaya by 27 and 31 and 37 and 36% higher, respectively, than from unfertilized trees and by 1 and 5 and 7 and 6% – from fertilized trees with annual application of $N_{90}P_{60}K_{90}$, where there was a less balanced ratio of nitrogen, phosphorus and potassium in the nutrition of fruit trees, although the total amount of fertilizers was higher.

Conclusions. The value of scientific research lies in the recommendations for rational fertilization of non-irrigated pear plantations, in different age periods of tree growth and fruiting, which had a positive effect on optimized soil nutrient supply and increased tree yields.

Key words: soil nutrient regime, nutrients, Conference, Osnovianska, yield, re-culture, age periods of trees.

УДК 582.28
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.22

ЗМІНА ПАТОГЕНЕЗУ ГРИБІВ-САПРОФІТІВ У БУРЯКОВИХ АГОЦЕНОЗАХ

ЗАПОЛЬСЬКА Н.М. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid. org/0000-0001-8356-3228
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків
Національної академії аграрних наук України
ШЕНДРИК К.М. – кандидат біологічних наук
orcid. org/0000-0001-8356-3228
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Цукрові буряки – культура, що характеризується високим потенціалом продуктивності є сировиною для промислового виробництва цукру, що посідає важливе місце у харчовий промисловості і на потребу якої використовується близько 30% продукту.

Завдяки високому рівню біологічної енергії цукрові буряки використовуються для виробництва етанолу з метою заміни дизельного пального і добавки до бензину. По виходу етанолу на одиницю площі цукрові буряки превалюють над іншими культурами.

Використання ряду адаптивних заходів, направлених на обмеження хвороб коренеплодів цукрових буряків під час вегетації на рівні агроекосистеми, як елементарної одиниці польової сівозміни на сьогодні залишається досить важливим питанням щодо покращення фітосанітарного стану ґрунтів шляхом зниження шкідливих мікроміцетів.

Тому, відсутність методичного підходу до прогнозування та обмеження ураженості цукрових буряків факультативними грибами, їх паразитичних властивостей та критерію фунгістатичних властивостей ґрунтів є пріоритетними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зміни патогенезу ґрунтових мікроміцетів збудників кореневих гнилей культур агроценозів, зокрема цукрових буряків, залежить від трьох основних факторів: біологічного, ґрунтово-кліматичних умов та антропогенного. Вплив цих факторів може проявлятися як стимулюючою так і лімітуючою дією на патогенез збудників хвороб кореневої системи [1; 2].

Гриби сапрофіти є потенційними паразитами, що спричинюють загнивання тканин та здатні використовувати органічні речовини даної рослини в якості живителя. Паразитизм у сапрофітних грибів починається з моменту проникнення у клітини рослини-живителя, де вони поширюються по стінках, заповнюючи їх, а згодом руйнують і оточуючі клітини, адаптуються до субстрату і починають уражувати живі тканини [3; 4].

Тому, для формування видового складу у сапрофітів факультативно-паразитарних форм необхідними є слідуючі умови: насамперед ослаблені рослини дією інших факторів, швидкість росту і швидке проростання спор (головним чином мікроконідій), активне утворення токсинів, що забезпечують проникнення гіф грибів у тканини рослин.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводились у польових та лабораторних дослідах Інституту біоенергетиних культур і цукрових буряків НААН України на Веселоподільській дослідно-селекційній станції (ВПДСС), (Полтавська обл.) – зона недостатнього зволоження та Білоцерківській дослідно-селекційній станції (БЦДСС), (Київська обл.) – зона нестійкого зволоження.

Закономірності прояву хвороб коренеплодів цукрових буряків під час вегетації у різних агроекологічних зонах бурякосіяння України вивчали шляхом узагальнення даних обліків, мікологічних досліджень. Фітопатологічні дослідження проводилися відповідно стандарту ДСТУ 6058:2008 [5].

У лабораторних умовах із зразків ґрунту, відібраних у різних регіонах України виділялися ґрунтові гриби, шляхом посіву ґрунтової витяжки на поживне середовище Чапека (ЧПК), голодне, бурякове середовище і визначалася їх кількість в 1 г. абсолютно сухого ґрунту за методиками М. А. Литвинова [6], Н. А. Наумова [7].

Результати досліджень. З метою встановлення видового складу, кількості інокулюму, частоти зустрічаємості збудників хвороб коренеплодів буряків цукрових, як основи біологічного фактору, аналізували зразки ґрунту, відібраного у бурякових агроценозах різних агроекологічних зон у період сівби цієї культури (табл. 1) та в період активної вегетації рослин (табл. 2), що дає змогу стверджувати про суттєву його інфікованість.

Результати аналізу ґрунту (табл. 1), що був відібраний перед сівбою буряків цукрових свідчать, про те що найбільша кількість інфекційних зачатків, які здатні проростати і утворювати колонії грибів були виділені із зразків відібраних у зоні нестійкого зволоження – 115 тис. шт. в 1 г. а. с. ґрунту і дещо менше з ґрунту зони недостатнього зволоження – 101 тис. шт. в 1 г. а. с. Кількісний склад ґрунтової біоти на цей період був рясно представлений грибами пеніциліями, у тому числі і токсиноутворюючими видами *(P. funiculosum P. purpurogenum P. rubrum)*, клядоспоріями, мукоровими та бактеріями. Слід зазначити, що у весняний період із ґрунту не вилучено грибів роду *Rhizoctonia* – збудників

Таблиця 1

Кількісний склад мікобіоти ґрунту у період сівби буряків цукрових

Роди ґрунтових мікроміцетів	Кількість інфекційних зачатків в 1 г. а. с. ґрунту/ тис. шт. спор	
	Зона нестійкого зволоження	Зона недостатнього зволоження
Penicillium spp.	20,0	25,0
Aspergillus spp.	22,0	14,0
Alternaria spp.	13,0	13,0
Cladosporium spp.	18,0	15,0
Мукорові гриби	24,0	20,0
Fusarium spp.	12,0	9,0
Інші види *(Verticillium spp., Thielaviopsis spp., Stemphilium spp.)*	6,0	5,0
Бактерії	+	+
Загальна кількість спор мікроміцетів в 1 г а.с. ґрунту	115	101

+ – знаходиться до 500 тис. шт. спор на 1 г.а.с. ґрунту.

бурої та червоної гнилі, що підтверджує нашу думку про їх схильність до паразитичного способу існування.

Мікологічний аналіз ґрунту, відібраного у період активної вегетації буряків цукрових свідчать про суттєве збільшення у ньому мікобіоти сапрофітних та некротрофних грибів (табл. 2).

Зокрема, кількість інокулюму ґрунтових грибів у зонах діяльності БЦДСС та ВПДСС у період активної вегетації рослин культури зростала в 1,5 раза. Особливо це простежувалося за рахунок розширення видового складу грибів фузаріїв, пеніцилліїв та темноколірних.

Визначено, що на І половину вегетації рослин (травень-червень) частка виду *F. oxysporum* коливалась у межах від 4 до 53%, *F. culmorum* – 32–39%, *F. solani* – 5–14%. У ІІ-й половині вегетації рослин співвідношення цих видів грибів різко змінилось. Зокрема, частка грибів р. *F. oxysporum* зросла до 65–85%, *F. solani* 6–25%, а виду *F. culmorum* зменшилась майже вдвічі і становила 12–19%.

Відмічено, що коли частка гриба від загальної біомаси складає 20%, то такий вид вважається домінантним у даному регіоні, а коли його частка знаходиться у межах 5–20% – то це часте вилучення, а при частці до 5% – вид зустрічається рідко [8].

Проаналізовано частоту зустрічаємості грибів у ґрунті, відібраному у різних регіонах вирощування культури. Так, сапрофітні гриби схильні до сезонних коливань. Але в одних видів схильність була більш вираженою, зокрема у пеніцилліїв, мукорових, ризоктонії, фузаріїв та клядоспоріїв, а в інших представників деяких видів темноколірних – навпаки.

В агроценозах ДСС, де проводили дослідження ґрунту домінували пеніцилії з частотою зустрічаємості від 17 до 22% та мукорові гриби 17–30%.

У зразках ґрунту, що відбирали у різних зонах у весняний період та особливо у літній – вилучалися гриби фузарії – 8–11%, що тісно пов'язано з підвищенням температурних показників. Аналогічна картина зафіксована і відносно ґрунтового сапрофіта *Alternaria spp.*

Розширення і активізація сапрофітів у П половині вегетації рослин говорить про те, що більшість їх активно розвиваються тільки за наявності живильного субстрату, тобто рослини-господаря.

Зміна в чисельності мікробних комплексів ризосфери в процесі вегетації суттєво залежить від фази розвитку рослин та їх кореневих виділень.

Тому, визначення та уточнення комплексу факультативних патогенів – збудників хвороб коренеплодів

Таблиця 2

Кількісний склад мікобіоти ґрунту в період активної вегетації буряків цукрових

Роди ґрунтових мікроміцетів	Кількість інфекційних зачатків в 1 г.а.с. ґрунту/ тис. шт. спор	
	Зона нестійкого зволоження	Зона недостатнього зволоження
Penicillium spp.	41,0	42,0
Aspergillus spp.	21,0	15,0
Alternaria spp.	18,0	19,0
Cladosporium spp.	14,0	21,0
Gliocladium spp.	20,0	6,0
Мукорові гриби	26,0	18,0
Fusarium spp.	12,0	11,0
Інші види *(Verticillium spp., Thielaviopsis spp., Stemphilium spp.)*	16,0	15,0
Бактерії	++	++
Загальна кількість спор мікроміцетів в 1 г а.с. ґрунту	168	147

++ – представлено до 1 млн. спор. бактерій на 1 г.а.с. ґрунту.

буряків цукрових, його формування через ряд взаємовідношень між кореневою системою рослин, а саме кореневими виділеннями і патогенами дозволяє виявити схильність до паразитизму у багатьох із них.

Одним із важливих показників патологічного процесу на сьогодні є швидкість росту міцелію та проростання спор патогенів, що характеризуються багатьма чинниками. Тому одні види характеризуються як швидкоростучі, наприклад *Mucor mucedo,* інші – повільно ростучі, це деякі види фузаріїв, пеніцилії та темноколірні гриби. У швидкоростучих видів за 72 години при t 22°С чашки Петрі повністю заростали міцелієм, тоді як у повільноростучих за 5 діб чашки заростали культурою лише на третину.

Нами аналізувалась швидкість росту найбільш поширених грибів- некротрофів, виділених із уражених коренеплодів. Інтенсивно із швидкістю 0,937 мм/год розростався міцелій з утворенням спор у мікроміцета *Mucor mucedo,* який власне і провокує загнивання м'яких тканин кореня.

Визначено, що у темноколірних видів грибів швидкість росту була різною: так, у виду *Phoma betea* вона значно поступалася швидкості росту *Alternaria* і *Thielaviopsis,* які набагато швидше захоплювали простір та стимулювали розвиток захворювання. Гриб *Phoma betea* досить часто вилучався сумісно з іншими видами. Повільніший розвиток міцелію відмічено і у токсиноутворюючих видів пеніциліїв, які своїми специфічнио хімічними токсинами, що властиві даним мікроміцетам, посилювали розвиток гнилей.

Одним із головних факторів у розповсюдженні, регуляції росту та фізіологічної активності мікобіоти залишається температура. Відомо, що більшість видів грибів розвивається в межах оптимальної температури 18-25°С, яка найбільш сприятлива для розвитку збудників хвороб. Існує мінімальна та максимальна температура, при якій хвороба не розвивається, тобто розвиток патогену уповільнюється.

Тому, чим більшою була швидкість росту гриба тим інтенсивніше він захоплював простір, а у природних умовах уражував здорові тканини. Гриби, які розвивалися повільніше, нерідко пригнічувалися швидкоростучими видами.

Це дозволяє говорити про більш інтенсивне формування паразитичних властивостей у швидкоростучих мікроміцетів**.**

Швидкість росту грибів залежить і від pH середовища, що корегується кореневими виділеннями рослин. Проаналізувавши pH кореневих виділень різних культур бурякових агроценозів) визначено, що практично в усіх культур вони мали слабо кислу реакцію 5,0–6,5. Це сприяло не тільки формуванню складу, а й розвитку більшості ґрунтових грибів особливо фузаріїв.

Слід зазначити, що ґрунтові гриби розвиваються в широкому діапазоні pH від лужного до кислого. Проаналізовано вплив pH середовища на швидкість росту фузаріїв – збудників фузаріозної гнилі та некрозу судинно-волокнистих пучків.

Домінуючі види фузаріїв активно розвивалися на середовищі pH яке становило 6,0, що відповідає кислотності кореневих виділень багатьох рослин бурякових сівозмін. Відмічено диференціацію у швидкості росту міцелію на слабо кислому середовищі середовищах зафіксовано у видів *F. culmorum* (0,489 мм/год), *F. moniliforme* (0,485 мм/год) та *F. solani* (0,321 мм/год). За цієї умови дещо слабкіше розвивався вид *F. oxysporum* (0,171 мм/год). Ті види фузаріїв, швидкість росту у яких була слабкішою, як правило виділялися сумісно з іншими видами мікроміцетів, що і посилювало розвиток патогенезу.

За отриманими експериментальними даними можна стверджувати, що найбільш патогенними у посівах буряках цукрових є ізоляти *F. oxysporum* та *F. gibbosum* які у минулі роки не відносили до збудників гнилей кореноплодів цієї культури**.**

Таким чином, за результатами досліджень представлено складові біологічного фактору зміни патогенезу збудників хвороб коренеплодів через формування видового складу мікобіоти, що уражує рослини буряків цукрових у сучасних умовах господарювання. Зокрема, встановлено, що на цей процес впливає комплекс факторів, серед яких важлива роль відводиться реакції збудників хвороб коренеплодів буряків цукрових на зональність вирощування культури, температура, pH середовища, швидкість росту міцелію патогенів, частота зустрічаємості грибів у ґрунті.

Висновки. Найбільшу кількість інфекційних зачатків, які здатні проростати і утворювати колонії грибів виділено у зоні нестійкого зволоження – 115 тис. спор в 1 г а. с. ґрунту, дещо менше у зоні недостатнього зволоження – 101 тис. спор в 1 г а. с. ґрунту. Кількість інокулюму ґрунтових грибів у зонах діяльності БЦСС та ВПДСС у період активної вегетації зростала – в 1,5 раза.

Відмічено, що зозширення і активізація сапрофітів у половині вегетації рослин підтверджує схильність більшості з них активно розвиватися тільки за наявності живильного субстрату, тобто рослини-господаря.

Визначено, чим більшою була швидкість росту гриба тим інтенсивніше він захоплював простір, а у природних умовах уражував здорові тканини коренеплодів. Гриби, які розвивалися повільніше нерідко пригнічувалися швидкоростучими видами. Це дозволяє говорити про більш інтенсивне формування паразитичних властивостей у швидкоростучих мікроміцетів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Страхов Т.Д., Ярошенко Т.В., Федосеева Н.З. Вопросы патогенеза и иммуногенеза головневых заболеваний зерновых культур. Харьков : Вища школа, 1981. С. 176.
2. Саблук В.Т, Шендрик Р.Я., Запольська Н.М. Шкідники та хвороби цукрових буряків. Київ : Колобіг, 2005. 448 с.
3. Беккер З.Э. Физиология и биохимия грибов. Москва : МГУ, 1988. 215 с.
4. Калинина Р.Т. Определение патогенности и наличия фитотоксионов у грибов рода Fusarium возбудителей корневой гнили озимой пшеницы. *Микология и фитопатология*. 1980. Т. 14. Вып. 1. С. 51–56.
5. Буряки цукрові. Методи визначення ураженості хворобами : ДСТУ 6058:2008 [Чинний від 2010-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 6 с. (Національні стандарти України).

6. Литвинов Н.А. Определитель микроскопических почвенных грибов. Ленинград, 1987. 294 с.
7. Наумов Н.А. Методы микологичских и фитопатологических исследований. Москва : Сельгозгиз, 1937. 312 с.

REFERENCES:

1. Strahov T.D., Yaroshenko T.V., Fedoseeva N.Z. (1981). Voprosyi patogeneza i immunogeneza golovnevyih zabolevaniy zernovyih kultur [Issues of pathogenesis and immunogenesis of smut in grain crops]. Kharkiv : Vyshcha shkola, 176 p. [in Russian].
2. Sabluk V. T., Shendryk R. Ya., Zapolska N. M. (2005). Shkidnyky ta khvoroby tsukrovykh buriakiv. [Pests and diseases of sugar beet]. Kyiv : Kolobih, 2005. 448 p. [in Ukrainian].
3. Bekker Z.E. (1988) Fiziologiya i biohimiya gribov [Physiology and biochemistry of fungi]. Moskva: MGU, 1988. 215 p. [in Russian].
4. Kalinina R.T. (1980). Opredelenie patogennosti i nalichiya fitotoksionov u gribov roda Fusarium vozbuditeley kornevoy gnili ozimoy pshenitsyi [Determination of pathogenicity and presence of phytotoxins in fungi of the genus Fusarium, pathogens of winter wheat root rot]. Mycology and phytopathology, 1980. 14(1), 51−56. [in Russian].
5. Buriaky tsukrovi. Metody vyznachennia urazhenosti khvorobamy (2008) [Sugar beet. Methods for determining the incidence of diseases]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2008. 6 p. (in Ukrainian).
6. Litvinov N.A. (1987). Opredelitel mikroskopicheskih pochvennyih gribov [The guide on microscopic soil fungi]. Leningrad, 1987. 294 p. [in Russian].
7. Naumov N.A. (1937). Metodyi mikologichskih i fitopatologicheskih issledovaniy [Methods of mycological and phytopathological studies]. Moscow : Selhoziz. 1937. 312 p. [in Russian].

Запольська Н.М., Шендрик К.М. Зміна патогенезу грибів-сапрофітів у бурякових агроценозах

Мета. Дослідити зміну патогенезу грибів-сапрофітів у бурякових агроценозах. **Методи.** Лабораторні та польові. **Результати.** Встановлено, що для свого розвитку ґрунтові гриби – сапрофіти, що проявляють себе як некротрофи, потребують поживних речовин, які вони знаходять лише в тканинах кореневої системи рослин, переходячи на паразитарний спосіб існування. Визначено, що найбільша кількість інфекційних зачатків, які здатні проростати і утворювати колонії грибів були виділені із зразків відібраних у зоні нестійкого зволоження – 115 тис. шт. в 1 г. а. с. ґрунту і дещо менше з ґрунту зони недостатнього зволоження – 101 тис. шт. в 1 г. а. с. Слід зазначити, що у весняний період із ґрунту не вилучено грибів роду *Rhizoctonia* – збудників бурої та червоної гнилі, що підтверджує нашу думку про їх схильність до паразитичного способу існування.

Зокрема, кількість інокулюму ґрунтових грибів у зонах діяльності БЦДСС та ВПДСС у період активної вегетації рослин культури зростала в 1,5 раза. Особливо це простежувалося за рахунок розширення видового складу грибів фузаріїв, пеніциліїв та темноколірних.

Одним із важливих показників патологічного процесу на сьогодні є швидкість росту міцелію та проростання спор патогенів, що характеризуються багатьма чинниками. Слід відмітити про істотну різницю у швидкості росту представлених грибів. Інтенсивно із швидкістю 0,937 мм/год розростався міцелій з утворенням спор у мікроміцета *Mucor mucedo,* який власне і провокує загнивання м'яких тканин кореня. Визначено, що у темноколірних видів грибів швидкість росту була різною: так, у виду *Phoma betea* вона значно поступалася швидкості росту *Alternaria* і *Thielaviopsis,* які набагато швидше захоплювали простір та стимулювали розвиток захворювання. Гриб *Phoma betea* досить часто вилучався сумісно з іншими видами. Повільніший розвиток міцелію відмічено і у токсиноутворюючих видів пеніциліїв, які своїми специфічнио хімічними токсинами, що властиві даним мікроміцетам, посилювали розвиток гнилей.

Одним із головних факторів у розповсюдженні, регуляції росту та фізіологічної активності мікобіоти залишається температура. Відомо, що більшість видів грибів розвивається в межах оптимальної температури 18–25°С, яка найбільш сприятлива для розвитку збудників хвороб. Існує мінімальна та максимальна температура, при якій хвороба не розвивається, тобто розвиток патогену уповільнюється. Тому, чим більшою була швидкість росту гриба тим інтенсивніше він захоплював простір, а у природних умовах уражував здорові тканини. Гриби, які розвивалися повільніше, нерідко пригнічувалися швидкоростучими видами. Це дозволяє говорити про більш інтенсивне формування паразитичних властивостей у швидкоростучих мікроміцетів**.**

Швидкість росту грибів залежить і від pH середовища, що корегується кореневими виділеннями рослин. Проаналізувавши pH кореневих виділень різних культур бурякових агроценозів) визначено, що практично в усіх культур вони мали слабо кислу реакцію 5,0–6,5. Це сприяло не тільки формуванню складу, а й розвитку більшості ґрунтових грибів особливо фузаріїв. Слід зазначити, що ґрунтові гриби розвиваються в широкому діапазоні pH від лужного до кислого. Проаналізовано вплив pH середовища на швидкість росту фузаріїв – збудників фузаріозної гнилі та некрозу судинно-волокнистих пучків, результати. Домінуючі види фузаріїв активно розвивалися на середовищі pH яке становило 6,0, що відповідає кислотності кореневих виділень багатьох рослин бурякових сівозмін. Відмічено диференціацію у швидкості росту міцелію на слабо кислому середовищі у видів *F. culmorum* (0,489 мм/год), *F. moniliforme* (0,485 мм/год) та *F. solani* (0,321 мм/год). За цієї умови дещо слабкіше розвивався вид *F. oxysporum* (0,171 мм/год). Ті види фузаріїв, швидкість росту у яких була слабкішою, як правило виділялися сумісно з іншими видами мікроміцетів, що і посилювало розвиток патогенезу. **Висновки.** Таким чином, за результатами досліджень представлено складові біологічного фактору зміни патогенезу збудників хвороб коренеплодів через формування видового складу мікобіоти, що уражує рослини буряків цукрових у сучасних умовах господарювання. Зокрема, встановлено, що на цей процес впливає комплекс факторів, серед яких важлива роль відводиться реакції збудників хвороб коренеплодів буряків цукрових на зональність вирощування культури, pH середовища та деяких інших.

Ключові слова: мікобіота грунту, гнилі коренеплодів, збудники хвороб, ураженість, буряки цукрові, інокулюм, патогени.

Zapolska H.M., Shendryk K.M. Change in the pathogenesis of saprophyte fungi in beet agrocenoses

Purpose. To investigate the change in the pathogenesis of saprophytic fungi in beet agrocenoses. **Methods.** Laboratory and field methods. **Results**. It was found that soil fungi-saprophytes, which act as necrotrophs, require nutrients for the start of their development, and they find those nutrients only in the plant root tissues by switching to a parasitic way of existence. The largest number of the infectious rudiments (per 1 g of absolutely dry soil) that can germinate and form fungi colonies was isolated from the soil samples taken in the zone of unstable moisture (115 000), while in the zone of insufficient moisture, the number was 101 000. It should be noted that in the spring, no fungi of the genus *Rhizoctonia (*pathogens of brown and red rot) were found in the soil, which confirms our opinion about their predisposition to a parasitic way of existence.

In particular, the amount of inoculum of soil fungi in the areas of activity of BTsEBS and VPEBS during the period of crop vegetation increased 1.5 times, especially due to the expansion of the species composition of Fusarium, Penicillium and dark-colored fungi.

One of the important indicators of the pathological process today is the rate of mycelium growth and germination of pathogen spores which is characterised by many factors. It should be noted that a significant difference in the growth rate of the presented fungi was observed. Intensive growth of mycelium at a rate of 0.937 with the formation of spores marked micromycete *Mucor muced,* which provokes rot of the soft tissues of the root. It was found that dark-colored species of fungi demonstrated different growth rates: for example, the growth rate of *Phoma betea* was significantly lower than *Alternaria* and *Thielaviopsis,* which much faster captured space and stimulated the development of the disease. *Phoma betea* was often detected in conjunction with other species. Slower development of mycelium was also noted in toxin-forming types of penicillium, which, with their specific chemical toxins inherent in these micromycetes, enhanced the development of rot.

Temperature is one of the main factors in the distribution, regulation of growth and physiological activity of mycobiota. It is known that most species of fungi develop within the optimal temperature of 18−25°C, which is most favourable for the development of pathogens. There is a minimum and maximum temperature at which the disease does not develop, that is, the development of the pathogen slows down. Therefore, the greater the rate of growth of the fungus, the more intensively it captures space and affected healthy tissues in the natural environment. Fungi that developed more slowly were often suppressed by fast-growing species. This allows us to talk about a more intense formation of parasitic properties in fast-growing micromycetes**.**

The growth rate of fungi is affected by the pH of the medium, which is modified by the root secretions of plants. Having analysed the pH of the root secretions of various crops of beet agrocenoses, it was found that in almost all crops, the secretions had a slightly acidic reaction of 5.0−6.5. This contributed not only to the formation of the composition but also to the development of most soil fungi, especially fusariums. It should be noted that soil fungi develop in a wide range of pH, from alkaline to acidic. We analysed the influence of the pH of the medium on the growth rate of fusariums – pathogens of fusarium rot and necrosis of vascular fibrous bundles. The dominant species of fusarium actively developed at a pH of 6.0, which corresponds to the acidity of the root secretions of many plants of beet crop rotation. The difference in the growth rate of mycelium in a slightly acidic medium demonstrated *F. culmorum* (0.489 mm/h)*, F. moniliforme* (0.485 mm/h) and *F. solani* (0.321 mm/h). Under such conditions, *F. oxysporum* developed somewhat slowly (0.171 mm/h). Those species of fusarium, the growth rate of which was slow, as a rule, can be detected in combination with other species of micromycetes which enhanced the development of pathogenesis. **Conclusions**. Thus, the present research describes the components of the biological factor of changes in the pathogenesis of the pathogens of root diseases due to the formation of the species composition of mycobiota, which affects sugar beet plants in today's economic conditions. In particular, it was found that this process is influenced by a complex of factors, among which the significance is given to the reaction of sugar beet root pathogens to the zonality of crop cultivation, pH of the medium and some others.

Key words: soil mycobiota, roots, pathogens, damage, sugar beet, inoculum, pathogens.

УДК 631.527:633.31:631.415
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.23

ПОЄДНАННЯ ПОКАЗНИКІВ КОРМОВОЇ ТА НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ – ОДИН ІЗ МЕТОДІВ СТВОРЕННЯ СОРТІВ БАГАТОРІЧНИХ БОБОВИХ ТРАВ (ЛЮЦЕРНИ ТА КОНЮШИНИ ЛУЧНОЇ)

КОРЯГІН О.М. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0003-0090-6083
Національний науковий центр «Інститут землеробства
Національної академії аграрних наук України»
ОСТАПЕЦЬ Т.А. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-5367-0329
Національний науковий центр «Інститут землеробства
Національної академії аграрних наук України»
БОЧАРОВА М.І. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0003-9623-4134
Національний науковий центр «Інститут землеробства
Національної академії аграрних наук України»
МІНЯЙЛО В.Д. – провідний агроном
Національний науковий центр «Інститут землеробства
Національної академії аграрних наук України»

Постановка проблематики. Для забезпечення тваринництва високоякісним кормом потрібно створювати відповідну кормову базу [2]. Основою вирішення цієї проблеми є наявність високопродуктивних сортів і гібридів кормових культур, адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов, які здатні забезпечити виробництво високоякісних кормів [1].

Серед багаторічних бобових трав, які вирощуються в зоні Полісся та Лісостепу України, основними культурами вважають люцерну та конюшину. Вони характеризуються високою продуктивністю вегетативної маси, якістю та перетравністю корму, а також займають провідне місце в кормовиробництві. Поряд з цим, вирощування цих культур сприяє відновленню родючості ґрунту завдяки здатності бульбочкових бактерій фіксувати азот повітря. Усі існуючі сорти люцерни та конюшини мають певні переваги та недоліки. Основними ознаками та параметрами, які можна і потрібно покращити селекційним шляхом є продуктивна багаторічність, насіннєва продуктивність, гетерозис, стійкість до незадовільних чинників навколишнього середовища. тощо. Для покращення сортів люцерни та конюшини слід залучати до селекційних програм донори самофертильності, віддалену гібридизацію, створювати та використовувати селективні фони, гетерозисну селекцію.

Аналіз досліджень і публікацій. Важливе значення для селекції люцерни має пошук форм люцерни здатних до автогамії. На сьогодні усі наші дослідження з люцерною базуються на залученні донорів самофертильності. У попередні роки виконана робота з вивчення генетики автогамії люцерни, виявлено генетичні джерела і створено донори даної ознаки. Встановлено можливість інтрогресії цієї ознаки іншим видам і функціонування генів контролю автогамії в зародковій плазмі інших видів культурної люцерни (*M. falcata* і *M. borealis*). Це дозволяє отримувати самозапиленні лінії люцерни, що в свою чергу значно підвищує прогнозованість отриманих гібридів. Локуси за такого розмноження піддаються гомозиготації, що призводить до вибраковки з геному ліній летальних алелей, що в свою чергу оздоровлює геном лінії. Гени самосумісності дозволяють застосувати метод беккросів у селекції люцерни, який був недоступний для такої перехреснозапильної культури, як люцерна через існування гаметафітної системи самонесумісності. У дослідженнях також використовується раніше запатентований спосіб селекції, який включає в себе використання генів самофертильності, геномних маркерів, віддалену гібридизацію та беккроси. Сорти створені за залучення ознаки автогамії та за умови недостатньої кількості комах запилювачів мають перевагу у насіннєвій продуктивності перед сортами, які не мають алелей самофертильності [4].

Створення сортів люцерни та конюшини стійких до кислих та засолених ґрунтів дозволить розширити їх площі, до того, ж як відомо, багаторічні бобові трави є природним меліорантом ґрунтів з незадовільними параметрами. За минулі роки роботи були створені віддалені гібриди між видами люцерни *M. sativa* та *M. falcata* з різним проявом селективних ознак. Розроблено систему контролю відповідного геному у створюваній популяції, що дозволило широко використовувати геном виду *M. falcata* у роботі по рекомбінації корисних ознак обох видів. Геном *M. falcata* несе такі корисні ознаки, зокрема багаторічність, підвищену конкурентну здатність до злакового компоненту травосумішок, підвищену кислотостійкість, морозостійкість та зимовитривалість [3].

Селекція конюшини лучної спрямована на продуктивну багаторічність, підвищення вегетативної та насіннєвої продуктивності. Важливими напрямами селекції є створення пластичних сортів, адаптованих до різних ґрунтово-кліматичних зон вирощування та стійких до ряду хвороб [5].

При створені сортів люцерни та конюшини лучної основним є поєднання високої кормової та насіннєвої продуктивності [6]. Поряд із вище зазначеним, сорти люцерни та конюшини лучної повинні мати такі властивості:

1) бути ранньостиглими (ранньостиглість, здебільшого, обумовлює інтенсивний ріст пагонів протягом всієї вегетації);

2) мати інтенсивний ріст і добре кущіння весною, після скошування та протягом всієї вегетації;

3) мати підвищену зимо- та морозостійкість, стійкість до панівних хвороб, що забезпечує багаторічність у користуванні травостою;

4) мати високу насіннєву продуктивність.

Аналіз результатів селекційної роботи з люцерною та конюшиною лучною показує, що внесок селекції в загальне підвищення врожаю кормових культур є не достатнім, резерви підвищення ефективності селекції і ролі сорту в кормовиробництві залишаються значними (стаття носівка). Для створення таких сортів необхідно мати різноманітний селекційний вихідний матеріал.

Метою досліджень було встановити характер успадкування основних господарських параметрів у гібридних популяцій люцерни, комплексно оцінити новий селекційний матеріал люцерни та конюшини лучної за кормовими та насіннєвими показниками. Для досягнення поставлених цілей слід отримати гібридні

Таблиця 1

Кормова продуктивність селекційних номерів люцерни у конкурсному випробуванні другого року вегетації рослин

Селекційний номер	1укіс			2 укіс			Сума двох укосів						∑
	Урожай сухої маси, г/м²	Урожай сухої маси листя, г/м²	Залистяність, %	Урожай сухої маси, г/м²	Урожай сухої маси листя, г/м²	Залистяність, %	Урожай сухої маси, г/м²	Відхилення ± до умов. ст., г/м²	Відхилення ± до умов. ст., %	Урожай сухої маси листя, г/м²	Відхилення ± до умов. ст., г/м²	Відхилення ± до умов. ст., %	Залистяність, %
01 (20)	**1778**	**460**	25,4	584	**278**	47	**2361**	**239**	**11,25**	**739**	**134**	**22,11**	36,1
02 (20)	1048	313	**29,2**	614	253	41	1663	-460	-21,66	566	-39	-6,46	35,1
03 (20)	1230	**499**	**31,4**	553	189	36	1783	-339	-15,99	**688**	**83**	**13,70**	33,7
04 (20)	1218	351	28,6	468	183	39	1686	-437	-20,58	534	-71	-11,81	33,7
05 (20)	970	251	26,3	603	225	40	1573	-549	-25,89	476	-129	-21,34	33,2
06 (20)	1093	329	**34,3**	636	**316**	**50**	1729	-394	-18,55	**646**	**40**	**6,68**	**42,1**
07 (20)	1342	196	15,4	**714**	284	39	2056	-67	-3,15	480	-125	-20,62	27,4
09 (20)	1125	389	**31,6**	530	227	**55**	1655	-467	-22,01	389	-216	-35,69	**43,1**
10 (20)	1210	301	21,7	510	184	36	1720	-402	-18,95	301	-304	-50,18	28,8
11 (20)	923	204	18,3	**743**	305	41	1665	-457	-21,55	509	-96	-15,88	29,6
Max	1778	499	34,3	743	316	55	2361	–	–	739	–	–	43,1
∑	1194	329	26,2	595	244	42	1789	–	–	533	–	–	34,3
$НІР_{05}$	241	100	6,1	87	51	6	239	–	–	134	–	–	5,2

Таблиця 2

Насіннєва продуктивність селекційних номерів люцерни у конкурсному випробуванні другого року вегетації рослин

Селекційний номер	Урожай насіння, г/м²	Відхилення ± до умовного стандарту, г/м²	Відхилення ± до умовного стандарту, %
01 (20)	30,94	-14,35	-31,69
02 (20)	41,38	-3,91	-8,63
03 (20)	**56,30**	**11,01**	**24,30**
04 (20)	49,70	4,41	9,75
05 (20)	**64,89**	**19,60**	**43,27**
06 (20)	42,96	-2,33	-5,14
07 (20)	41,48	-3,81	-8,41
09 (20)	37,04	-8,25	-18,22
10 (20)	43,75	-1,54	-3,39
11 (20)	44,44	-0,85	-1,87
Максимальне	64,89	–	–
Середнє	45,29	–	–
$НІР_{05}$	9,64	–	–

популяції та у конкурсних випробуваннях оцінити та виділити високопродуктивні за насіннєвими та кормовими показниками селекційні номери багаторічних бобових трав.

Матеріали та методика досліджень Виконання науково-дослідних робіт проводиться у відповідності з робочою програмою та календарним планом робіт, штучне самозапилення, контрольоване перехресне запилення, оцінка окремих генотипів та популяцій за господарсько-цінними ознаками проводяться згідно методик розроблених у минулі роки у відділі кормовиробництва, аналіз отриманих даних статистичними методами та добір на їх основі.

Протягом вегетаційного періоду створені віддалені гібриди люцерни та конюшини лучної, селекційні номери оцінювались за комплексом цінних господарських ознак у конкурсних випробуваннях – ознак, які впливають на цінність кормової маси та насіннєвої продуктивності рослин, висотою рослин, кущистістю, масою насіння, строками та інтенсивністю цвітіння і плодоутворення.

Результати досліджень. У процесі досліджень отримано насіння 10 гібридних популяції F_2, за довільного перехресного запилення в межах комбінації. Для запобігання перезапилення між ділянками була висіяна екранна культура.

Для встановлення характеру успадкування основних господарських параметрів у гібридних популяцій люцерни та конюшини лучної було закладено конкурсне випробування у якому проводили визначення динаміки кормової та насіннєвої продуктивності сортозразків вище наведених культур, які в попередні роки випробувань зарекомендували себе як найбільш перспективні. Конкурсне

Таблиця 3

Кормова продуктивність селекційних номерів конюшини лучної у конкурсному випробуванні другого року вегетації рослин

Селекційний номер	1 укіс			2 укіс			Сума двох укосів						∑
	Урожай сухої маси, г/м²	Урожай сухої маси листя г/м²	Залистяність, %	Урожай сухої маси, г/м²	Урожай сухої маси листя г/м²	Залистяність, %	Урожай сухої маси г/м²	Відхилення ± до умов. ст., г/м²	Відхилення ± до умов. ст., %	Урожай сухої маси листя г/м²	Відхилення ± до умов. ст., г/м²	Відхилення ± до умов. ст., %	Залистяність, %
01 (15)	599	337	28,2	368	188	51,7	967	-146	-13,10	525	-22	-3,97	39,9
02 (19)	**770**	325	31,7	388	202	52,5	**1158**	**45**	**4,08**	527	-20	-3,60	**52,5**
03 (14)	**808**	294	25,6	361	202	**55,8**	**1169**	**57**	**5,09**	496	-51	-9,33	40,7
04 (18)	630	304	36,8	335	185	52,6	965	-148	-13,26	489	-57	-10,51	44,7
05 (19)	659	228	23,6	356	166	47,0	1015	-98	-8,79	395	-152	-27,85	35,3
06 (19)	705	**370**	**50,0**	**511**	**255**	49,8	**1215**	**103**	**9,22**	**625**	**79**	**14,37**	**49,9**
07 (17)	635	281	13,1	**472**	**239**	50,1	1107	-6	-0,50	519	-27	-5,02	31,6
08 (17)	**790**	**411**	25,8	438	202	46,3	**1228**	**116**	**10,40**	**613**	**66**	**12,06**	**46,3**
09 (16)	**732**	193	15,8	353	186	51,9	1085	-28	-2,48	379	-168	-30,68	33,8
10 (16)	548	329	**44,1**	345	176	51,5	893	-220	-19,77	504	-42	-7,77	**47,8**
Max	808	411	50,0	511	255	55,8	1228	–	–	625	–	–	52,5
∑	688	307	29,5	393	200	50,9	1080	–	–	507	–	–	42,3
$НІР_{05}$	87	64	11,6	60	28	2,8	116	–	–	79	–	–	7,1

Таблиця 4

Насіннєва продуктивність селекційних номерів конюшини лучної у конкурсному випробуванні другого року вегетації рослин

Селекційний номер	Урожай насіння г/м²	Відхилення ± до умовного стандарту, г/м²	Відхилення ± до умовного стандарту, %
01 (15)	13,63	-5,52	-28,83
02 (19)	11,26	-7,89	-41,20
03 (14)	10,22	-8,93	-46,62
04 (18)	16,15	-3,00	-15,68
05 (19)	**22,72**	**3,57**	**18,62**
06 (19)	17,19	-1,96	-10,26
07 (17)	10,81	-8,34	-43,53
08 (17)	13,23	-5,92	-30,89
09 (16)	14,52	-4,63	-24,19
10 (16)	**23,90**	**4,75**	**24,81**
Максимальне	23,90	–	–
Середнє	15,36	–	–
$НІР_{05}$	4,75	–	–

випробування закладено у кількості 10 селекційних номерів у чотирьох повтореннях. У процесі досліджень проводили вивчення кормової продуктивності селекційних номерів люцерни у конкурсному випробуванні другого року вегетації рослин. Важливими показниками кормової продуктивності є урожай сухої маси та урожай сухої маси листя з одиниці площі. Так як переважна більшість поживних речовин міститься саме в листі, зокрема перетравний протеїн. Була проведена оцінка урожаю сухої маси листя та сухої маси з одиниці площі з двох укосів та визначали відсоток залистяності (табл. 1).

Як видно з таблиці 1 за сумою сухої маси з одиниці площі двох укосів кращим був номер люцерни: 01(20) з урожайністю сухої маси 2361 г/м^2 та сухої маси листя 739 г/м^2, який перевищував на 11,25% за урожайністю сухої маси та урожайністю сухої маси листя – на 22,11%, відносно середньозваженого стандарту по досліду. За показником урожайності сухої маси листя також виділили номери 03(20) та 06(20), які перевищували середньозважений стандарт на 13,70% та 6,68%, відповідно. Найкращу залистяність мали номери 06(20) та 09(20) – 42,1%, 43,1%, відповідно.

Поряд з кормовою продуктивністю у конкурсному випробуванні вивчали насіннєву продуктивність селекційних номерів люцерни (табл. 2).

Кращими за насіннєвою продуктивністю були номери: 03(20) та 05(20) з урожайністю 56,30 г/м^2 та 64,89 г/м^2. Діапазон перевищень склав відповідно 24,30% і 43,27% відносно середньозваженого стандарту по досліду.

Поряд з люцерною проводили оцінку селекційних номерів конюшини у конкурсному випробуванні з метою визначення найбільш продуктивних за кормовою та насіннєвою продуктивністю. Основні результати вивчення кормової продуктивності селекційних номерів конюшини лучної наведені у таблиці 3.

За сумою сухої маси з двох укосів кращими визначені чотири номери конюшини лучної: 02(19), 3(14), 6(19), 8(17), які мали урожайність сухої маси 11580 г/м^2, 1169 г/м^2, 1215 г/м^2 та 1228 г/м^2 та перевищували середньозважений стандарт по досліду від 4,08% до 10,40%, відповідно. Наступним важливим показником для оцінки був урожай сухої маси листя з одиниці площі. Кращими серед вивчених за цим параметром були номери: 06 (19), 08 (17). Перевищення відповідно склало 12,06% та 14,37% від середньозваженого стандарту. Серед досліджуваних номерів кращим визначено 06 (19), оскільки він майже за усіма проміжними параметрами переважав середньозважений стандарт та по 4 з 13 параметрах мав максимальні показники по досліду.

Поряд з показниками кормової у конкурсному випробуванні досліджували насіннєву продуктивність селекційних номерів конюшини лучної (табл. 4).

Як видно з таблиці 4 за насіннєвою продуктивністю кращими були номери конюшини лучної: 05(19) та 10(16) з урожайністю насіння 22,72 г/м^2 та 23,90 г/м^2, відповідно. Перевищення склало від 18,62% до 24,81% у порівнянні із середньозваженим стандартом по досліду.

Висновки. У процесі досліджень було встановлено характер успадкування основних господарських показників у гібридних популяцій люцерни та оцінено новостворений селекційний матеріал люцерни та конюшини лучної за кормовими та насіннєвими показниками. Отримано 10 гібридних популяцій , які були досліджені у конкурсному випробуванні. В результаті оцінки виділили високопродуктивні за кормовими та насіннєвими показниками селекційні номери багаторічних бобових трав.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Антонець О. А. Історія і сучасність вирощування люцерни Матеріали III науково-практичної інтернет–конференції *«Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки продукції рослинництва»* / редкол. : М. Я. Шевніков (відп. ред.) та ін. Полтавська державна аграрна академія, 2015. 196 с. С. 12–18.
2. Байструк-Глодан Л. З., Хом'як М. М., Жапалеу Г. З. Генетичні ресурси рослин. Львів, 2021. № 28. С. 78–81.
3. Бобер А. Ф., Корягін О. М., Повидало М. В**.** Форма боба, її генетика і зв'язок з умовами поширення і продуктивністю виду люцерна. *Вісник аграрної науки,* 2009. № 4. С. 40–43.
4. Корягін О. М., Повидало М. В**.**. Остапець Т. А, Буслаєва Н. Г. Селекція *Medicago sativa* L. на продуктивне самозапилення та її генетичні аспекти *«Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі»* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (26 червня 2019 р.) / редкол. : О. О. Непочатенко (відп. ред.) та ін. Умань, 2019. С. 91–93.
5. Лихвацький В Л. Селекція конюшини та люцерни на Носівській селекційно-дослідній станції. 90 років Носівській селекційно-дослідній станції. Чернігів, 2001. С. 43–52.
6. Харченко Ю. В., Кочерга В. Я., Холод С. М. Продуктивність зразків конюшини лучної в умовах Устимівської дослідної станції рослинництва. *Корми і кормовиробництво.* 2013. Вип. 76. С. 54–58.

REFERENCES:

1. Antonets O.A. (2015). Istoriia i suchasnist vyroshchuvannia liutserny Materialy III naukovo-praktychnoi internet–konferentsii «Innovatsiini aspekty tekhnolohii vyroshchuvannia, zberihannia i pererobky produktsii roslynnytstva». Redkol.: M. Ya. Shevnikov (vidp. red.) ta in. [The history and modernity of alfalfa cultivation. Materials of the 3rd scientific and practical internet conference "Innovative aspects of technologies for cultivation, storage and processing of plant products"]. Poltava State Agrarian Academy [in Ukrainian].
2. Baistruk-Hlodan L.Z., Khomiak M.M., Zhapaleu H.Z. (2021). Henetychni resursy roslyn. [Genetic resources of plants]. Lviv [in Ukrainian].
3. Bober A.F., Koriahin O.M., Povydalo M.V. (2009). Forma boba, yii henetyka i zviazok z umovamy poshyrennia i produktyvnistiu vydu liutserna. [The shape of the bean, its genetics and the relationship with the conditions of distribution and productivity of the alfalfa species] Herald of Agrarian Science [in Ukrainian].
4. Koriahin OM., Povydalo M.V., Ostapets T.A., Buslaieva N.H. (2019). Selektsiia Medicago sativa L. na produktyvne samozapylennia ta yii henetychni aspekty «Henetyka i selektsiia v suchasnomu ahrokompleksi» a Materialy vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferen-

tsii. Redkol. : O. O. Nepochatenko (vidp. red.) ta inkonferentsiyi. [Selection of Medicago sativa L. for productive self-pollination and its genetic aspects "Genetics and selection in the modern agricultural complex". Materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference]. Uman [in Ukrainian].
5. Lykhvatskyi VL. (2001). Selektsiia koniushyny ta liutserny na Nosivskii selektsiino-doslidnii stantsii. 90 rokiv Nosivskii selektsiino-doslidnii stantsii. [Breeding of clover and alfalfa at the Nosivska breeding and research station. 90 years of Nosivska breeding and research station]. Chernihiv [in Ukrainian].
6. Kharchenko Yu.V., Kocherha V.Ya., Kholod S.M. (2013). Produktyvnist zrazkiv koniushyny luchnoi v umovakh Ustymivskoi doslidnoi stantsii roslynnytstva. [Productivity of meadow clover samples under the conditions of the Ustumivska Plant Research Station]. Fodder and fodder production [in Ukrainian].
7. Lymar, A.O. (1997). Ekolohycheskye osnovy system oroshaemoho zemledelyya [Ecological bases of irrigated agriculture systems]. Kiev: Agrarian Science [in Russian].
8. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2008). Dyspersiynyy i korelyatsiynyy analiz u zemlerobstvi ta roslynnytstvi: navch. posib. [Analysis of variance and correlation in agriculture and crop production: a textbook]. Kherson: Ailant [in Ukrainian].

Корягін О.М., Остапець Т.А., Бочарова М.І., Міняйло В.Д. Поєднання показників кормової та насіннєвої продуктивності – один із методів створення сортів багаторічних бобових трав (люцерни та конюшини лучної)

У процесі досліджень встановлювали характер успадкування основних господарських показників у гібридних популяцій люцерни та конюшини лучної, оцінювали новостворений селекційний матеріал люцерни та конюшини лучної за кормовою та насіннєвою продуктивністю. Отримано 10 гібридних популяцій , які були досліджені у конкурсному випробуванні. В результаті оцінки виділили високопродуктивні за кормовими та насіннєвими показниками селекційні номери багаторічних бобових трав.

Мета: встановити характер успадкування основних господарських параметрів у гібридних популяцій люцерни, комплексно оцінити новий селекційний матеріал люцерни та конюшини лучної за кормовими та насіннєвими показниками.

Методи: протягом вегетаційного періоду створені віддалені гібриди люцерни та конюшини лучної, селекційні номери оцінювались за комплексом цінних господарських ознак у конкурсних випробуваннях – ознак, які впливають на цінність кормової маси та насіннєвої продуктивності рослин, висотою рослин, кущистістю, масою насіння, строками та інтенсивністю цвітіння і плодоутворення.

Результати. За сумою сухої маси з двох укосів за сумою сухої маси з одиниці площі двох укосів виділили номер люцерни: 01(20). Перевищення склало 11,25% відносно середньозваженого стандарту по досліду. За сумою двох укосів урожай сухої маси листя з одиниці площі кращими визначено номери люцерни: 01(20), 03(20), 06(20). Перевищення відповідно склало від 6,68% до 22,11% від середньозваженого стандарту. За насіннєвою продуктивністю кращими були номери люцерни: 03 (20) та 05 (20). Діапазон перевищень склав відповідно від 24,30% до 43,27% відносно середньозваженого стандарту по досліду. За показником суми сухої маси з двох укосів виділили номери конюшини лучної 02(19), 3(14), 6(19), 8(17), які перевищували середньозважений стандарт від 4,08% до 10,40%, відповідно. За сумою двох укосів урожаю сухої маси листя з одиниці площі кращими були номери конюшини: 06(19), 08(17). Перевищення відповідно склало 12,06% та 14,37% від середньозваженого стандарту. За насіннєвою продуктивністю кращими серед виявлених були номери конюшини лучної: 05 (19) та 10 (16). Діапазон перевищень склав відповідно від 18,62% до 24,81% відносно середньозваженого стандарту по досліду. Серед отриманих номерів кращими визначено ті, як поєднують високі показники кормової та насіннєвої продуктивності. Вони будуть використані у подальшому селекційному процесі для створення високопродуктивних сортів люцерни та конюшини лучної.

Висновки. У процесі досліджень було встановлено характер успадкування основних господарських показників у гібридних популяцій люцерни та оцінено новостворений селекційний матеріал люцерни та конюшини лучної за кормовими та насіннєвими показниками. Отримано 10 гібридних популяцій , які були досліджені у конкурсному випробуванні. В результаті оцінки виділили високопродуктивні за кормовими та насіннєвими показниками селекційні номери багаторічних бобових трав.

Ключові слова: суха маса з одиниці площі, залистяність, кормова та насіннєва продуктивність, урожай сухої маси листя, гібридні популяції люцерни, конюшина лучна.

Koryagin O.M., Ostapets T.A., Bocharova M.I., Minyailo V.D. Combination of fodder and seed productivity indicators is one of the methods of creating varieties of perennial leguminous grasses (alfalfa and meadow clover)

In the course of research, the nature of the inheritance of the main economic indicators in hybrid populations of alfalfa and meadow clover was established, and the newly created breeding material of alfalfa and meadow clover was evaluated for fodder and seed productivity. 10 hybrid populations were obtained, which were studied in a competitive test. As a result of the assessment, selection numbers of perennial leguminous grasses with high productivity in terms of fodder and seed indicators were selected.

Purpose: to establish the nature of the inheritance of the main economic parameters in hybrid alfalfa populations, to comprehensively evaluate the new breeding material of alfalfa and meadow clover in terms of fodder and seed parameters.

Methods: distant hybrids of alfalfa and meadow clover were created during the growing season, selection numbers were evaluated by a complex of valuable economic traits in competitive tests – traits that affect the value of fodder mass and seed productivity of plants, plant height, bushiness, seed mass, timing and intensity of flowering and fruiting.

Results. Based on the sum of dry mass from two slopes, the number of alfalfa was allocated: 01(20). The excess was 11.25% relative to the weighted average standard according to the experiment. According to the sum of two slopes, the yield of dry mass of leaves per unit area was determined to be the best alfalfa numbers: 01(20), 03(20),

06(20). The excess, respectively, was from 6.68% to 22.11% of the weighted average standard. Alfalfa numbers 03 (20) and 05 (20) were the best in terms of seed productivity. The range of excesses was, respectively, from 24.30% to 43.27% relative to the weighted average standard according to the experiment. According to the indicator of the amount of dry mass, the meadow clover numbers 02(19), 3(14), 6(19), 8(17) were selected from the two slopes, which exceeded the weighted average standard by 4.08% to 10.40%, respectively. According to the sum of two slopes of the harvest of dry weight of leaves per unit area, clover numbers were the best: 06(19), 08(17). The excess was 12.06% and 14.37% of the weighted average standard, respectively. In terms of seed productivity, meadow clover numbers were the best among those identified: 05 (19) and 10 (16). The range of excesses was, respectively, from 18.62% to 24.81% relative to the weighted average standard according to the experiment. Among the obtained numbers, those that combine high indicators of fodder and seed productivity are determined to be the best. They will be used in the further breeding process to create high-yielding varieties of alfalfa and meadow clover.

Findings. In the course of research, the nature of the inheritance of the main economic indicators in hybrid alfalfa populations was established and the newly created breeding material of alfalfa and meadow clover was evaluated according to fodder and seed indicators. 10 hybrid populations were obtained, which were studied in a competitive test. As a result of the assessment, selection numbers of perennial leguminous grasses with high productivity in terms of fodder and seed indicators were selected.

Key words: dry weight per unit area, leafiness, fodder and seed productivity, yield of dry weight of leaves, hybrid populations of alfalfa, meadow clover.

UDC 635.925:581.143.6
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.24

CLONAL MICROPROPAGATION OF PAULOWNIA *IN VITRO*

MANUSHKINA T.M. – Candydate of Agricultural Sciences, Associate Professor
orcid.org/0000-0001-5843-271X
Mykolaiv National Agrarian University
KOVALENKO O.A. – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
orcid.org/0000-0002-2724-3614
Mykolaiv National Agrarian University
KHOMUT V.P. – Director
orcid.org/0009-0002-4448-3019
FE "Agrolife" of the Mykolaiv region
KOLOMIIETS N.P. – Student of Higher Education
orcid.org/0009-0000-8462-4950
Mykolayiv National Agrarian University

Formulation of the problem. In modern conditions, Paulownia is gaining popularity, the prospects of which are considered in several aspects, namely as a valuable wood, bioenergy and soil protection crops [1; 2]. Another promising area of use of paulownia is its cultivation as an ornamental plant in various landscaping and urban landscaping. It is well suited for creating alley plantations and as a tapeworm. The plant has large leaves that give a lot of shade, absorb xenobiotics and emit a lot of oxygen, and in the spring the trees bloom very well [3].

An important stage in the introduction of plants is the provision of quality planting material and the study of adaptive capabilities in specific environmental conditions. The most effective method of vegetative propagation is clonal micropropagation in vitro, which provides a high reproduction rate, genetic identity of the source material and recovery of plants from pathogens. Some aspects of clonal micropropagation of Paulownia have been studied in [4–11], but it is necessary to optimize some techniques in connection with the influence of genotype and level of processability. No scientific publications have been identified on the cultivation of Paulownia in the Southern Steppe of Ukraine, so research on the adaptive capacity of the plant in specific climatic and environmental conditions is relevant.

Analysis of recent research and publications. Clonal micropropagation of paulownia is relevant, due to the advantages of the method, such as a high reproduction rate, genetic stability, and improvement of planting material. In work [4], buds and one-year shoots from paulownia plants growing in the field were used to introduce plant material into in vitro culture. The selection was carried out in the winter-spring period. To activate the buds, the shoots were cut into segments with three buds each, washed with running water with household soap and soaked in a 2% solution of quinosol. After that, the shoots were kept in a 0.2% solution of IAA and put for germination at a temperature of 25–30°C. After 7–20 days, material was taken from the shoots for further work [4]. A similar approach was used in the studies presented in works [2, 5–7], but it was noted that the optimal period for the selection of plant material is December-January, but it is also possible to select in August-October, while the buds must be treated with gibberellic acid to wake up. According to the results of research [8], it is shown that the best for the height of regenerants and the number of microshoots in the conglomerate is a weakly acidic environment with a pH of 5.6–5.8.

The best conditions for the growth of regenerants were found when combining kinetin 0.8 mg/l + BAP 2.0 mg/l. It has been shown that for the rapid accumulation of a significant number of plants by direct morphogenesis, it is possible to use one of the ways of grafting - division of a conglomerate of microshoots or single-node cuttings [9].

In [10] it was shown that QL nutrient medium with the addition of 4.0 mg/l NAA is optimal for rhizogenesis in vitro. B. A. Bergman, H. K. Moon [11] showed that the variability of paulownia clones even within the same genotype is significant, which determines the need to adjust the breeding technology. In this regard, it is relevant to study the morphogenesis of paulownia *in vitro* in order to optimize the stages of clonal micropropagation.

The purpose of the article – to develop technological methods of clonal micropropagation of paulownia *in vitro*.

Research materials and methods. Paulownia plants *Paulownia* Sieb. et Zucc. were the material for the research.

Paulownia Clone in Vitro 112® is an artificially bred and cloned tree that is able to survive and thrive in extreme conditions (from -25–27 to +45°C). Registered in 2007 at the Institute of Plant Species (official body of the EU). It has international recognition, a European passport, a European quality certificate and an international trade permit. Listed in the Register of plant varieties recommended for cultivation in Ukraine.

Paulownia 9501 is a hybrid between *P. tomentosa* and *P. fortunei*. Climate zone 7 (-17.5°C to -12.5°C). Propagated vegetatively and by seed. It is characterized by cold resistance and rapid growth, straight stem and narrow shape of the tree crown.

Place of research. The research was conducted in the conditions of FE "Agrolife" and of the Department of Agriculture, Geodesy and Land Management of Mykolayiv National Agrarian University, during 2018-2023.

Clonal micropropagation. In the course of research, generally accepted methods in plant biotechnology were used [12; 13]. Aseptic work was performed in the laminar box KPG-1. Murashige and Skuga (MS) were used as the basic nutrient medium for the cultivation of isolated buds and micropods [14].

Mathematical processing of research results was carried out according to the method [15].

Research results. The method of clonal micropropagation based on the culture of isolated apical meristems provides a high reproduction rate, maximum genetic stability and recovery of the resulting regenerating plants.

Sterilization of plant material. To select paulownia explants from mother plants, annual branches were cut and germinated in water, and the buds were treated with gibberellic acid GK3. Young shoots formed during germination were treated with a soap solution, then washed under running water and distilled water. Axillary buds from germinated shoots were used as explants. Sterility and viability of explants were determined on the 10th day of cultivation. Stepwise sterilization using 70% ethanol solution and 1% sodium hypochlorite solution proved to be the most effective, which ensured the yield of sterile explants at the level of 92.5–95.0%. The viability of the kidneys was 90.0–97.5%.

In vitro culture and initiation of isolated kidney development. To initiate the development of isolated paulownia buds used nutrient medium MS. The basic nutrient medium was supplemented with cytokinins or combined with GA. The frequency of regeneration of isolated kidneys was quite high in all variants of the nutrient medium – from 75 to 100%. However, microsaliva formed on nutrient media with different hormone composition differed in biometric parameters, which ultimately affected the reproduction rate. The multiplication factor was calculated as the sum of single-node cuttings of the main shoot and additional shoots that can be used for subculturing. This parameter collectively shows the effectiveness of the selection of cultivation factors at the stage of introduction of explant in in vitro culture. The highest reproduction rate in Paulownia was observed on nutrient medium supplemented with kinetin 1.0 ml + 0.5 ml GA, in Clone in Vitro 112 – 8.7, in hybrid 9501 – 9.2.

Own micropropagation. At the stage of proper micropropagation, the main task is the proliferation of shoots in vitro, which for several cycles can be subcultured to nutrient media for further production of new shoots from its axillary buds or adventitious shoots. In the second stage, to obtain explants, the main shoot of microplants was divided into single-node micro-cuttings 4–6 mm long or separated additional shoots. 6 microlivers were cultured in 250 ml vessels with a nutrient medium volume of 30 ml. The dependence of the growth and development of paulownia microplants in in vitro culture at the second stage of clonal micropropagation on the composition of the nutrient medium was established (Table 1). The frequency of regeneration of shoots at this stage was high in all tested variants of the nutrient medium and was 85.0–100.0%. The peculiarity of the development was the formation of additional shoots that formed a beam with a height of 38.3–85.6 mm, depending on the composition of the nutrient medium (Fig. 1).

The reproduction rate in the second stage of clonal micropropagation was calculated similarly to the first stage. The highest reproduction rate was found on nutrient medium supplemented with kinetin and GA – in Clone in Vitro 112 – 10.3, in hybrid 9501 – 12.0.



Fig. 1. Paulownia microplants at the stage of proper micropropagation

Rooting of micro shoots in vitro. To form the roots, the shoots were separated and planted on a nutrient medium 1/2 MS, supplemented with auxins (Fig. 2).

The study of the influence of the hormonal composition of the nutrient medium on the rooting of paulownia micropods in in vitro culture showed that the genotypes

Table 1

Development of paulownia microplants in in vitro culture in the second stage of clonal micropropagation (30 days of cultivation)

Concentration of hormones, mg / l	Frequency of regeneration, %	Height of shoots, mm	Reproduction rate
Clone in Vitro 112®			
BAP 0,5	95,0±5,0	38,3±3,8	4,7±0,4
BAP1,0	90,0±10,0	42,8±4,1	6,0±0,5
BAP 1,0+ GA 0,5	95,0±5,0	57,4±5,5	8,0±0,7
Kinetin 0,5	100,0±0,0	45,8±4,1	6,2±0,6
Kinetin 1,0	95,0±5,0	58,9±6,2	7,2±0,6
Kinetin 1,0+ GA 0,5	100,0±0,0	75,3±7,1	10,3±1,1
9501			
BAP 0,5	95,0±5,0	48,0±4,5	6,5±0,5
BAP 1,0	85,0±10,0	50,2±5,1	8,8±0,8
BAP 1,0+ GA 0,5	90,0±10,0	61,9±6,3	9,8±0,8
Kinetin 0,5	95,0±5,0	48,9±4,5	6,0±0,5
Kinetin 1,0	100,0±10,0	62,4±6,0	8,5±0,7
Kinetin 1,0+ GA 0,5	95,0±5,0	85,6±8,6	12,0±1,1

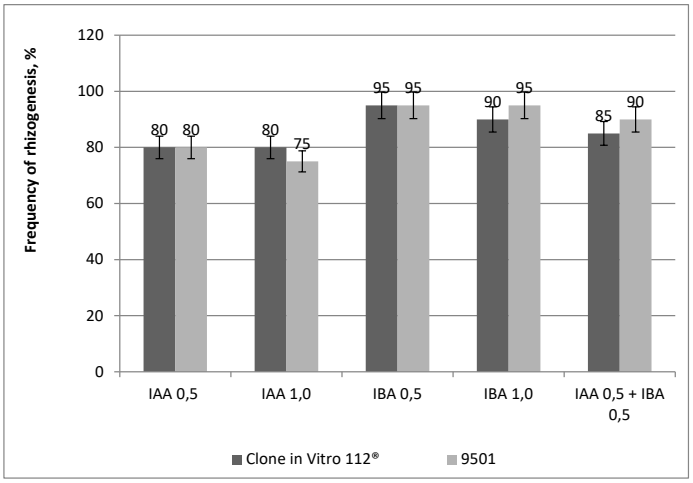


Fig. 2. Frequency of rhizogenesis in Paulownia microplants depending on the composition and concentration (mg / l) of auxins,% (30 days of cultivation)



Fig. 3. Primary adaptation of Paulownia to in vivo conditions

studied were characterized by a high frequency of root regeneration – 75.0–95.0%. However, the most optimal at this stage was a nutrient medium of ½ MS, supplemented with a IBA of 0.5 mg/l, in which the frequency of rhizogenesis was 95.0% and formed 5.3–7.8 roots with a length of 78.5–95.2 mm.

Adaptation of microplants to in vivo conditions. For the stage of adaptation to in vivo conditions, plants with a well-developed root system were selected, washed from the remnants of the nutrient medium and treated with biological products with fungicidal activity. Planted in cassettes with a substrate consisting of peat and perlite in a ratio of 3:1. Adaptation was carried out in stages. During the initial adaptation, plant cassettes were placed in climatic chambers (Fig. 3).

2-3 pairs of leaves were formed in 20 days. During the period of secondary adaptation, plant cassettes were moved to specially equipped tables with artificial fog and climate control systems and plants were cultivated in a climate chamber for another 20 days, after which they were grown in a film greenhouse. Gradual adaptation of plants to in vivo conditions for 40 days in climatic chambers and growing in a greenhouse provided the yield of seedlings at the level of 85.0–95.0%. The adapted plants had morphological features typical of the original plants.

Conclusions. On the basis of the carried-out experimental researches methods of clonal micropropagation in vitro are developed and adaptive possibilities and prospects of use of paulownia in gardening of the city of Mykolaiv are studied.

1. The most effective scheme of sterilization of paulownia is stepwise treatment of plant material with 70% ethanol solution and 1% sodium hypochlorite solution. The yield of sterile explants was 92.5–95.0%, viability – 90.0–97.5%.

2. At the stage of introduction into in vitro culture, the optimal nutrient medium is MS, supplemented with kinetin 1.0 mg/l and GA 0.5 mg/l, at which the reproduction rate was the highest and was 8.7–9.2.

3. At the stage of proper micropropagation, the most intensive proliferation of shoots also occurred on the nutrient medium MS, supplemented with kinetin 1.0 mg/l and GA 0.5 mg/l, which provided the highest reproduction rate – 10.3–12.0.

4. At the stage of rooting of micro-shoots the most optimal was the nutrient medium ½ MS, supplemented with a IBA of 0.5 mg/l, at which the frequency of rhizogenesis was 95.0% and formed 5.3–7.8 roots with a length of 78.5–95.2 mm.

5. Stepwise adaptation of plants to in vivo conditions for 40 days in climatic chambers and growing in a greenhouse ensured the yield of seedlings at the level of 85.0–95.0%.

BIBLIOGRAPHY:

1. Ting H., Brajesh V., Zachary P., Prahlad P., Nirmal J. Paulownia as a Medicinal Tree Traditional Uses and Current Advances. *Europen Journal of Medicinal Plants.* 2016. Vol. 14 (1). P. 1–15. doi: 10.9734/EJMP/2016/25170
2. Мацкевич О. В., Філіпова Л. М., Мацкевич В. В., Андрієвський В. В. Павловнія: науково-практичний посібник: Біла Церква: БНАУ, 2019. 80 с.
3. Манушкіна Т. М., Коломієць Н. П. Перспективи вирощування павловнії у зоні Південного Степу України як енергетичної та декоративної культури. *Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції,* 09–11 грудня 2020 р. Миколаїв : МНАУ, 2020. С. 44–46.
4. Теслюк Н. І., Аврамович І. Клональне мікророзмноження Павловнії повстяної (*Paulownia tomentosa*). *Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві : матеріали XIII наук. конф. молодих вчених, присвяченої 100-річчю з дня заснування Нац. академії аграрних наук України* (м. Чернігів, 24–25 жовтня 2018 р.). Національна академія аграрних наук України, Ін-т сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва. Чернігів : видавець Брагинець О. В., 2018. С.235.
5. Filipova L. M., Matskevych V. V. , Karpuk L. M., Stadnyk A. P., Andriievsky V. V., Vrublevsky A. T., Krupa N. M., Pavlichenko A. A.. Features of Rooting Paulownia in vitro Egypt. *J. Chem. 2nd International Conference on Agricultural Biosystems* (AGRIBIOS 2019). 2019. P. 57–63.

6. Подгаєцький А. А., Мацкевич В. В., Подгаєцький А. Ан. Особливості мікроклонального размноження видів рослин. Біла Церква, 2018. 208 с.
7. Мацкевич В. В., Подгаєцький А. А., Філіпова Л. М. Мікроклональне розмноження окремих видів рослин (протоколи технологій): науково-практичний посібник. Біла Церква: БНАУ, 2019. 85 с.
8. Мацкевич В. В. Мікроклональне розмноження видів рослин in vitro та їх постасептична адаптація. Автореферат дис. д-ра с.-г. наук… спец. 06.01.05 – селекція і насінництво. Суми. 2020. 56 с.
9. Мацкевич В. В. Особливості детермінації онтогенезу павловнії *in vitro* синтетичними гормонами. Науковий журнал «Вісник Сумського національного аграрного університету». Серія «Агрономія і біологія». 2018. Вип. 9(36). С. 76–82.
10. Філіпова Л. М., Мацкевич В. В., Мацкевич О. В. Ризогенез павловнії *in vitro*. *Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Інноваційні технології в агрономії, агрохімії та екології. Землеустрій та кадастри у сучасних умовах :* матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 2019. Біла Церква, БНАУ. С. 33–39.
11. Bergmann B. A., Moon H.-K. In vitro adventitious shoot production in Paulownia. *Plant Cell Reports*. 1997.Vol. 16. P. 315–319. https://doi.org/10.1007/ BF01088288.
12. Кушнір Г. П., Сарнацька В. В. Мікроклональне розмноження рослин. Теорія і практика. К.: Наук. думка, 2005. 270 с
13. Kyte L., Kleyn J., Scoggins H., Bridgen M. Plants from Test Tubes: An Introduction to Micropropogation Hardcover. August 13, 2013. 274 p
14. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant.* 1962. Vol. 15(3). P. 473–497. https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.
15. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / за ред. В. О. Єщенко. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К» ». 2014. 332 с.

REFERENCES:

1. Ting, H., Brajesh, V., Zachary, P., Prahlad, P. & Nirmal, J. (2016). Paulownia as a Medicinal Tree Traditional Uses and Current Advances. *Europen Journal of Medicinal Plants*, 14 (1). 1–15. doi: 10.9734/EJMP/2016/25170
2. Mackevych, O. V., Filipova, L. M., Mackevych, V. V. & Andrijevs'kyj, V. V. (2019). *Pavlovnija : naukovo-praktychnyj posibnyk [Paulownia: a scientific and practical guide].* Bila Cerkva, BNAU [in Ukrainian].
3. Manushkina, T. M. & Kolomijec, N. P. (2020). Perspektyvy vyroshhuvannja pavlovnii u zoni Pivdennogo Stepu Ukrainy jak energetychnoi ta dekoratyvnoi kultury [Prospects of growing paulownia in the Southern Steppe zone of Ukraine as an energy and decorative crop]. *Aktualni problemy zemlerobskoi galuzi ta shljahy ih vyrishennja : materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferencii – Actual problems of the agricultural industry and ways to solve them: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference*, 09–11 grudnja 2020 r. Mykolaiv : MNAU, 44–46 [in Ukrainian].
4. Tesljuk, N. I. & Avramovych, I. (2018). Klonalne mikrorozmnozhennja Pavlovnii povstjanoi (*Paulownia tomentosa*) [Clonal micropropagation of Paulownia felt (*Paulownia tomentosa*)]. *Mikrobiologija v suchasnomu silskogospodarskomu vyrobnyctvi : materialy 13 nauk. konf. molodyh vchenyh, prysvjachenoi 100-richchju z dnja zasnuvannja Nac. akademii' agrarnyh nauk Ukrai'ny – Microbiology in modern agricultural production: materials of the 13th science. conf. of young scientists, dedicated to the 100th anniversary of the founding of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine* (m. Chernigiv, 24–25 zhovtnja 2018 r.). Nacionalna akademija agrarnyh nauk Ukrainy, In-t silskogospodarskoi mikrobiologii ta agropromyslovogo vyrobnyctva. Chernigiv: vydavec Bragynec O., 235 [in Ukrainian].
5. Filipova, L. M., Matskevych, V. V., Karpuk, L. M., Stadnyk, A. P., Andriievsky, V. V., Vrublevsky, A. T., Krupa, N. M. & Pavlichenko, A. A. (2019). Features of Rooting Paulownia in vitro Egypt. *J. Chem. 2nd International Conference on Agricultural Biosystems* (AGRIBIOS 2019), 57–63
6. Podgajeckyj, A. A., Mackevych, V. V. & Podgajeckyj, A. An. (2018). *Osoblyvosti mikroklonal'nogo razmnozhennja vydiv Roslyn [Peculiarities of microclonal propagation of plant species].* Bila Cerkva [in Ukrainian].
7. Mackevych, V. V., Podgajeckyj, A. A. & Filipova, L. M. (2019). *Mikroklonalne rozmnozhennja okremyh vydiv roslyn (protokoly tehnologij) [Microclonal reproduction of certain plant species (technology protocols)].* BNAU, Bila Cerkva [in Ukrainian].
8. Mackevych, V. V. (2020). Mikroklonalne rozmnozhennja vydiv roslyn in vitro ta ih postaseptychna adaptacija [Microclonal propagation of plant species in vitro and their postaseptic adaptation]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. [in Ukrainian].
9. Mackevych, V. V. (2018). Osoblyvosti determinacii ontogenezu pavlovnii in vitro syntetychnymy gormonamy [Peculiarities of determination of the ontogenesis of paulownia in vitro by synthetic hormones]. *Naukovyj zhurnal «Visnyk Sumskogo nacionalnogo agrarnogo universytetu». Serija «Agronomija i biologija» – Scientific journal "Bulletin of the Sumy National Agrarian University". Series "Agronomy and Biology",* 9(36), 76–82 [in Ukrainian].
10. Filipova, L. M., Mackevych, V. V. & Mackevych, O. V. (2019). Ryzogenez pavlovnii *in vitro* [Rhizogenesis of paulownia *in vitro*]. *Agrarna osvita ta nauka: dosjagnennja, rol, faktory rostu. Innovacijni tehnologii v agronomii, agrohimii ta ekologii. Zemleustrij ta kadastry u suchasnyh umovah: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferencii – Agrarian education and science: achievements, role, growth factors. Innovative technologies in agronomy, agrochemistry and ecology. Land management and cadastres in modern conditions: materials of the International Scientific and Practical Conference.* Bila Cerkva, BNAU, 33–39 [in Ukrainian].
11. Bergmann,B. A. & Moon,H.-K. (1997). In vitro adventitious shoot production in Paulownia. *Plant Cell Reports,*. 16. 315–319. https://doi.org/10.1007/BF01088288
12. Kushnir, G. P. & Sarnacka, V. V. (2005). *Mikroklonalne rozmnozhennja roslyn. Teorija i praktyka [Microclonal propagation of plants. Theory and practice].* Kyiv : Nauk. Dumka [in Ukrainian].
13. Kyte, L., Kleyn, J., Scoggins, H. & Bridgen, M. (2013). Plants from Test Tubes: An Introduction to Micropropogation Hardcover. August 13

14. Murashige, T. & Skoog, F. A. (1962). A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant,* 15(3). 473–497. https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x
15. Jeshhenko, V. O., Kopytko, P. G., Kostogryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2014). *Osnovy naukovyh doslidzhen v agronomii: pidruchnyk [Basics of scientific research in agronomy].* Vinnycja : PP «TD «Edelvejs i K» [in Ukrainian].

Manushkina T.M., Kovalenko O.A., Khomut V.P., Kolomiiets N.P. Clonal micropropagation of paulownia *in vitro*

The purpose of the article – to develop technological methods of clonal micropropagation of paulownia *in vitro*. **Methods.** Paulownia plants *Paulownia* Sieb. et Zucc. were the material for the research. In the course of research, generally accepted methods in plant biotechnology were used. Aseptic work was performed in the laminar box KPG-1. Murashige and Skuga (MS) were used as the basic nutrient medium for the cultivation of isolated buds and micropods. **The results.** The method of clonal micropropagation based on the culture of isolated apical meristems provides a high reproduction rate, maximum genetic stability and recovery of the resulting regenerating plants. The most effective scheme of sterilization of paulownia is stepwise treatment of plant material with 70% ethanol solution and 1% sodium hypochlorite solution. The yield of sterile explants was 92.5–95.0%, viability – 90.0–97.5%. At the stage of introduction into in vitro culture, the optimal nutrient medium is MS, supplemented with kinetin 1.0 mg/l and GA 0.5 mg/l, at which the reproduction rate was the highest and was 8.7–9.2. At the stage of proper micropropagation, the most intensive proliferation of shoots also occurred on the nutrient medium MS, supplemented with kinetin 1.0 mg/l and GA 0.5 mg/l, which provided the highest reproduction rate – 10.3–12.0. At the stage of rooting of micro-shoots the most optimal was the nutrient medium 1/2 MS, supplemented with a IBA of 0.5 mg/l, at which the frequency of rhizogenesis was 95.0% and formed 5.3–7.8 roots with a length of 78.5–95.2 mm. Stepwise adaptation of plants to *in vivo* conditions for 40 days in climatic chambers and growing in a greenhouse ensured the yield of seedlings at the level of 85.0–95.0%. **Conclusions.** On the basis of the carried-out experimental researches methods of clonal micropropagation paulownia *in vitro,* which are expedient to use for mass production of genetically homogeneous healthy planting material.

Key words: sterilization, own micropropagation, highest reproduction, rhizogenesis, adaptation.

Манушкіна Т.М., Коваленко О.А., Хомут В.П., Коломієць Н.П. Клональне мікророзмноження павловнії *in vitro*

Мета – розробити технологічні прийоми клонального мікророзмноження павловнії *in vitro.* **Методи.** Метод клонального мікророзмноження на основі культури ізольованих апікальних меристем забезпечує високу швидкість розмноження, максимальну генетичну стабільність і відновлення отриманих рослин-регенерантів. Рослини павловнії *Paulownia* Sieb. et Zucc. були матеріалом для дослідження. У ході проведення досліджень застосовували загальноприйняті у біотехнології рослин методи. Асептичну роботу проводили в ламінарному боксі КПГ-1. Для культивування ізольованих бруньок та мікроживців використовували як базове живильне середовище Мурасиге і Скуга (МС). **Результати.** Найбільш ефективною схемою стерилізації павловнії є ступінчаста обробка рослинного матеріалу 70%-ним розчином етанолу та 1%-ним розчином гіпохлориту натрію. Вихід стерильних експлантів становив 92,5–95,0%, життєздатність – 90,0–97,5%. На етапі введення в культуру *in vitro* оптимальним є живильне середовище МС, доповнене кінетином 1,0 мг/л та ГК 0,5 мг/л, на якому коефіцієнт розмноження був найвищим і становив 8,7–9,2. На етапі власне мікророзмноження найбільш інтенсивна проліферація пагонів відбувалася також на живильному середовищі МС, доповненому кінетином 1,0 мг/л та ГК 0,5 мг/л, що забезпечувало найвищий коефіцієнт розмноження – 10,3–12,0. На етапі укорінення мікропагонів найбільш оптимальним виявилося живильне середовище 1/2 МС, доповнене ІМК 0,5 мг/л, на якому частота ризогенезу становила 95,0% та формувалися 5,3–7,8 коренів довжиною 78,5–95,2 мм. Ступінчаста адаптація рослин до умов *in vivo* упродовж 40 діб у кліматичних камерах та дорощування у теплиці забезпечувала вихід саджанців на рівні 85,0–95,0%. **Висновки.** На основі проведених експериментальних досліджень розроблено прийоми клонального мікророзмноження павловнії *in vitro,* які доцільно застосовувати для масового виробництва генетично однорідного оздоровленого садивного матеріалу.

Ключові слова: стерилізація, власне мікророзмноження, коефіцієнт розмноження, ризогенез, адаптація.

УДК 633.11:631.95:575.21
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.25

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОТЕНЦІАЛЬНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

НАЗАРЕНКО М.М. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-6604-0123
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
ІЖБОЛДІН О.О. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-8076-7206
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
ПОЗНЯК В.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-2375-0608
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Нерівновага у впливі різних природно-сільськогосподарських факторів та їх взаємодії регіону визначають відмінності сумарної в різних генотипах продуктивності та якості зерна. У зв'язку з цим нами досліджено основні агротехнічні ознаки сортів в умовах регіону [1; 3]. У минулому дослідження пшениці більше намагалися покращити загальну зернову продуктивність культури, останні двадцять років більше зосереджувалися на якості зерна, але селекціонери озимої пшениці ігнорували її особливу пристосованість до регіональних специфічних умов (наприклад, Північного Степу України) [2; 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З річним виробництвом близько 757 мільйонів тон, озима пшениця (Triticum aestivum L.) є однією з найважливіших зернових культур у світі. Озима пшениця є провідною зерновою культурою світу та найважливішою продовольчою культурою, яка займає провідне місце в Україні. Українське сільське господарство займає близько 48% площ під зерновими культурами та забезпечує 38% загального виробництва продовольчого зерна в країні [5; 6].

До кінця 19-го століття сорти були в основному місцевими сортами, які добре відповідали своїм регіональним екологічним умовам. З початку 20 століття, у міру розвитку методів селекції, місцеві сорти використовувалися як джерело мінливості при створенні сучасних сортів класичними методами селекції[7, 8].

За останні 60 років інтенсивні селекційні програми рослин призвели до повної заміни місцевих сортів сучасними напівкарликовими та високоврожайними сортами, що корелювало зі зменшенням генетичного різноманіття пшениці та потребами в особливих вимогах для реалізації їх потенційної вищої продуктивності зерна та якості протеїну [9].

Мета. Метою було виявити межи мінливості по генотипах в залежності від екологічних умов середовища з нестабільнім проявом кліматичних умов в аспекті формування врожайності та якості зерна.

Матеріали та методика досліджень. В умовах науково-дослідного поля науково-освітнього центру практичної підготовки Дніпровського державного аграрно-економічного університету проводили оцінку сортів Подолянка, Господарка, Сотниця, Аргумент, Bodycek, Azano, Daria, Balitus. Ділянки випробування досліду були розміщенні регулярним чином зі схемою посіву у трикратній повторності, площа 10 м^2 кожної, посів стандарту однократно на експеримент. Норма висіву варіювала в залежності від визначеного параметру МТЗ. Структурний аналіз проводили обмірами та обмолотом 25–30 добре розвинених рослин, визначали такі параметри як відсоток зерна в загальній продуктивності, висоту рослини, вагу та кількість зерна з головного колосу, вагу зерна з рослини, масу тисячі зерен (тут і далі – МТЗ). Вміст білку визначали на приладі Спектран-119Р (для вмісту білку та клейковини, наважка 10 г). Повторність досліджень була трикратна. Математико-статистичну обробку проводили за факторним аналізом ANOVA, групування та класифікацію даних методом кластерного аналізу. В усіх випадках застосовували пакети «базова статистика та «мультифакторні методи аналізу» програми Statistic 10.0.

Результати досліджень. Врожайність даного набору генотипів різного походження оцінювали у 2020–2022-му роках (таблиця 1). Провели оцінку господарської придатності за перевагами цієї ознаки у сортів Bodycek, Azano, Daria, Balitus.

Параметр врожайності залежав як від зародкової плазми ($F = 14.10$; $F_{0.05} = 4.11$; $P < 0.01$), так і від року вирощування ($F = 10.61$; $F_{0.05} = 3.89$; $P < 0.01$). Щодо дослідження окремих сортів, то виявлено, що значно перевищували стандарт за врожайністю такі сорти як Bodycek ($F = 13.22$; $F_{0.05} = 3.55$; $P<0.01$), Azano ($F = 12.12$; $F_{0.05} = 3.55$; $P<0.01$), які за результатами трьох років випробування перевищили сорт Подолянка як стандарт по врожайності для нашої місцевості, проміжне положення займав сорт Balitus ($F = 3.43$; $F_{0.05} = 3.55$; $P < 0.01$).

Для групування за врожайністю та класифікації сортів в залежності від мінливості за погодними умовами по роках провели кластерний аналіз (Рис.1).

До першої групи належить сорт Подолянка, що в цілому демонструє стабільну врожайність для регіону. До другої групи належить сорт Сотниця, що за результатами трирічного випробування значимо не поступався стандарту Подолянка за двома роками, але за окремим роком може значимо перевищувати. До третьої сорти Azano та Balitus, що за результатами трирічного випробування статистично достовірно перевершили стандарт. Але в оптимальний 2021 рік сорти Azano та

Таблиця 1

Зернова продуктивність сортів пшениці озимої

Сорт	Відсоток зерна в загальній продуктивності	Рік, т га$^{-1}$			Середня
		2020	2021	2022	
Подолянка	40,4 ±1,1^{a}	5,5 ± 0,1^{a}	7,1 ± 0,1^{a}	5,7 ± 0,2^{a}	6,1 ± 0,2^{a}
Господарка	36,2 ± 1,1^{b}	5,0 ± 0,2^{b}	6,1 ± 0,2^{b}	5,6 ± 0,2^{a}	5,6± 0,2^{a}
Сотниця	37,4 ± 1,1^{b}	6,1 ± 0,2^{c}	6,7 ± 0,1^{a}	6,0 ± 0,1^{a}	6,3 ± 0,3^{a}
Аргумент	34,8 ± 1,1^{bc}	4,5 ± 0,2^{b}	5,8 ± 0,2^{b}	5,2 ± 0,1^{b}	5,2 ± 0,3^{ab}
Bodycek	46,2 ± 1,1^{d}	7,2 ± 0,2^{d}	6,8 ± 0,2^{a}	6,9 ± 0,1^{c}	7,0 ± 0,3^{c}
Azano	48,7 ± 1,2^{d}	6,2 ± 0,2^{c}	7,3 ± 0,2^{a}	6,7 ± 0,1^{c}	6,7 ± 0,2^{c}
Daria	43,2 ± 1,3^{c}	4,1 ± 0.2^{b}	5,9 ± 0,2^{b}	4,9 ± 0,2^{b}	5,0 ± 0,2^{b}
Balitus	44,9 ± 1,2 ^{c}	6,0 ± 0,2^{c}	7,2 ± 0,2^{a}	6,4 ± 0,1^{ac}	6,5 ± 0,2^{ac}

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05.}$

Balitus сформували врожайність на рівні стандарту. До четвертої групи належить сорт Господарка, що за результатами 2021–2022 років поступився сорту стандарту, у 2020 році був на його рівні, а за результатами трирічного випробування був на рівні стандарту. До п'ятої групи належать сорти Аргумент та Daria, що завжди статистично значимо поступалися стандарту. До шостої групи відносився сорт Bodycek, що статистично достовірно перевищував за врожайністю сорт Подолянка крім 2021 року та за результатами випробування в цілому. Таким чином варто виділити за врожайністю сорти як Bodycek (F = 13.22; $F_{0.05}$ = 3.55; P < 0.01), Azano (F = 12.12; $F_{0.05}$ = 3.55; P < 0.01), але в окремі роки вони здатні давати врожай на рівні стандарту.

Для виявлення шляхів отримання високої врожайності провели структурний аналіз основних морфометричних параметрів (таблиця 2) за наступними ознаками кількість продуктивних стебел з м^2, кількість та вага зерна з головного колосу, вага зерна з рослини, маса тисячі зерен (тут і далі – МТЗ).

По кількості стебел з головного колосу позитивно виділились сорти Bodycek (F = 12.22; $F_{0.05}$ = 3.55; P<0.01), Azano (F = 13.12; $F_{0.05}$ = 3.55; P < 0.01),. Показник доволі варіативне, та, як бачимо, відповідає сортам з високою врожайністю.

Показник кількості зерна з головного колосу дуже варіативний і можна, мабуть, відзначити, що не тільки у високоврожайних, а й у низьковрожайних сортів можлива значуща перевага за даним параметром над стандартом і тільки високе поєднання цієї ознаки з виконаністю зерна може про щось свідчити, що і показує вже друга ознака – вага зерна з головного колосу, за яким значуще не виділилось жодного сорту.

Очевидно, для досліджуваних сортів не можливе формування врожайності через розвиток добре озерненого з виконаним зерном головного колосу. Показник ваги зерна з рослини не був значущим для перевищення врожайності, що дозволяє зробити висновок, що для цих сортів більше значення має формування більшої кількості добре озернених колосків, ніж головного колосу. Наступний показник МТЗ однозначно перевищував стандарт у всіх високоврожайних сортів Bodycek (F = 12.17; F0.05 = 3.55; P < 0.01), Azano (F = 12.34;

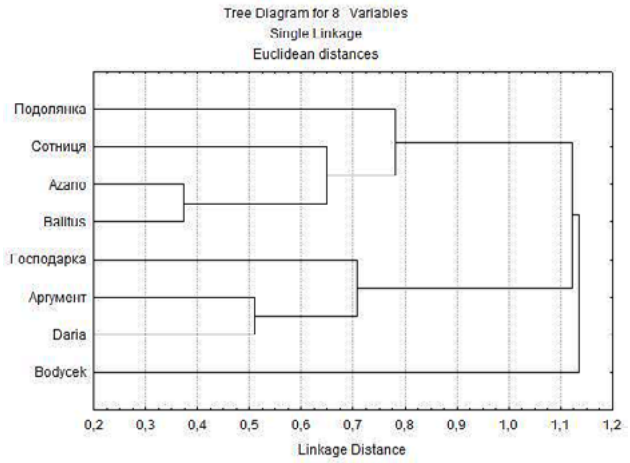


Рис. 1. Результати кластерного аналізу по врожайності

Таблиця 2

Морфометричні параметри врожайних якостей сортів пшениці озимої (x ± SD, n = 25)

Сорт	З головного колосу		Вага зерна з рослини, г.	МТЗ, г.
	Кількість зерна, шт.	Вага зерна, шт.		
Подолянка	27,6 ± 3,8^{a}	1,0 ± 0,2^{a}	2,1 ± 0,4^{a}	40,8 ± 1,0^{a}
Господарка	29,1 ± 2,8^{a}	0,99 ± 0,2^{a}	2,2 ± 0,3^{a}	40,1 ± 1,7^{a}
Сотниця	32,7 ± 2,8^{a}	0,99 ± 0,1^{a}	2,4 ± 0,2^{a}	41,9± 1,1^{a}
Аргумент	33,5 ± 2,2^{a}	0,94 ± 0,1^{a}	2,2 ± 0,2^{a}	39,2 ± 1,1^{a}
Bodycek	45,1 ± 2,4^{b}	1,1 ± 0,2^{a}	3,3 ± 0,3^{b}	44,8 ± 1,3^{b}
Azano	43,4± 5,4^{b}	1,1 ± 0,2^{a}	3,1 ± 0,2^{b}	43,9 ± 1,1^{b}
Daria	32,7 ± 2,7^{a}	0,9 ± 0,2^{a}	2,4 ± 0,4^{a}	38,5 ± 1,3^{a}
Balitus	42,1 ± 2,7^{b}	1,0 ± 0,3^{a}	2,7 ± 0,3^{ab}	43,1 ± 1,0^{b}

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05.}$

Таблиця 3

Параметри якості зерна

Сорт	Білок, %	Клейковина,%	Гютеніни, г		Гліадіни, г
			HMW	LMW	
Подолянка	13.8 ±0.3[a]	26.3±0.4[a]	0.16 ± 0.01[a]	0.43 ± 0.01[a]	0.43 ± 0.01[a]
Господарка	12.9 ±0.3[b]	22.5±0.3[b]	0.16 ± 0.01[b]	0.41 ± 0.02[a]	0.42 ± 0.01[a]
Сотниця	13.1 ±0.2[b]	25.4±0.2[a]	0.16 ± 0.01[a]	0.38 ± 0.02[a]	0.42 ± 0.02[a]
Аргумент	14.8 ±0.2[c]	34.1 ± 0.2[c]	0.15 ± 0.02[a]	0.52 ± 0.02[b]	0.43 ± 0.01[a]
Bodycek	14.2 ±0.1[a]	29.2 ± 0.2[d]	0.21 ± 0.01[b]	0.42 ± 0.01[a]	0.49 ± 0.01[b]
Azano	14.5 ±0.1[b]	34.6 ± 0.2[c]	0.22 ± 0.01[b]	0.39 ± 0.02[a]	0.50 ± 0.02[b]
Daria	13.8 ±0.1[a]	29.5 ± 0.2[d]	0.21 ± 0.01[b]	0.39 ± 0.01[a]	0.50 ± 0.01[b]
Balitus	15.2 ±0.2[c]	32.1 ± 0.3[c]	0.23 ± 0.01[b]	0.33 ± 0.01[c]	0.55 ± 0.01[c]

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05.}$

$F_{0.05}$ = 3.55; P < 0.01), Balitus (F = 10.28; $F_{0.05}$ = 3.55; P < 0.01), що свідчить про ключову роль виконаності зерна при формуванні врожаю. Таким чином, у сортів Bodycek, Azano, Balitus вища врожайність формується за рахунок більш високої продуктивної кущистості.

Аналіз якості зерна проводився за наступними ознаками вміст білка в зерні, вміст клейковини в зерні, наявність у білках високо- та низькомолекулярних глютенинів та загальний вміст гліадинів (таблиця 3). До сильних пшениць відносяться сорти Аргумент, Bodycek, Azano, Balitus (F = 14.32; $F_{0.05}$ = 4.31; P < 0.01). Bodycek, Azano, формують і високу продуктивність і високу якість понад стандарт, а тому загалом цілком відповідають потребам регіону. У той час як сорт Balitus загалом висококоврожайний, але часто формує врожайність на рівні стандарту. Тому і небажано його використання на практиці. Сорт Аргумент можна використовувати як донор високої якості.

За показником вмісту клейковини картина приблизно та ж, що стосується композицій білкових компонентів, то першим з показників значимо позитивно виділилися сорти Bodycek, Azano, Daria, Balitus (F = 11.17; $F_{0.05}$ = 5.00; P = 0.01), по другому негативно сорт Balitus (F = 5.14; $F_{0.05}$ = 4.54; P = 0.04). Що стосується показника вмісту гліадинів, то він високий у сортів Bodycek, Azano, Daria, Balitus (F = 8.09; $F_{0.05}$ = 4.11; P = 0.01).

Таким чином, за поєднанням підвищення врожайності з високими хлібопекарськими якостями виділилися в першу чергу сорти Bodycek, Azano, що формують врожайність і якість на високому рівні. Як сорт з комплексом високої зернової продуктивності, але нестабільної в умовах регіону та якості за всіма компонентами можна використовувати сорт Balitus, якості сорт Аргумент.

Висновки. Досліджуваний набор з 8 сортів показав більш високу врожайність за сорт-стандарт Подолянка в умовах науково-дослідного поля у двох сортів Bodycek, Azano, причому за аналізом окремих років вирощування жоден з сортів стабільно не перевищував стандарт за будь-яких умов. В результаті структурного аналізу параметрів врожайності встановлено, що вищу зернову продуктивність сорти формували у висококоврожайних сортів за рахунок високої ваги зерна з рослини та МТЗ. За поєднанням підвищення врожайності з високими хлібопекарськими якостями виділилися в першу чергу сорти Bodycek, Azano, що формують врожайність і якість на високому рівні. Як сорт з комплексом високої зернової продуктивності, але нестабільної в умовах регіону та якості за всіма компонентами можна використовувати сорт Balitus, якості сорт Аргумент.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bordes J., Ravel C., Le Gouis J., Lapierre A., Charmet G., Balfourier F. (2011). Use of a global wheat core collection for association analysis of flour and dough quality traits. *Journal of Cereal Science*, 54. P. 137–134. doi: 10.1016/j.jcs.2011.03.004
2. Cann D., Hunt J., Rattey A., Porker K. (2022). Indirect early generation selection for yield in winter wheat. *Field Crops Research*, 282. 108505. doi: 10.1016/j.fcr.2022.108505
3. Essam F., Badrya M., Aya M. (2019). Modeling and forecasting of wheat production in Egypt. *Advances and Applications in Statistics*, 59(1). P. 89–101. https://ideas.repec.org/a/arp/tjssrr/2018p510-518.html
4. Jaradat A. (2018). Simulated climate change deferentially impacts phenotypic plasticity and stoichiometric homeostasis in major food crops. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30(6). P. 429–442. doi: 10.9755/ejfa.2018.v30.i6.1705
5. Hongjie L., Timothy D. M., McIntoshc, R.A., Yang, Z. (2019). Breeding new cultivars for sustainable wheat production. *The Crop Journal*, 7(6). P.715–717. doi: 10.1016/j.cj.2019.11.001
6. Li H.J., Timothy D. M., Mc Intoshc R.A., Zhou Y. (2019). Wheat breeding in northern China: achievements and technical advances. *The Crop Journal*, 7(6), P. 718–729. doi: 10.1016/j.cj.2019.09.003
7. Liu Y., Liang X., Zhou F., Zhang Z. (2017). Accessing the agronomic and photosynthesis-related traits of high-yielding winter wheat mutants induced by ultra-high pressure. *Field Crops Research*, 213. P. 165–173. doi: 10.1016/j.fcr.2017.08.005
8. OlaOlorun B., Shimelis H., Laing M., Mathew I. (2021). Morphological variations of wheat (Triticum aestivum L. em. Thell.) under variable ethyl methanesulphonate mutagenesis. *Cereal Research Communications*, 49. P. 301–310. doi: 10.1007/s42976-020-00092-3
9. Tsenov N., Atanasova D., Stoeva I., Tsenova, E. (2015). Effects of drought on grain productivity and quality in winter bread wheat. *Bulgarian Journal Agricultural Sciences*, 21. P. 592–598. https://www.agrojournal.org/21/03-18.pdf

REFERENCES:

1. Bordes J., Ravel C., Le Gouis J., Lapierre A., Charmet G., Balfourier F. (2011). Use of a global wheat core collection for association analysis of flour and dough quality traits. *Journal of Cereal Science*, 54. P. 137–134. doi: 10.1016/j.jcs.2011.03.004
2. Cann D., Hunt J., Rattey A., Porker K. (2022). Indirect early generation selection for yield in winter wheat. *Field Crops Research*, 282. 108505. doi: 10.1016/j.fcr.2022.108505
3. Essam F., Badrya M., Aya M. (2019). Modeling and forecasting of wheat production in Egypt. *Advances and Applications in Statistics*, 59(1). P. 89–101. https://ideas.repec.org/a/arp/tjssrr/2018p510-518.html
4. Jaradat A. (2018). Simulated climate change deferentially impacts phenotypic plasticity and stoichiometric homeostasis in major food crops. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30(6). P. 429–442. doi: 10.9755/ejfa.2018.v30.i6.1705
5. Hongjie L., Timothy D. M., McIntoshc, R.A., Yang, Z. (2019). Breeding new cultivars for sustainable wheat production. *The Crop Journal*, 7(6). P. 715–717. doi: 10.1016/j.cj.2019.11.001
6. Li H.J., Timothy D. M., Mc Intoshc R.A., Zhou Y. (2019). Wheat breeding in northern China: achievements and technical advances. *The Crop Journal*, 7(6), P. 718–729. doi: 10.1016/j.cj.2019.09.003
7. Liu Y., Liang X., Zhou F., Zhang Z. (2017). Accessing the agronomic and photosynthesis-related traits of high-yielding winter wheat mutants induced by ultra-high pressure. *Field Crops Research*, 213. P. 165–173. doi: 10.1016/j.fcr.2017.08.005
8. OlaOlorun B., Shimelis H., Laing M., Mathew I. (2021). Morphological variations of wheat (Triticum aestivum L. em. Thell.) under variable ethyl methanesulphonate mutagenesis. *Cereal Research Communications*, 49. P. 301–310. doi: 10.1007/s42976-020-00092-3
9. Tsenov N., Atanasova D., Stoeva I., Tsenova, E. (2015). Effects of drought on grain productivity and quality in winter bread wheat. *Bulgarian Journal Agricultural Sciences*, 21. P. 592–598. https://www.agrojournal.org/21/03-18.pdf

Назаренко М.М., Іжболдін О.О., Позняк В.В. Особливості реалізації потенціальної продуктивності та якості зерна сортів пшениці озимої

Нерівновага у впливі різних природно-сільськогосподарських факторів та їх взаємодії регіону визначають відмінності сумарної в різних генотипах продуктивності та якості зерна. **Мета.** Метою було виявити межи мінливості по генотипах в залежності від екологічних умов середовища з нестабільнім проявом кліматичних умов в аспекті формування врожайності та якості зерна. **Методи:** В умовах науково-дослідного поля науково-освітнього центру практичної підготовки Дніпровського державного аграрно-економічного університету проводили оцінку 8 сортів пшениці озимої української селекції від різних науково-дослідних установ Подолянка, Господарка, Сотниця, Аргумент, Bodycek, Azano, Daria, Balitus. Ділянки випробування досліду були розміщенні регулярним чином зі схемою посіву у трикратній повторності, площа 10 м^2 кожної. Оцінювали врожайність, її структуру, вміст білку в зерні, вміст білкових компонентів. **Результати.** Провели оцінку господарської придатності за перевагами цієї ознаки у сортів Bodycek, Azano, Daria, Balitus. значно перевищували стандарт за врожайністю такі сорти як Bodycek, Azano, які за результатами трьох років випробування стандарт по врожайності, проміжне положення займав сорт Balitus. Дані свідчать про ключову роль виконаності зерна при формуванні врожаю. У сортів Bodycek, Azano, Balitus вища врожайність формується за рахунок більш високої продуктивної кущистості. До сильних пшениць відносяться сорти Аргумент, Bodycek, Azano, Balitus. Bodycek, Azano формують і високу продуктивність, і високу якість. Як сорт з комплексом високої зернової продуктивності, але нестабільної в умовах регіону, та якості за всіма компонентами можна використовувати сорт Balitus, як джерело якості сорт Аргумент. **Висновки.** Досліджуваний набор з 8 сортів показав більш високу врожайність за сорт-стандарт Подолянка в умовах науково-дослідного поля у двох сортів Bodycek, Azano, причому за аналізом окремих років вирощування жоден з сортів стабільно не перевищував стандарт за будь-яких умов. Вищу зернову продуктивність сорти формували за рахунок високої ваги зерна з рослини та МТЗ. За поєднанням підвищення врожайності з високими хлібопекарськими якостями виділилися в першу чергу сорти Bodycek, Azano, що формують врожайність і якість на високому рівні.

Ключові слова: пшениця озима, сорт, якість зерна, генотип.

Nazarenko M.M., Izboldin O.O., Pozniak V.V. Peculiarities of realization of potential productivity and grain quality of winter wheat varieties

The imbalance in the influence of various natural and agricultural factors and their interaction in the region determine the differences in the total productivity and quality of grain in different genotypes. **Purpose.** The goal was to identify the limits of variability in genotypes depending on the ecological conditions of the environment with an unstable manifestation of climatic conditions in the aspect of the formation of yield and quality of grain.. **Methods:** Under the conditions of the scientific research field of the scientific and educational center of practical training of the Dnipro State Agrarian and Economic University, the evaluation of 8 varieties of Ukrainian winter wheat from various research institutions Podolyanka, Gospodarka, Sotnytsia, Argument, Bodycek, Azano, Daria, Balitus was carried out. The test plots of the experiment were placed in a regular manner with a seeding scheme in three repetitions, an area of 10 m^2 each. The yield, its structure, the content of protein in the grain, the content of protein components were evaluated. **Results.** We conducted an assessment of economic suitability based on the advantages of this trait in the varieties Bodycek, Azano, Daria, Balitus. such varieties as Bodycek, Azano significantly exceeded the yield standard, which, according to the results of three years of testing, yielded the yield standard, the intermediate position was occupied by the variety Balitus. The data indicate the key role of grain performance in crop formation. In the varieties Bodycek, Azano, Balitus, higher yield is formed due to higher productive bushiness. Strong wheat varieties include Argument, Bodycek, Azano, Balitus. Bodycek, Azano form both high productivity and high quality. As a variety with a complex of high grain productivity, but unstable in the conditions of the region, and quality in all components, the variety Balitus can be used, and the variety Argument as a source of quality. **Findings.** The studied set of 8 varieties showed a higher yield than the standard variety Podolyanka in the conditions of the research field in two varieties Bodycek, Azano and according to the analysis of individual years of cultivation, none of the varieties consistently exceeded the standard under any conditions. The higher grain productivity of the variety was formed due to the high weight of the grain from the plant and TGW. Due to the combination of increased yield with high baking qualities, the varieties Bodycek and Azano, which form yield and quality at a high level, stood out in the first place.

Key words: winter wheat, variety, grain quality, genotype.

УДК 633.367:631.527.3
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.26

ВИРОЩУВАННЯ ЛЮПИНУ ЖОВТОГО В ЗОНІ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

НИЧИПОРУК О.О. – завідувачка лабораторії рослинництва та селекції
orcid.org/0000-0002-0580-672X
Волинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту картоплярства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Використання нових сортів люпину жовтого в поліській зоні України в сівозмінах може сприяти вирішенню проблем кормового білка, покращити якість і знизити собівартість продукції тваринництва, підвищити та покращити агрохімічні якості ґрунтів, підвищити рентабельність сільськогосподарського виробництва. Тому Волинська ДСГДС ІК веде селекційну роботу в напрямку створення нового покоління сортів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Люпин відноситься до найдавніших культур, що вирощуються. За період більш ніж двох тисячоліть про нього написано багато книг і хороших слів. І на сьогоднішній час актуальні слова Колумелли, який в творі «Про сільське господарство» писав це в І столітті нашої ери: «Я рахую що якщо в господаря нічого немає, то люпин завжди прийде на допомогу. Якщо на поганому ґрунті його розсіяти і заробити, а потім своєчасно зрізати плугом чи мотикою, то він виявить якості самого найкращого добрива» [1].

Люпин жовтий (Lupinus luteus) – один із самих цікавих видів роду Бобових. Це культура бідних ґрунтів. А також люпин – це високобілкова, врожайна по зерну і зеленій масі, невимоглива до умов вирощування культура. Кормовий люпин можна використовувати як фураж, зелений корм, силос при різних формах посіву: чисті посіви, зайняті пари, поукісні, пожнивні, сумісно ущільнені з кукурудзою, змішані з висівом та іншими зерновими культурами [2].

На сьогоднішній час люпину приділяють все менше і менше уваги, скорочуються посівні площі, знизилося використання зеленої маси у кормових цілях. Це можна пояснити низкою причин: висока ціна насіння, мала кількість установ які займаються селекцією люпину, недостатня кількість насіннєвого матеріалу і головне те, що рекомендовані для вирощування сорти люпину на сьогодні не в повній мірі відповідають зростаючим попитом виробництві.

Селекція люпину жовтого активного ведеться в таких країнах, як Україна, Польща, Німеччина, Білорусь, Росія та інших. На даний час люпин широко використовують в усіх країнах Європи: Австрії, Чехії, Словаччині, Великобританії, Бельгії, Голландії, Данії, Франції (на виноградниках), Італії (на плантаціях маслин і винограду), Скандинавських країнах (як декоративна рослина), при цьому область вирощування доходить до 72ºпн.ш. за полярним колом [3].

Першочерговими завданнями селекції є створення безалкалоїдних, скоростиглих сортів, стабільних за продуктивністю і тривалістю вегетаційного періоду, з покращеними кормовими якостями, підвищеними адаптивними властивостями, стійких до хвороб (антракноз, фузаріоз, вірусні хвороби) [4].

Мета статті: створення високопродуктивних, адаптованих до умов Західного Полісся України сортів люпину жовтого за господарсько-цінними ознаками та забезпечення виробництва його насіння в Україні.

Матеріали, методика та умови дослідження. Об'єктом досліджень були селекційні номери та сорти люпину жовтого створенні методом гібридизації з наступним індивідуальним та індивідуально-родинним добором.

У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні станом на 2021 рік налічується всього 11 сортів люпину жовтого. Значна частина сортів належить ННЦ «Інститут землеробства НАН

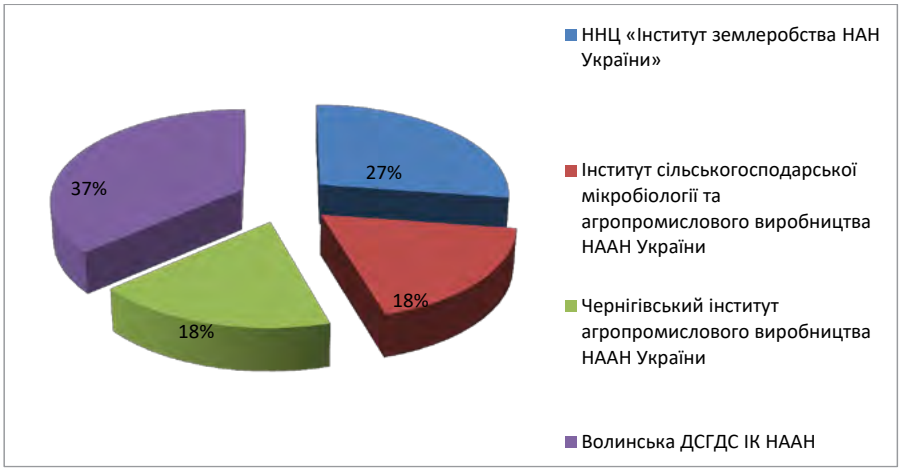


Рис. 1. Структура зареєстрованих сортів люпину жовтого в Україні, %

України» – 3 сорти, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України – 2 сорти, Чернігівський інститут агропромислового виробництва НААН України – 2 сорти та Волинська ДСГДС ІК НААН – 4 сорти (рис. 1).

Польові дослідження з селекції люпину жовтого закладаються у Волинській ДСГДС ІК протягом 60 років. Вивчення колекційного матеріалу, селекційний процес та подальша селекційна робота проводиться у відповідності з методичними вказівками ВІР із зернобобових культур [5–6] та інших методик [7]. Опис та вивчення цінних господарських та морфологічних ознак проводиться у відповідності до «Міжнародного класифікатора СЕВ роду Lupinus L. [8].

При проведенні польових досліджень застосовувалася загальноприйнята для зони Полісся технологія вирощування люпину з використанням існуючих засобів механізації. Дослідження закладались на дерново – підзолистому супіщаному ґрунті з такими показниками родючості: вміст гумусу – 1,01%, кислотність pH-5,5, гідролізованого азоту – 6,4 мг / 100 г абсолютно сухого ґрунту (за Корнфільдом), фосфору та калію відповідно – 14,6 та 9 мг / 100 грам абсолютно сухого ґрунту (за Кірсановим). Сівозміна 5-пільна, зерново-картопляна, попередник – зернові. Площа посівної ділянки в конкурсному сортовипробуванні 9 м^2, міжряддя – 45 см, повторність чотирьохкратна. Сорт – еталон люпину жовтого, сорт Світязь, висівався через кожні 10 зразків. Протягом вегетаційного періоду проводили фенологічні спостереження, визначення вмісту алкалоїдів, структурний аналіз, фітопатологічна оцінка стійкості люпину до хвороб та інші оцінки. Вивчення елементів структури врожайності проводили перед збиранням на 10 рослинах в 4-кратній повторності. Облік врожайності зерна проводили поділянково суцільним методом. Отримані дані піддавали математичній обробці методом дисперсійного аналізу за Доспеховим Б. О. [9].

Погодні умови періоду досліджень характеризувалися періодичністю температури повітря та кількістю опадів. Це дозволило дати об'єктивну оцінку вивчаючих елементів технології вирощування.

Результати досліджень. У сільськогосподарському виробництві використовують три види однорічного люпину: білий (Lupinus albus), вузьколистий (Lupinus angustifalius), та жовтий (Lupinus luteus). Кожен з них має свої біологічні особливості, відрізняються якістю насіння, пристосуванням до певних ґрунтово-кліматичних умов. Люпин жовтий – культура легких супіщаних та піщаних ґрунтів. Волинська ДСГДС ІК розміщена в зоні Західного Полісся України, де переважають легкі супіщані та піщані ґрунти, що найкраще підходять для вирощування саме люпину жовтого кормового.

Волинська сільськогосподарська дослідна станція займається питанням селекції та насінництва люпину жовтого вже більше 60 років. Її науковими співробітниками створенні такі сорти як: Рокинівський 58, Волинський 1, Волинський 82, Максим, Гетьман, Прип'ятський, Світязь, Лучеськ. На дані сорти розроблена технологія і сортова агротехніка вирощування їх на зерно і зелений корм. Сорт жовтого кормового люпину Світязь у 2012 році внесено до Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні та визнано, на той час , державним стандартом. На сьогоднішній день селекціонери використовують сорт Світязь, як сорт – еталон. Сорт – еталон відображає певні та стабільні прояви ознак на які опираються селекціонери при створені нових, більш удосконалених та адаптованих сортів.

Дослідження у Волинській ДСГДС ІК ведуться з метою створення нових сортів люпину жовтого толерантного до антракнозу, високої стійкості до фузаріозу, стійкості до розтріскування бобів і ряду інших господарсько-цінних ознак. Продуктивність культури – це складна ознака, яка формується під впливом абіотичних та біотичних чинників у період вегетації рослин. Все це потребує удосконалення технологічних прийомів вирощування люпину жовтого в Україні і в зоні Полісся в тому числі.

Селекція люпину жовтого ведеться методом міжсортової гібридизації з наступним індивідуальним та індивідуально-родинним добором за такою схемою: міжсортова гібридизація (схрещування), гібридний розсадник першого-третього років, селекційний розсадник I–IV років, контрольне та конкурсне сортовипробування, мале сортовипробування. Підсумок селекційної роботи по створенню нового сорту є запатентований новий сорт люпину жовтого Дарунок Полісся.

У 2021 році отримано охоронні документи на новий сорт – Дарунок Полісся, який створено методом гібридизації (Припятський* Кастрічник)* (Детер*Волинський 82). Ботанічний таксон Lupinus luteus Різновидність maculatus. Сорт зернофуражного напрямку.

Вивчення нового сорту люпину жовтого Дарунок Полісся на сортодільницях України показало, що середня врожайність насіння становила 11,7 ц/га в зоні Полісся і 16,2 ц/га в зоні Лісостепу, що на 1,3 ц/га більше умовно стандарту.

Особливістю нового сорту є менший вегетаційний період росту і розвитку рослин. Довжина періоду сходи – стиглість в середньому за роки досліджень становила

Таблиця 1

Порівняльна характеристика сортів люпину жовтого Волинської ДСГДС ІК

№ п/п	Сорт	Вегетаційний період, днів	Висота, см	Маса 1000 насінин, г	Врожайність, т/га
1	Світязь st	95–100	68–75	87–152	1,6–2,4
2	Прип'ятський	74–95	60–62	95–104	1,6–2,7
3	Лучеськ	85–95	70–90	95–110	1,5–2,2
4	Дарунок Полісся	88–95	68–72	132–140	1,6–2,3

88–95 днів, у Світязя – 95–100 днів. По висоті рослин сорт Дарунок Полісся відноситься до групи низькорослих , довжина стебла становить 68–72 см (табл. 1).

Темпи росту і розвитку рослин сорту Дарунок Полісся виявили реакції сорту на основні прийоми вирощування. Вивчення строку посіву показало, що найбільша насіннєва продуктивність сформувалась при посіві люпину жовтого в II-III декаді квітня. Спостерігалась позитивна реакція сорту Дарунок Полісся на внесення мінеральних добрив під основний обробіток $P_{60}K_{90}$ та підживлення азотним добривом у дозі N_{30}.

Проти фузаріозу, антракнозу та інших хвороб насіння завчасно (2–4 тижні) до сівби необхідно протруїти фундазолом (0,2 кг/т).

Сіяти люпин жовтий можливо, як широкорядним – 45 см так і звичайним рядковим 15 см, способами, в залежності від забур'яненості поля. Норма висіву люпину жовтого сорту Дарунок Полісся становить 1,0–1,2 млн. схожих насінин на гектар (120–140 кг/га). Адже врожайність насіння визначається кількістю стебел на одиниці площі і масою насіння з однієї рослини. Сорт Дарунок Полісся характеризується прямими бобами, які не розтріскуються, довжиною 3–4,5 см і містять 5–6 насінин. Глибина загортання насіння неглибока, але у вологий шар ґрунту. Загортати насіння необхідно на глибину 3–4 см на легких дерново – підзолистих ґрунтах. Захист від бур'янів складається з використання ґрунтового гербіциду Примекстра TZ Голд. На широкорядних посівах проводять розпушення міжрядь 2–3 рази за вегетацію. У фазі бутонізації для захисту рослин від хвороб і шкідників посіви необхідно обробити інсекто-фунгіцидною сумішшю.

Збирання проводять прямим комбайнуванням. У вологі роки зерно може достигати нерівномірно, а також при засмічених полях бур'янами, в таких випадках застосовуємо десикацію.

Для люпину важливою ознакою є наявність чи відсутність алкалоїдів у рослині та насінні. Від цього залежить напрямок використання люпину – сидеральний чи кормовий. Сорти люпину жовтого Дарунок Полісся алкалоїдів в зерні не містить, а зеленій масі не перевищує 0,0154%. Сорт можна використовувати в зерновому і фуражному напрямку.

Для доведення насіння люпину жовтого до потрібної кондиції його очищають і готують на сортувальних машинах.

Висновки. Селекційна робота Волинської ДСГДС ІК направлена на створення сортів, які б давали значну прибавку зерна і зеленої маси та були стійкими проти основних хвороб. У 2021 році до Державного реєстру сортів рослин України внесений сорт люпину жовтого універсального використання Дарунок Полісся. Адже люпин в землеробстві дає змогу збільшити виробництво дешевого, повноцінного екологічно чистого рослинного білку, одночасно з тим знизить імпорт соєвого білкового компоненту.

Отже, створення нових сортів люпину, зокрема за комплексним поєднанням ознак та їх високими значеннями, має перспективу для підвищення ефективності виробництва білка та протеїну, підвищення родючості ґрунту в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Катон, Варон, Колумелла, Пліній. Про сільське господарство. М., 1957. С. 351.
2. Купцов Н. В., Такунов И.П. Люпин. Генетика, селекция, гетерогенные посевы. Брянск, 2006. 576 с.
3. Юхимчук Ф.Ф. Люпин в земледелии. К. : Госельхозиздат УССР. 1974.
4. Солодюк Н.В., Мясоедова Н.С. Алкалоидность и кормовая ценность люпина. Киев : Укр. НИИ НТМ, 1971. 21с.
5. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Київ : Державна комісія України по випробуванню і охороні сортів рослин, 2001.
6. Методические указания ВИР по изучению зернобобовых культур. Л., 1975. 40с.
7. Держспоживстандарт України, 2007; ДСТУ 4827: 2007 «Люпин кормовий. Технічні умови», Держспоживстандарт України, 2007.
8. Международный класыфикатор СЭВ рода Lupinus L. / сост. С. Степанова, Н. Назарова, В. Корнейчук (СССР); Хр. Лемат (ГДР), Я . Миколайчик (ПНР). Л. : ВИР, 1985. 43с.
9. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. 6-е изд., доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

REFERENCES:

1. Katon, Varon, Kolumella, Plinii (1957). Pro silske hospodarstvo [About agriculture]. Moskov. S. 351 [in Russian].
2. Kuptsov, N. V., Takunov, I.P. (2006). Lyupin [Lupine] Bryansk : Genetika, selektsiya, geterogennyie posevyi. 576 s. [in Russian].
3. Yuhimchuk, F.F. (1974). Lyupin v zemledelii [Lupine in agriculture]. Kiev : Goselhozizdat USSR [in Russian].
4. Solodyuk, N.V., Myasoedova, N.S. (1971). Alkaloidnost i kormovaya tsennost lyupina [Alkaloidity and feed value of lupine]. Kiev : Ukr. NII NTM. 21 s [in Ukrainian].
5. Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur (2001). [Methodology of state variety testing of agricultural crops]. Kyiv: Derzhavna komisiia Ukrainy po vyprobuvanniu i okhoroni sortiv roslyn [in Ukrainian].
6. Metodicheskie ukazaniya VIR po izucheniyu zernobobovyih kultur (1975). [VIR methodological guidelines for the study of legume crops.]. L. 40 s. [in Russian].
7. Derzhspozhyvstandart Ukrainy (2007); DSTU 4827: 2007 "Liupyn kormovyi. Tekhnichni umovy" [DSTU 4827: 2007 "Fodder lupine. Technical conditions"]. Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
8. S. Stepanova, N. Nazarova, V. Korneychuk (SSSR); Hr. Lemat (GDR), Ya. Mikolaychik (PNR)
9. 91985). Mezhdunarodnyiy klasyifikator SEV roda Lupinus L. [International Classifier of the SEA genus Lupinus L.]. L. : VIR. 43 s. [in Russian].
10. Dospehov, B.A. (1985). Metodika polevogo opyita s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy. [Methodology of field experiment with the basics of statistical processing of research results]. Moskva: Agropromizdat, 6-e izd., dop. i pererab. 351 s.

Ничипорук О.О. Вирощування люпину жовтого в зоні Полісся України

Мета дослідження: оцінити, проаналізувати та провести добір селекційного матеріалу люпину жовтого за господарсько-цінними ознаками та створити високопродуктивні, адаптовані до умов Західного Полісся України сорти люпину жовтого.

Методика дослідження. В процесі дослідження застосовувались спеціальні та загальнонаукові методи досліджень: польовий метод – для вивчення взаємозв'язку об'єкта з біотичними та абіотичними факторами в конкретних умовах досліджуваної зони; вимірні, візуальні – для вивчення особливостей прояву ряду ознак у польових та лабораторних умовах; лабораторні методи: морфофізіологічний – для визначення біометричних параметрів рослини; хімічний – визначення хімічного складу зерна; фізичний – визначення фізичних показників зерна; статистичні методи: дисперсійний; порівняльно-розрахунковий – для визначення економічної та енергетичної ефективності технологій вирощування.

Результати досліджень. Висвітлено процес створення нового високопродуктивного та перспективного сорту люпину жовтого Волинською ДСГДС ІК. Продукування якісних та адаптивних сортів люпину жовтого до умов зони Полісся вітчизняної селекції, що сприятиме впровадженню у рослинництво та налагодження співпраці з агроформуваннями різних форм власності.

Висновки. Селекційна робота Волинської ДСГДС ІК направлена на створення сортів, які б давали значну прибавку зерна і зеленої маси та були стійкими проти основних хвороб. Отже, створення нових сортів люпину, зокрема за комплексним поєднанням ознак та їх високими значеннями, має перспективу для підвищення ефективності виробництва білка, протеїну та підвищення родючості ґрунту в Україні.

За результатами селекційних досліджень створено сорт люпину жовтого універсального використання Дарунок Полісся, який у 2021 році внесений до Державного реєстру сортів рослин України.

Ключові слова: селекція, продуктивність, сорт, алкалоїдність, стійкість, цінні господарські ознаки, урожайність, адаптивність.

Nychyporuk O.O. Cultivation of yellow lupine in the Polissia zone of Ukraine

The purpose of the research: to evaluate, analyze and carry out the selection of breeding material of yellow lupine according to economically valuable traits and to create highly productive varieties of yellow lupine adapted to the conditions of the Western Polissia of Ukraine.

Methods. In the research process, special and general scientific research methods were used: field method – to study the relationship of the object with biotic and abiotic factors in the specific conditions of the studied area; measurable, visual – to study the peculiarities of the manifestation of a number of signs in field and laboratory conditions; laboratory methods: morphophysiological – to determine the biometric parameters of the plant; chemical – determination of the chemical composition of the grain; physical – determination of physical indicators of grain; statistical methods: dispersion; comparative and calculation – to determine the economic and energy efficiency of cultivation technologies.

Results. The process of creating a new high-yielding and promising variety of yellow lupine by the Volynsk DSGDS IC is highlighted. The production of high-quality and adaptive varieties of yellow lupine to the conditions of the Polissia zone of domestic selection, which will contribute to the introduction into crop production and the establishment of cooperation with agricultural formations of various forms of ownership.

Conclusions. The breeding work of the Volyn DSGDS IP is aimed at creating varieties that would give a significant increase in grain and green mass and would be resistant to major diseases. Therefore, the creation of new varieties of lupine, in particular, based on a complex combination of traits and their high values, has a perspective for increasing the efficiency of protein and protein production and increasing soil fertility in Ukraine.

Based on the results of breeding research, a yellow lupine variety of universal use Darunok Polissya was created, which in 2021 was entered into the State Register of Plant Varieties of Ukraine.

Key words: selection, productivity, variety, alkaloidal properties, resistance, valuable economic traits, yield, adaptability.

УДК 635.21:631.527
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.27

ОЦІНКА СОРТІВ КАРТОПЛІ ЗА СТІЙКІСТЮ ДО ПОСУХИ В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПЛІССЯ УКРАЇНИ

ПИСАРЕНКО Н.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-6299-2170
Поліське дослідне відділення Інституту картоплярства
Національної академії аграрних наук України
СИДОРЧУК В.І. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0001-6334-8643
Поліське дослідне відділення Інституту картоплярства
Національної академії аграрних наук України
ЗАХАРЧУК Н.А. – кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-8194-2491
Інститут картоплярства Національної академії аграрних наук України
ОЛІЙНИК Т.М. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-7235-9415
Інститут картоплярства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Картопля (*Solanum tuberosum* L.) займає четверте місце за популярністю серед сільськогосподарських культур в світі, з виробництвом 370 млн. т на площі 173 млн. га [1]. Культура вирощується більше ніж в 100 країнах, а споживають її понад мільярд людей у всьому світі. Вона є джерелом вуглеводів і забезпечує організм людини іншими не менш важливими речовинами такими, як клітковина, білок, вітаміни, мінерали та антиоксиданти [2–4]. Зважаючи на зростаючий попит на картоплю в світі, виникає потреба в дослідженнях впливу змін клімату на картоплярство. Очікується, що глобальні зміни клімату призведуть до втрат врожаю картоплі в межах 18–32% в перших трьох десятиліттях цього століття [5; 6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Через зміну клімату в найближчі десятиліття набудуть стрімкого поширення фактори стресу такі як посуха, екстремальна спека та надлишок УФ-випромінювання, що створять проблему для сталого рослинництва з подальшим негативним впливом на продуктивність рослин [7–10]. Посуха – найбільш поширена екологічна проблема, оскільки обмежує можливості росту та розвитку сільськогосподарських рослин, знижуючи їх продуктивність [11; 12]. Ранній стрес є найбільш шкідливим для формування бульб, їх маси та врожайності в наслідок зниження рівня асиміляції вуглецю та зменшення розподілу асимілятів у бульбах [13; 14]. Чутливість насаджень картоплі до високих температур залежить від генотипу [15], стадії розвитку рослин і тривалості стресу [16].

Картопля сприйнятлива до посухи через неглибоку кореневу систему, оскільки 85% загальної довжини коренів зосереджено на глибині ґрунту 0,3–0,4 м, а це спричиняє нижчу спроможність рослин поглинати вологу з ґрунту в порівнянні з іншими сільськогосподарськими культурами [17; 18]. Навіть короткотривалі періоди посухи або нечасті опади під час формування столону і бульби можуть значно знизити врожайність картоплі [14; 19; 20].

Основною метою селекціонерів є створення нових сортів картоплі з високим і стабільним рівнем потенційної врожайності [21]. Селекція картоплі на посухостійкість ускладнена можливістю створення однакових умов недостатнього зволоження (водного дефіциту) ґрунту для аналізу великої кількості генотипів [22–24]. Ця проблема може бути розв'язана шляхом застосовування різних генетичних методів. Селекція картоплі на стійкість до стресу базується на результатах досліджень щодо закономірностей і механізмів формування адаптивних реакцій, визначення морфо-анатомічних та фізіолого-біохімічних показників, які забезпечують резистентність культури до посухи [25–28]. Успішна селекція картоплі на стійкість до водного дефіциту в певній мірі залежить від правильної оцінки цієї ознаки у створюваних сортів.

На сьогодні для вивчення сортів картоплі за реакцією на посуху науковці широко використовують індексний підхід, в основі якого знаходиться оцінка генотипів, як на стійкість, так і на чутливість їх до водного стресу. Індекси посухостійкості, які враховують рівень втрати урожаю під впливом посухи порівняно з оптимальними умовами, використовують для відбору посухостійких форм [24; 29; 30].

До основних переваг методу оцінки посухостійкості за використання індексів відносять доступність необхідних даних, можливість вивчення значного обсягу набору сортів, простоту розрахунків та визначення в одиницях найважливішої агрономічної характеристики – урожайності [31].

Мета досліджень. Оцінити сорти картоплі різних груп стиглості за реакцією на посуху та виділити посухостійкі і продуктивні генотипи в умовах стресу з подальшим використанням їх в селекційній практиці.

Матеріали та методи. Дослідження проведено впродовж 2018–2019 і 2021-2022 років в польових умовах селекційної сівозміни лабораторії селекції Поліського дослідного відділення Інституту картоплярства НААН

України. Науково-селекційна установа розташована в центральній частині Полісся України – широта 50°42′4″ пн. ш. та 29°21′14″ сх. д., висота над рівнем моря 148 м. Ґрунти дослідного поля дерново-слабопідзолисті, глинисто-піщані сформовані за рахунок піску чи глинистого піску (гумусу (за Тюриним) 0,6–0,8%, pH – 4,5–5,2; рухомого фосфору і калію, відповідно – 3,0–5,0 мг. екв. на 100 г ґрунту). Характеризуються високою водопроникністю та низькою водоутримувальною здатністю.

Технологія вирощування сортів картоплі відповідає прийнятій у виробництві, притаманній для конкретної зони, яка базується на застосуванні оптимальних доз мінеральних добрив, заходів захисту від хвороб і шкідників та виконанні робіт у визначені строки.

Об'єктом вивчення були сорти картоплі різних груп стиглості: ранньостиглі – Серпанок (стандарт), Вигода, Бажана, Тирас, Світана, Взірець і Радомисль; середньоранні – Нагорода (стандарт), Сонцедар, Фанатка, Опілля, Левада, Партнер, Межирічка 11 і Авангард; середньостиглі – Явір (стандарт), Базалія, Чарунка, Альянс, Іванківська рання, Володарка і Джавеліна; середньопізні – Червона рута (стандарт), Лєтана, Олександрит і Роставиця.

Визначення посухостійкості та продуктивності проводили з використанням різних індексів розроблених різними авторами (табл. 1).

Проведено порівняльну оцінку сортів картоплі за умов достатнього природного зволоження (оптимального) в період вегетації культури 2018 і 2022 років та посушливого періоду 2019 і 2021 рр.

Проведено кореляційний аналіз між продуктивністю в умовах природного зволоження і під дією посухи та різними індексами для ідентифікації генотипів за посухостійкістю. Обрахунок кореляції здійснено за допомогою Microsoft ® Excel 2007.

Результати та обговорення. Погодні умови, в роки проведення досліджень, відрізнялися, як за температурним режимом, так і за кількістю та характером атмосферних опадів, що дало можливість оцінити сорти картоплі різних груп стиглості на стійкість до посушливих умов. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) у 2019 році склав 0,7, в 2021 – 0,8, що вказує на середньо посушливі кліматичні умови, тоді як в 2018 та 2022 роках ГТК варіював в межах 1,0–1,1, що відповідає достатньому забезпеченню вологою.

Аналізуючи отримані результати середнього показника продуктивності в посушливі та зволожені роки за групами стиглості встановлено, що втрати врожайності в сортів картоплі в середньому складають: в період 2018–2019 рр. 53–57%, а в 2021–2022 рр. 56–61%. Впродовж 2018–2019 рр. найнижчий показник втрат врожайності відмічено у сортів ранньої групи 53%, тоді як за 2021–2022 роки у середньопізньої групи (56%).

Рівень інтенсивності посухи за формулою Фішера та Маурера [40] між 2018 роком та 2019 складає D = 0,45, 2022 та 2021 роком D =0,41.

Для порівняння рівня прояву індексів посухостійкості серед досліджуваних сортів картоплі проведено обрахунок медіанних показників, які характеризують середній рівень індексів. Це дозволило порівняти сорти картоплі різних груп стиглості за посухостійкістю в різні роки досліджень (табл. 2).

Величина медіального показника урожайності сортів картоплі в оптимальних умовах (Yp) за групами стиглості коливається в межах: в 2018 році від 15,1 до 15,9 т/га, тоді як в 2022 р. складає 18,0–22,9 т/га. Найменшу різницю між мінімальним і максимальним значенням урожайності в роки досліджень показала середньопізня група генотипів. Найвищий прояв продуктивності сортів картоплі за оптимальних умов встановлено в 2018 р. – ранньостиглі генотипи 21,4 т/га, тоді як, в 2022 р. – середньостиглі генотипи 34,6 т/га.

Аналіз показника медіани урожайності сортів картоплі за впливу посухи (Ys) свідчить про варіювання ознаки в несприятливі роки за групами стиглості, а саме, в 2019 році від 6,1 т/га в середньоранніх до 7,4 т/га в ранньостиглих та в 2022 році від 7,4 т/га в середньопізніх до 11,3 т/га в середньостиглих. Найбільш стабільними за продуктивністю в несприятливі роки характеризувалися сорти ранньостиглої і середньопізньої групи стиглості.

Показник медіальної середньої врожайності (MP) характеризує потенційну врожайність сортів карто-

Таблиця 1

Індекси посухостійкості і формули для їх визначення

Індекси стійкості до посухи		Формула	References
MP	Середня урожайність	$MP = (\mathrm{Y}\rho + \mathrm{Y}s)/2$	El-Hendawy et al., 2017
SSI	Індекс сприйнятливості до посухи	$SSI = (1 - \mathrm{Y}s/\mathrm{Y}p)/(1 - \hat{\mathrm{Y}}s/\hat{\mathrm{Y}}p)$	Nikneshan et al., 2019
RDI	Індекс відносної посухостійкості	$RDI = (\mathrm{Y}s/\mathrm{Y}p)/(\hat{\mathrm{Y}}s/\hat{\mathrm{Y}}p)$	Fischer R.A. et al., 1979
TOL	Індекс толерантності до посухи	$TOL = \mathrm{Y}p - \mathrm{Y}s$	El-Hendawy et al., 2017
YSI	Індекс стабільності врожаю	$YSI = \frac{\mathrm{Y}s}{\mathrm{Y}p}$	Bouslama M. et al., 1984
YI	Індекс урожайності	$YI = \mathrm{Y}s/\hat{\mathrm{Y}}s \times 100$	Lin C.S. et al., 1986
STI	Індекс толерантності до стресу	$STI = (\mathrm{Y}p \times \mathrm{Y}s)/(\hat{\mathrm{Y}}p)^2$	Fernandes G. C. J., 1993
DI	Індекс посухостійкості	$DI = [\mathrm{Y}s \times (\mathrm{Y}s/\mathrm{Y}p)]/\hat{\mathrm{Y}}s$	Lan J., 1998
SNPI	Індекс продуктивності в стресових і сприятливих умовах	$SNPI = [\sqrt[3]{(\mathrm{Y}p + \mathrm{Y}s)}/(\mathrm{Y}p - \mathrm{Y}s)] \times [\sqrt[3]{(\mathrm{Y}p \times \mathrm{Y}s \times \mathrm{Y}s)}]$	Moosavi S.S. et al., 2008

плі незалежно від погодних умов років досліджень. Найнижче коливання індексу за періодами досліджень проявили сорти ранньої групи стиглості, межі прояву склали від 12,4 до 12,9, найвище значення у сортів середньоранньої групи 11,1–15,6. Максимальне значення цього індексу в 2018–2019 роках проявила група ранніх генотипів 12,4, тоді, як в 2021–2022 рр. середньоранні і середньостигла група сортів картоплі відповідно 15,6 і 15,5.

Показник індексу сприйнятливості до посухи (SSI) характеризує чутливість сортів до посухи, тобто чим менше значення цього індексу, тим вищою є посухостійкість генотипу. Найнижче коливання індексу між максимальним і мінімальним значення в 2018–2019 рр. проявили сорти середньопізньої групи (1,07–0,88), в 2021–2022 рр. сорти картоплі середньостиглої групи стиглості (1,1–0,72). Медіальний показник варіював за періодами досліджень: при першому вивченні від 1 до 1,11 (найнижче значення показника проявила група ранніх сортів), при другому 1,01–1,3 (найменшим значення характеризувалися сорти середньоранньої і середньостиглої групи).

Індекс толерантності до посухи (TOL) свідчить про втрати урожайності за дії посушливих умов в абсолютних одиницях. Медіальний рівень цього індексу за роками коливався в 2018–2019 рр. в межах 8,3–9,5 (найнижче значення проявили середньоранні і середньостиглі генотипи). Тоді як в 2021–2022 рр. індекс варіював від 10,1–13,8 (найменший прояв ознаки відмічено в ранніх і середньопізніх сортах).

Таблиця 2

Межі варіювання індексів посухостійкості в сортів картоплі різних груп стиглості в роки досліджень

Значення	Yp	Ys	MP	SSI	TOL	YSI	YI	STI	DI	RDI	SNPI
Ранні											
2018–2019											
min	10,5	5,1	7,8	0,38	3	0,25	67	0,2	0,17	0,55	2,30
max	21,4	11,9	14,4	1,4	14,7	0,8	157	0,67	1,25	1,70	3,41
медіана	15,9	7,4	12,4	1	9	0,47	97	0,44	0,39	1,0	2,64
2021–2022											
min	13,4	5,4	9,4	0,67	6,6	0,32	72	0,2	0,23	0,83	2,35
max	26,5	9,6	17,7	1,11	17,6	0,59	128	0,63	0,76	1,52	2,97
медіана	18,0	8,1	12,9	1,08	11,5	0,34	108	0,42	0,36	0,86	2,74
Середньоранні											
2018–2019											
min	7,7	3,2	5,4	0,78	4,5	0,32	48	0,11	0,2	0,71	1,93
max	19,0	10,8	14,9	1,24	12,6	0,57	164	0,94	0,93	1,26	3,06
медіана	15,2	6,1	11,1	1,02	8,3	0,43	93	0,47	0,38	0,92	2,35
2021–2022											
min	10,3	5	7,9	0,77	4,7	0,25	58	0,12	0,17	0,63	2,28
max	27,8	13,3	19,8	1,25	17,3	0,54	155	0,74	0,78	1,36	3,31
медіана	22,9	8,2	15,6	1,01	13,8	0,39	96	0,42	0,39	0,98	2,75
Середньостиглі											
2018–2019											
min	14,6	4,6	10,1	0,53	5,7	0,25	61	0,3	0,15	0,55	2,26
max	19,5	13,8	16,6	1,36	13,9	0,71	184	0,99	1,3	1,57	3,49
медіана	15,9	6,6	11,5	1,11	9,5	0,39	88	0,41	0,35	0,87	2,58
2021–2022											
min	9,6	4,5	7	0,72	5,1	0,36	47	0,08	0,22	0,87	2,2
max	34,6	12,7	23,6	1,1	21,9	0,58	132	0,85	0,69	1,39	3,23
медіана	22,8	11,3	15,5	1,03	13,4	0,4	118	0,42	0,49	0,95	3,13
Середньопізні											
2018–2019											
min	12,2	4,8	8,5	0,88	6,6	0,39	75	0,26	0,29	0,91	1,67
max	17,2	7,2	12,2	1,07	10	0,5	112	0,56	0,52	1,16	2,62
медіана	15,1	6,8	10,9	1,02	8,6	0,42	107	0,46	0,46	0,97	2,42
2021–2022											
min	16,9	6,4	12,4	0,89	7,2	0,31	79	0,36	0,24	0,7	2,51
max	20,7	11,2	14,8	1,57	14,3	0,61	138	0,6	0,84	1,38	3,13
медіана	18,3	7,4	13	1,3	10,1	0,42	91	0,39	0,39	0,96	2,64

Примітка: Yp – урожайність сорту в оптимальних умовах, Ys – урожайність сорту за впливу посухи, MP – середня урожайність, SSI – індекс сприйнятливості до посухи, TOL – індекс толерантності до посухи, YSI – індекс стабільності урожаю, YI – індекс урожайності, STI – індекс толерантності до стресу, DI – індекс посухостійкості, RDI – відносний індекс посухи, SNPI – індекс продуктивності в стресових і сприятливих умовах.

Індекс стабільності урожаю (YSI) характеризує відношення урожайності сортів у стресових умовах до урожайності в оптимальних умовах. Медіана показника індексу в роки досліджень коливалася: в 2018–2019 рр. від 0,39 в групі середньостиглих сортів до 0,47 в ранніх; в 2021–2022 рр. від 0,34 ранньостиглих до 0,42 середньопізніх сортів.

Показник індексу урожайності (YI) вказує, який відсоток урожайності конкретного генотипу в посушливих умовах до середньої урожайності досліджуваних зразків у період посухи. Межі прояву медіани цього індексу в роки досліджень складали: при першому вивченні від 88 в середньостиглих до 107 в середньопізніх; при другому – 91 середньопізніх до 118 в середньостиглих. Найменший розмах коливання медіального показника в межах групи стиглості проявили середньоранні і ранньостиглі сорти.

Здатність сортів утримувати стабільний рівень урожайності незалежно від дії стресових факторів характеризує індекс толерантності до стресу (STI). Розмах варіювання медіального показника за роками складає: в 2018–2019 рр. найменше значення в середньостиглих 0,41, тоді як найбільше в середньоранніх 0,47; в 2021–2022 рр. від 0,39 в середньопізніх до 0,42 у інших групах стиглості. В роки вивчення найменший діапазон коливання індексу в межах групи стиглості проявили середньостиглі і ранні сорти.

Індекс посухостійкості (DI) застосовують в дослідженнях для визначення генотипів з високою врожайністю як за стресових умов, так і оптимальних. Медіана індексу за діапазоном коливання в роки досліджень складала за першої оцінки від 0,35 в середньостиглих до 0,46 в середньо пізніх сортів; при другому вивченні від 0,36 в сортів ранньої до 0,49 в середньоранньої групи стиглості.

Відносний індекс посухи (RDI) є достовірним показником для визначення стійкості сортів до стресу. Найвище значення за медіальним індексом в 2018–2019 рр. проявила рання група сортів, тоді як в 2021–2022 рр. середньорання. Встановлено, що високе значення показників меж медіального індексу за групами стиглості спостерігається у ранньостиглих 2,64–2,74 та середньостиглих сортів 2,58–3,13.

Найвище значення медіани індексу продуктивності в стресових і сприятливих умовах (SNPI) проявили: при першому вивченні сорти ранньої групи 2,64, при другій оцінці сорти середньостиглої групи – 3,13.

Проведені дослідження свідчать, що сорти ранньої групи стиглості характеризувалися приростом врожайності (до стандарту Серпанок), як в оптимальні Yp роки (на 3,2–13,1 т/га), так і посушливі Ys (на 0,4–6,7 т/га, крім сортів Вигода і Тирас).

Перевищення показника середньої урожайності (MP) до середнього значення групи ранніх генотипів в 2018–2019 рр. проявили сорти: Тирас, Світана, Бажана, і Радомисль на 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 т/га. Тоді як, в роки 2021–2022, за перевагою до середнього індексу MP в ранніх генотипів відмічено сорти: Світана, Взірець і Радомисль на 1,4; 2,6; 3,6 т/га.

Результати досліджень показали істотну відмінність сортів картоплі за індексами посухостійкості в порівнянні до середнього показника групи ранніх генотипів. В 2018–2019 рр. за комплексом вищого значення показника індексів до середнього ранньої групи стиглості проявили сорти: Серпанок (на SSI = 0,02; TOL = 3,4; YSI = 0,01; RDI = 0,02), Вигода (на SSI = 0,19; TOL = 2,8; YSI = 0,10; YI = 9,0; DI = 0,12; RDI = 0,21; SNPI = 0,10), Бажана (SSI = 0,60; TOL = 5,7; YSI = 0,32; YI = 57,0; STI = 0,21; DI = 0,73; RDI = 0,67; SNPI = 0,09), Світана (YI = 9,0; STI = 0,09; SNPI = 0,73) і Радомисль (STI = 0,13 і SNPI = 0,73).

За результатами досліджень в 2021–2022 рр. виділено меншу кількість генотипів з перевагою індексів посухостійкості ранніх сортів до середньої групи стиглості. Найвище значення індексів проявили сорти: Серпанок (на SSI = 0,02; TOL = 3,9; YSI = 0,02; RDI = 0,04; SNPI = 0,13), Тирас (SSI = 0,32; TOL = 5,2; YSI = 0,20; YI = 28,0; STI = 0,02; DI = 0,35; RDI = 0,49), Світана (YI = 19,0 і STI = 0,23), Взірець (YI = 8,0 і STI = 0,12), Радомисль (SSI = 0,07; YSI = 0,05; YI = 21,0; STI = 0,10; DI = 0,13; RDI = 0,12)) (табл. 3).

Аналіз результатів вивчення сортів картоплі середньоранньої групи стиглості за стійкістю до посухи, свідчить про різну реакцію генотипів за індексами посухостійкості в роки досліджень.

Найвищий показник урожайності в оптимальні роки (Yp) в порівнянні до сорту стандарту Нагорода за 2018 рік проявили сорти: Фанатка і Сонцедар відповідно на 5,3 і 4,8 т/га, тоді як в 2022 році – Авангард, Межирічка 11 і Сонцедар на 11,8, 10,4 і 9,8 т/га. Максимальний прояв продуктивності в посушливі роки (Ys) в порівняні до стандарту Нагорода проявили в 2019 році сорти Фанатка і Партнер з приростом 6,4 і 4,1 т/га; в 2021 р. сорти Межирічка 11, Авангард і Партнер – відповідно 8,3, 6,2 і 6,1 т/га.

За період 2021–2022 рр. сорт стандарт Нагорода, в порівнянні до середнього показника індексів середньоранньої групи характеризувався вищим значенням лише за індексом толерантності до стресу на 2,1.

За комплексною резистентністю до стресу слід відмітити сорти Партнер і Межирічка 11, які продемонстрували вище або на рівні значення індексів в порівнянні до показника середнього групи стиглості за всіма параметрами.

Тоді як, сорт Фанатка мав перевагу за всіма індексами посухостійкості лише в 2018–2019 рр. Сорт Сонцедар проявив вище значення індексів до середнього показника середньоранньої групи: за період 2018–2019 рр. на 1,6 т/га (MP) і 0,03 (STI); проте в період 2021–2022 перевага складала за п'ятьма параметрами: 2,7 т/га (MP), 15,0 (YI), 0,12 (STI), 0,02 (DI) і 0,20 (SNPI).

Для сорту Опілля найвищий прояв ознаки за індексами стійкості до стресу відмічено в 2018–2019 рр., а саме SSI, TOL, YSI і RDI (відповідно на 0,01; 1,6; 0,01; 0,03), тоді як, для сорту Левада максимальне вираження ознак за попередньо відміченими індексами було в 2021–2022 рр. (перевага на 0,23; 8,4; 0,14; 0,36) (табл. 4).

Таблиця 3

Урожайність ранньостиглих сортів картоплі в умовах посушливих і природно зволожених років та індекси посухостійкості (2018–2019 рр. і 2022–2021 рр.)

Назва сорту	Роки	Yp	Ys	MP	SSI	TOL	YSI	YI	STI	DI	RDI	SNPI
Серпанок st	2018–2019	10,5	5,2	7,8	0,96	5,3	0,49	68	0,20	0,34	1,05	2,30
	2021–2022	13,4	5,5	9,4	0,97	7,9	0,41	73	0,20	0,30	1,05	2,78
Вигода	2018–2019	14,2	8,3	11,2	0,79	5,9	0,58	109	0,44	0,64	1,24	3,41
	2021–2022	16,6	5,4	11,0	1,11	11,2	0,32	72	0,24	0,23	0,83	2,33
Бажана	2018–2019	14,9	11,9	13,4	0,38	3,0	0,80	157	0,67	1,25	1,70	2,77
	2021–2022	18,0	5,9	11,9	1,10	12,1	0,33	79	0,29	0,26	0,84	2,56
Тирас	2018–2019	19,8	5,1	12,4	1,40	14,7	0,25	67	0,38	0,17	0,55	2,64
	2021–2022	16,2	9,6	12,9	0,67	6,6	0,59	128	0,42	0,76	1,52	2,30
Світана	2018–2019	17,5	8,3	12,9	1,0	9,2	0,47	109	0,55	0,52	1,03	3,41
	2021–2022	26,5	8,9	17,7	1,08	17,6	0,33	119	0,63	0,40	0,86	2,64
Взірець	2018–2019	15,9	6,9	11,4	1,07	9,0	0,43	91	0,41	0,39	0,92	2,30
	2021–2022	24,0	8,1	16	1,08	15,9	0,34	108	0,52	0,36	0,86	2,78
Радомисль	2018–2019	21,4	7,4	14,4	1,23	14	0,35	97	0,59	0,34	0,74	3,41
	2021–2022	20,6	9,1	14,8	0,92	11,5	0,44	121	0,50	0,54	1,13	2,33
Середнє	2018–2019	16,3	7,6	11,9	0,98	8,7	0,48	100	0,46	0,52	1,03	2,68
	2021–2022	19,3	7,5	13,4	0,99	11,8	0,39	100	0,40	0,41	1,01	2,65
$НІР_{05}$	2018–2019	2,0	0,9	1,5								
	2021–2022	2,1	1,6	2,2								

Таблиця 4

Урожайність середньоранніх сортів картоплі в умовах посушливих і природно зволожених років та індекси посухостійкості (2018–2019 рр. і 2022–2021 рр.)

Назва сорту	Роки	Yp	Ys	MP	SSI	TOL	YSI	YI	STI	DI	RDI	SNPI
Нагорода st	2018–2019	13,7	4,4	9,0	1,23	9,3	0,32	67	0,27	0,21	0,71	2,19
	2021–2022	16,0	5,0	10,5	1,15	11,0	0,31	58	0,17	0,18	0,78	2,28
Сонцедар	2018–2019	18,5	5,9	12,2	1,24	12,6	0,32	89	0,50	0,28	0,71	2,45
	2021–2022	25,8	9,8	17,8	1,03	16,0	0,38	114	0,54	0,43	0,95	2,95
Фанатка	2018–2019	19,0	10,8	14,9	0,78	8,2	0,57	164	0,94	0,93	1,26	3,06
	2021–2022	23,1	5,8	14,4	1,25	17,3	0,25	67	0,28	0,17	0,63	2,46
Опілля	2018–2019	12,0	5,4	8,7	1,0	6,6	0,45	82	0,30	0,37	1,0	2,25
	2021–2022	21,2	6,7	13,9	1,13	14,5	0,32	78	0,30	0,25	0,79	2,55
Левада	2018–2019	7,7	3,2	5,4	1,05	4,5	0,41	48	0,11	0,20	0,92	1,93
	2021–2022	10,3	5,6	7,9	0,77	4,7	0,54	65	0,12	0,35	1,36	2,39
Партнер	2018–2019	17,0	8,5	12,7	0,91	8,5	0,50	129	0,66	0,64	1,11	2,80
	2021–2022	22,8	11,1	16,9	0,85	11,7	0,49	129	0,54	0,63	1,22	3,08
Межирічка 11	2018–2019	15,0	7,9	11,4	0,85	7,1	0,53	120	0,54	0,63	1,17	2,73
	2021–2022	26,4	13,3	19,8	0,84	13,1	0,50	155	0,74	0,78	1,26	3,31
Авангард	2018–2019	15,5	6,4	10,9	1,07	9,1	0,41	97	0,45	0,40	0,92	2,51
	2021–2022	27,8	11,2	19,5	1,0	16,6	0,40	130	0,66	0,52	1,01	2,97
Середнє	2018–2019	14,8	6,6	10,6	1,01	8,2	0,44	99	0,47	0,45	0,97	2,49
	2021–2022	21,7	8,6	15,1	1,0	13,1	0,40	99	0,42	0,41	1,0	2,75
$НІР_{05}$	2018–2019	2,5	1,8	2,4								
	2021–2022	3,8	2,1	1,9								

Таблиця 5

Урожайність середньостиглих сортів картоплі в умовах посушливих і природно зволожених років та індекси посухостійкості (2018–2019 рр. і 2022–2021 рр.)

Назва сорту	Роки	Yp	Ys	MP	SSI	TOL	YSI	YI	STI	DI	RDI	SNPI
Явір st	2018–2019	14,9	5,4	10,1	1,16	9,5	0,36	72	0,30	0,26	0,80	2,58
	2021–2022	9,6	4,5	7,0	0,91	5,1	0,47	47	0,08	0,22	1,12	2,20
Базалія	2018–2019	14,6	8,5	11,5	0,76	6,1	0,58	113	0,46	0,66	1,29	2,82
	2021–2022	25,5	12,1	18,8	0,91	13,4	0,47	126	0,60	0,60	1,13	3,19
Чарунка	2018–2019	15,6	7,7	11,6	0,93	7,9	0,49	103	0,44	0,51	1,10	2,68
	2021–2022	19,3	11,3	15,3	0,72	8,0	0,58	118	0,42	0,69	1,39	3,13

Продовження таблиці 5

Альянс	2018–2019	18,5	4,6	11,5	1,36	13,9	0,25	61	0,31	0,15	0,55	2,26
	2021–2022	34,6	12,7	23,6	1,09	21,9	0,37	132	0,85	0,49	0,87	3,23
Іванківська рання	2018–2019	15,9	6,0	10,9	1,13	9,9	0,38	80	0,35	0,30	0,83	2,43
	2021–2022	30,9	12,3	21,6	1,03	18,6	0,40	128	0,74	0,51	0,95	3,19
Володарка	2018–2019	19,5	13,8	16,6	0,53	5,7	0,71	184	0,99	1,30	1,57	3,49
	2021–2022	22,8	8,3	15,5	1,10	14,5	0,36	86	0,37	0,31	0,87	2,76
Джавеліна	2018–2019	16,8	6,6	11,7	1,11	10,2	0,39	88	0,41	0,35	0,87	2,53
	2021–2022	15,9	5,8	10,8	1,10	10,1	0,36	60	0,18	0,22	0,87	2,41
Середнє	2018–2019	16,5	7,5	12,0	1,0	9,0	0,45	100	0,47	0,50	1,0	2,68
	2021–2022	22,7	9,6	16,1	0,98	13,1	0,43	99	0,46	0,43	1,03	2,87
$НІР_{05}$	2018–2019	0,7	2,1	0,4								
	2021–2022	3,7	3,1	3,9								

Таблиця 6

Урожайність середньопізніх сортів картоплі в умовах посушливих і природно зволожених років та індекси посухостійкості (2018–2019 рр. і 2022–2021 рр.)

Назва сорту	Роки	Yp	Ys	MP	SSI	TOL	YSI	YI	STI	DI	RDI	SNPI
Червона рута st	2018–2019	17	7,1	12	1,02	9,9	0,42	111	0,54	0,46	0,97	2,60
	2021–2022	18,4	11,2	14,8	0,89	7,2	0,61	138	0,60	0,84	1,38	3,13
Лєтана	2018–2019	12,2	4,8	8,5	1,07	7,4	0,39	75	0,26	0,29	0,91	2,25
	2021–2022	18,2	6,7	12,4	1,43	11,5	0,37	83	0,36	0,30	0,84	2,54
Олександрит	2018–2019	13,2	6,6	9,9	0,88	6,6	0,50	103	0,39	0,52	1,16	1,67
	2021–2022	16,9	8,1	12,5	1,18	8,8	0,48	100	0,40	0,48	1,09	2,74
Роставиця	2018–2019	17,2	7,2	12,2	1,02	10	0,42	112	0,56	0,47	0,97	2,62
	2021–2022	20,7	6,4	13,5	1,57	14,3	0,31	79	0,39	0,24	0,70	2,51
Середнє	2018–2019	14,9	6,4	10,6	1,0	8,5	0,43	100	0,44	0,43	1,0	2,28
	2021–2022	18,5	8,1	13,3	1,27	10,4	0,44	100	0,44	0,46	1,0	2,73
$НІР_{05}$	2018–2019	1,0	1,2	3,1								
	2021–2022	2,5	1,4	1,3								

Таблиця 7

Модель кореляційних зв'язків між середньою продуктивністю сортів картоплі в умовах посушливого і природно зволожених за індексами посухостійкості (2018–2022 рр.)

	Yp	Ys	MP	SSI	TOL	YSI	YI	STI	DI	RDI	SNPI
Yp	1,000										
Ys	0,726	1,000									
MP	0,972	0,866	1,000								
SSI	0,142	-0,507	-0,691	1,000							
TOL	0,896	0,344	0,767	0,520	1,000						
YSI	-0,216	0,502	0,014	-0,914	-0,620	1,000					
YI	0,673	0,959	0,816	-0,481	0,298	0,516	1,000				
STI	0,841	0,887	0,912	-0,213	0,575	0,208	0,894	1,000			
DI	0,331	0,860	0,533	-0,764	-0,103	0,814	0,894	0,684	1,000		
RDI	-0,239	0,481	-0,010	-0,924	-0,637	0,992	0,495	0,179	0,791	1,000	
SNPI	0,703	0,942	0,828	-0,504	0,350	0,446	0,896	0,869	0,812	0,430	1,000

Найвищий прояв урожайності за оптимальних умов вирощування (Yp) в середньостиглій групі генотипів в порівнянні до стандарту Явір проявили сорти Володарка і Альянс, приріст складав 4,6 і 3,6 т/га в 2018 р., тоді як в 2022 р. в сортів Альянс і Іванківська рання перевищення продуктивності становить майже в 2–2,5 разів (табл. 5).

За умов посухи вище значення урожайності (Ys) до сорту-стандарту Явір в 2019 році продемонстрував сорт Володарка на 8,4 т/га; в 2021 р. генотипи.

Альянс, Іванківська рання, Базалія і Чарунка відповідно на 8,2, 7,8, 7,6 і 6,8 т/га.

В різні роки досліджень комплексну стійкість до стресу проявили сорти Базалія і Чарунка, які характеризувалися вище або на рівні значення індексів в порівнянні до середнього показника групи середньостиглих сортів майже за всіма параметрами. Сорт Володарка проявив високе значення за всіма індексами посухостійкості лише за період 2018–2019 рр. вивчення.

Впродовж 2021–2022 рр. перевагу за числовим вираженням чотирьох індексів посухостійкості в порівнянні до середнього показника групи стиглості продемонстрували сорти: стандарт Явір – на 0,07 (SSI), 8 (TOL), 0,04 (YSI), 0,09 (RDI), Альянс – на 33 (YI),

0,39 (STI), 0,06 (DI), 0,36 (SNPI) і Іванківська рання – 29 (YI), 0,28 (STI), 0,08 (DI), 0,32 (SNPI).

В групі середньопізніх генотипів найвищий прояв показника урожайності до стандарту Червона рута проявив лише сорт Олександрит, перевищення складало на 0,2 і 2,3 т/га. В посушливі роки жоден з сортів не мав значної переваги за продуктивністю до сорту Червона рута. За роки досліджень в стандарту Червона рута спостерігали неоднаковий прояв високого значення індексів до стресу за відношенням до середнього показника середньопізньої групи стиглості: 2018–2019 рр. за YI, STI, DI і SNPI (перевага становила відповідно на 11; 0,10; 0,03; 0,32); 2021–2022 рр. за MP, SSI, TOL, YSI, YI, STI, DI і SNPI (відповідно на 1,5; 0,38; 3,2; 0,17; 38; 0,16; 0,38; 0,38; 0,40). Тоді як, в сорту Олександрит, за весь період вивчення, перевага індексів посухостійкості до середнього коливалася в межах шести-семи ознак (табл. 6).

Сорт Роставиця хоча і мав перевагу за середньою врожайністю до середнього показника відповідної групи стиглості впродовж всього періоду дослідження, проте вищим значенням індексів посухостійкості характеризувався лише в 2018–2019 рр. за YI, STI, DI і SNPI відповідно на 12; 0,12; 0,04; 0,34.

Для успішної селекції за комплексом ознак велике значення має встановлення кореляційних зв'язків між продуктивністю в умовах природного зволоження та різними індексами для ідентифікації генотипів за посухостійкістю.

Урожайність сортів картоплі за оптимального зволоження (Yp) характеризується високою позитивною кореляційною залежністю (r = 0,673–0,972) за індексами посухостійкості: MP, TOL, YI, STI і SNPI і низькою від'ємною за YSI = -0,216 та RDI = -0,239. Висока позитивна кореляція спостерігається за продуктивністю сортів картоплі в умовах стресу (Ys) до індексів: MP, YI, STI, DI і SNPI (r = 0,860–0,959) та середня від'ємна за SSI = -0,507. За урожайністю в різних умовах природного зволоження та посухи відмічено високу позитивну кореляційну залежність (r = 0,726) (табл. 7).

Висновки. За результатами досліджень встановлено значну варіабельність за індексами посухостійкості в сортів картоплі різних груп стиглості в різні періоди. За час досліджень найвище і стабільне значення індексів посухостійкості проявили сорти в групі ранніх генотипів: Серпанок, Світана і Радомисль; поміж середньоранніх зразків: Партнер, Межирічка 11 і Сонцедар; серед середньостиглих: Базалія і Чарунка; в групі середньопізніх: Червона рута і Олександрит. Виділені сорти картоплі рекомендовано для використання в селекційному процесі для створення генотипів стійких до дії несприятливих абіотичних факторів та вирощування в менш сприятливих ґрунтово-кліматичних зонах України для отримання стабільних врожаїв культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. FAOSTAT (2020). FAOSTAT crop data. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: (дата звернення: 17. 01. 2023).
2. Bach S., Yada R. Y., Bizimungu B., Sullivan J. A. Genotype by environment interaction effects on fibre components in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Euphytica.* 2012. Vol.187. P. 77–86. doi.org/10.1007/s10681-012-0734-9
3. Верменко Ю. Я., Демкович Я. Б., Остренко М. В. Споживча, лікувальна цінність та придатність до переробки різних сортів картоплі. *Агробіологія*. 2016. № 1 (124). С. 66–72.
4. Devaux A., Goffart J. P., Petsakos A. et al. Global food security, contributions from sustainable potato agri-food systems. *The Potato Crop: Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind.* H. Campos, O. Ortiz (Eds.). Cham (Switzerland). Springer, Cham., 2020. P. 3–35. doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5_1.
5. Monneveux P., Ramírez D. A., Pino M.-T. Drought Tolerance in Potato (*S. Tuberosum* L.): Can We Learn Drought Tolerance Research in Cereals. *Plant Sci.* 2013. Vol. 205. 76–86. doi.org/10.1016/j.plantsci.2013.01.011
6. Hijmans R.J. The effect of climate change on global potato production. *Am. J. Pot Res.* 2003.Vol. 80. P. 271–279. doi.org/10.1007/BF02855363
7. Wang Y., Frei M. Stressed food – the impact of abiotic environmental stresses on crop quality. *Agr. Ecosyst. Environ.* 2011. Vol. 141. P. 271–286. doi: 10.1016/j.agee.2011.03.017
8. Gregory P. T., Marshall B. Attribution of climate change: a methodology to estimate the potential contribution to increases in potato yield in Scotland since 1960. *Glob. Chang. Biol.* 2012. Vol. 18. P. 1372–1388. doi: 10.1111/j.1365-2486.2011.02601.x
9. Hatfield J. L., Boote K. J., Kimball B. A., Ziska L. H., Izaurralde D. R., Ort D., Thomson A. M., Wolfe D. Climate impacts on agriculture: Implications for crop production. *J. Agron.* 2011. Vol. 103. P. 351–370. doi.org/10.2134/agronj2010.0303
10. Vandegeer R., Miller R. E., Bain M., Gleadow R. M., Cavagnaro T. R. Drought adversely affects tuber development and nutritional quality of the staple crop cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Funct. Plant Biol.* 2012. Vol. 40. P. 195–200. doi.org/10.1071/FP12179
11. Hussain S. S., Raza H., Afzal I., Kayani M. A. Transgenic plants for abiotic stress tolerance: Current status. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2012. Vol. 58 (7). P. 693–721. doi: 10.1080/03650340.2010.540010.
12. Mollasadeghi V., Valizadeh M., Shahryari R., Imani A. A. Evaluation of end drought tolerance of 12 wheat genotypes by stress indices. *World Applied Sciences Journal.* 2011. Vol. 13(3) P. 545–551.
13. King B.A., Stark J. C., Neibling H. Potato Irrigation Management. Potato Production Systems. J. Stark, M. Thornton, P. Nolte (Eds.). Cham : Springer International Publishing. 2020. P. 417–446. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39157-7_13
14. Obidiegwu J., Bryan G., Jones G., Prashar A. Coping with drought: Stress and adaptive responses in potato and perspectives for improvement. *Front. Plant Sci.* 2015. Vol. 6. P. 542. doi.org/10.3389/fpls.2015.00542
15. Tang R., Niu S., Zhang G., Chen G., Haroon M., Yang Q., Rajora O. P., Li X. Q. Physiological and growth responses of potato cultivars to heat stress. *Botany* 2018. Vol. 96. P. 897–912. doi.org/10.1139/cjb-2018-0125
16. Ahn Y.-J., Claussen K., Zimmerman J. L. Genotypic differences in the heat-shock response and thermotolerance in

four potato cultivars. *Plant Sci.* 2004. Vol. 166. P. 901–911. doi.org/10.1016/j.plantsci.2003.11.027
17. Zarzyńska K., Boguszewska-Mańkowska D., Nosalewicz A. Differences in size and architecture of the potato cultivars root system and their tolerance to drought stress. *Plant Soil Environ.* 2017. Vol. 63(4) P. 159–164. doi.org/10.17221/4/2017-PSE.
18. Weisz R., Kaminski J., Smilowitz Z. Water deficit effects on potato leaf growth and transpiration: Utilizing fraction extractable soil water for comparison with other crops. *Am. Potato J.* 1994. Vol. 71. P. 829–840. doi.org/10.1007/BF02849378
19. Ramirez D. A., Yactayo W., Rens L. R., Rolando J., Palacios S., De Mendiburu F., Mares V., Barreda C., Loayza H., Monneveux P. et al. Defining biological thresholds associated to plant water status for monitoring water restriction effects: Stomatal conductance and photosynthesis recovery as key indicators in potato. *Agric. Water Manag.* 2016. Vol. 177. P. 369–378. doi.org/10.1016/j.agwat.2016.08.028
20. Saravia D., Farfán-Vignolo E. R., Gutierrez R., De Mendiburu F., Schafleitner R., Bonierbale M., Khan M. A. Yield and Physiological Response of Potatoes Indicate Different Strategies to Cope with Drought Stress and Nitrogen Fertilization. *Am. J. Potato Res.* 2016. Vol. 93. P. 288–295. doi.org/10.1007/s12230-016-9505-9
21. Завірюха П. Д., Коновалюк М. Г., Косилович Г. О. та ін. Теоретичні і практичні аспекти селекції картоплі у Західному регіоні України. *Генетичні ресурси рослин і селекція.* 2012. С. 139–143.
22. Boguszewska-Mańkowska D., Ruszczak B., Zarzyńska K. Classification of Potato Varieties Drought Stress Tolerance Using Supervised Learning. Applied Sciences. 2022, Vol. 12(4). P. 1939–1955. https://doi.org/10.3390/app12041939
23. Hoelle J., Asch F., Khan A., Bonierbale M. Phenology-Adjusted Stress Severity Index to Assess Genotypic Responses to Terminal Drought in Field Grown Potato. Agronomy. 2020. 10(9). P. 1298**–**1314. https://doi.org/10.3390/agronomy10091298
24. Kebede Beyene Z., Mekbib F., Abebe T., Asfaw A. Drought Resistance Indices for Screening of Potato (*Solanum tuberosum L.*) Genotypes. Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology. 2019. 7(8).P.1118–1124.doi.org/10.24925/turjaf.v7i8.1118-1124.2226
25. Saravia D., Farfán-Vignolo E. R., Gutierrez R., De Mendiburu F., Schafleitner R., Bonierbale M., Khan M. A. Yield and Physiological Response of Potatoes Indicate Different Strategies to Cope with Drought Stress and Nitrogen Fertilization. *Am. J. Potato Res.* 2016. 93. P. 288–295. doi.org/10.1007/s12230-016-9505-9
26. Stark J. C., Love S. L., King B. A., Marshall J. M., Bohl W. H., Salaiz, T. Potato Cultivar Response to Seasonal Drought Patterns. *Am. J. Potato Res.* 2013/ Vol. 90. P. 207–216. doi.org/10.1007/s12230-012-9285-9
27. Haverkort A. J., Van De Waart M., Bodlaender K .B. A. The effect of early drought stress on numbers of tubers and stolons of potato in controlled and field conditions. *Potato Res.* 1990. Vol. 33. P. 89–96. doi.org/10.1007/BF02358133
28. Hill D., Nelson D., Hammond J., and Bell L. Morphophysiology of potato (*Solanum tuberosum*) in response to drought stress: paving the way forward. *Front. Plant Sci.* 2021. Vol. 11. P. 1–18. doi: 10.3389/fpls.2020.597554
29. Martínez I., Muñoz M, Acuña I. and Uribe M. Evaluating the Drought Tolerance of Seven Potato Varieties on Volcanic Ash Soils in a Medium-Term Trial. *Front. Plant Sci*. 2021. Vol. 12. P. 1–14. doi: 10.3389/fpls.2021.693060
30. Cabello R., Monneveux P., De Mendiburu F. *et al.* Comparison of yield based drought tolerance indices in improved varieties, genetic stocks and landraces of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Euphytica* 2013. Vol. 193. P. 147–156. https://doi.org/10.1007/s10681-013-0887-1
31. Chernobai L. N., Ponurenko S. G., Sikalova O. V. Evaluation of stability for maize genotype characteristics by drought tolerance indices under different hydrothermal conditions. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal*). 2016. Vol. 8 (6). P. 69–75.
32. El-Hendawy S. E., Hassan W. M., Al-Suhaibani N. A. and Schmidhalter U. Spectral assessment of drought tolerance indices and grain yield in advanced spring wheat lines grown under full and limited water irrigation. *Agric. Water Manag.* 2017. Vol. 182. P. 1–12. doi: 10.1016/j.agwat.2016.12.003.
33. Nikneshan P., Tadayyon A., Javanmard M. Evaluating drought tolerance of castor ecotypes in the center of Iran. *Heliyon.* 2019. Vol. 5(4). P. 1403-1415. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01403.
34. Fischer R. A., Wood T. Drought resistance in spring wheat cultivars III. Yield association with morphological traits. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1979. Vol. 30 (6). P. 1001–1020.
35. Bouslama M., Schapaugh W. T. Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science*. 1984. Vol. 24(5). C. 933–937.
36. Lin C. S., Binns M. R. and Lefkovitch L. P. Stability analysis: where do we stand? *Crop Sci.* 1986. Vol. 26. P. 894–900. doi: 10.2135/ cropsci1986.0011183X002600050012x
37. Fernandez G. C. J. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. *In Proceedings of the International Symposium on Adaptation Food Crops to Temperature and Water Stress* / C. G. Kuo (Ed.). Shanhua, Taiwan, AVRDC, 13–18 August, 1992. P. 257–270. https://doi.org/10.22001/wvc.72511
38. Lan J. Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica. 1998. Vol. 7. P. 85–87.
39. Moosavi S. S., Yazdi Samadi B., Naghavi M. R, Zali A. A, Dashti H., Pourshahbazi A. Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes. *Desert (Biaban)*. 2008. Vol. 12(2). P. 165–178.
40. Fisher R. A., Maurer R. Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*., 1978. 29(5). P. 897–912. doi.org/10.1071/AR9780897

REFERENCES:

1. FAOSTAT (2020). FAOSTAT crop data. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/ (Accessed 17. 01. 2023).

2. Bach, S. Yada R. Y., Bizimungu, B., Sullivan, J. A. (2012). Genotype by environment interaction effects on fibre components in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Euphytica,* 187, 77–86. doi.org/10.1007/s10681-012-0734-9
3. Vermenko, Yu. Ya., Demkovych, Ya. B., Ostrenko M. V. (2016). Spozhyvcha, likuvalna tsinnist ta prydatnist do pererobky riznykh sortiv kartopli. [Consumer, therapeutic value and the suitability of different potato varieties for processing]. *Ahrobiolohiia*, 1 (124), 66–72. [in Ukrainian]
4. Devaux, A., Goffart, J.P., Petsakos, A., Kromann, P., Gatto, M., Okello, J., … Hareau, G. (2020). Global food security, contributions from sustainable potato agri-food systems. In H. Campos, & O. Ortiz (Eds.), *The Potato Crop: Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind* (pp. 3–35). Cham (Switzerland). Springer, Cham. doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5_1.
5. Monneveux, P., Ramírez, D.A., Pino, M. T. (2013). Drought Tolerance in Potato (*S. Tuberosum* L.): Can We Learn Drought Tolerance Research in Cereals. *Plant Sci.*, 205, 76–86. doi.org/10.1016/j.plantsci.2013.01.011
6. Hijmans, R.J. (2003). The effect of climate change on global potato production. *Am. J. Pot Re.,* 80, 271–279. doi.org/10.1007/BF02855363
7. Wang, Y., and Frei, M. (2011). Stressed food – the impact of abiotic environmental stresses on crop quality. *Agr. Ecosyst. Environ.,* 141, 271–286. doi: 10.1016/j.agee.2011.03.017
8. Gregory, P. T., and Marshall, B. (2012). Attribution of climate change: a methodology to estimate the potential contribution to increases in potato yield in Scotland since 1960. *Glob. Chang. Biol.* 18, 1372–1388. doi: 10.1111/j.1365-2486.2011.02601.x
9. Hatfield, J. L., Boote, K. J., Kimball, B. A., Ziska, L. H., Izaurralde, D. R., Ort, D., Thomson, A. M., Wolfe, D. (2011). Climate impacts on agriculture: Implications for crop production. *J. Agron.*, 103, 351–370. doi.org/10.2134/agronj2010.0303
10. Vandegeer, R., Miller, R. E., Bain, M., Gleadow, R. M., Cavagnaro, T. R. (2012). Drought adversely affects tuber development and nutritional quality of the staple crop cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Funct. Plant Biol.*, 40, 195–200. doi.org/10.1071/FP12179
11. Hussain, S. S., Raza, H., Afzal, I., Kayani, M. A. (2012). Transgenic plants for abiotic stress tolerance: Current status. *Archives of Agronomy and Soil Science,*58(7), 693–721. doi: 10.1080/ 03650340.2010.540010.
12. Mollasadeghi, V., Valizadeh, M., Shahryari, R., Imani, A. A. (2011). Evaluation of end drought tolerance of 12 wheat genotypes by stress indices. *World Applied Sciences Journal,* 13(30), 545–551.
13. King, B.A., Stark, J. C., Neibling, H. (2020). Potato Irrigation Management. In J. Stark, J., M. Thornton, P. Nolte (Eds.), *Potato Production Systems* (pp. 417–446). Cham: Springer International Publishing. doi.org/10.1007/978-3-030-39157-7_13.
14. Obidiegwu, J., Bryan, G., Jones, G., Prashar, A. (2015). Coping with drought: Stress and adaptive responses in potato and perspectives for improvement. *Front. Plant Sci., 6*, 542. doi.org/10.3389/fpls.2015.00542
15. Tang, R., Niu, S., Zhang, G., Chen, G., Haroon, M., Yang, Q., Rajora, O. P., Li, X. Q. (2018). Physiological and growth responses of potato cultivars to heat stress. *Botany*, 96, 897–912. doi.org/10.1139/cjb-2018-0125
16. Ahn, Y.-J., Claussen, K., Zimmerman, J. L. (2004). Genotypic differences in the heat-shock response and thermotolerance in four potato cultivars. *Plant Sci.,* 166, 901–911. doi.org/10.1016/j.plantsci.2003.11.027
17. Zarzyńska, K., Boguszewska-Mańkowska, D., Nosalewicz, A. (2017). Differences in size and architecture of the potato cultivars root system and their tolerance to drought stress. *Plant Soil Environ.,* 63, 159–164. doi.org/10.17221/4/2017-PSE
18. Weisz, R., Kaminski, J., Smilowitz, Z. (1994). Water deficit effects on potato leaf growth and transpiration: Utilizing fraction extractable soil water for comparison with other crops. *Am. Potato J.,* 71, 829–840. doi.org/10.1007/BF02849378
19. Ramirez, D. A., Yactayo, W., Rens, L. R., Rolando, J., Palacios, S., De Mendiburu, F., Mares, V., Barreda, C., Loayza, H., Monneveux, P. et al. (2016). Defining biological thresholds associated to plant water status for monitoring water restriction effects: Stomatal conductance and photosynthesis recovery as key indicators in potato. *Agric. Water Manag.,* 177, 369–378. doi.org/10.1016/j.agwat.2016.08.028
20. Saravia, D., Farfán-Vignolo, E. R., Gutierrez, R., De Mendiburu, F., Schafleitner, R., Bonierbale, M., Kha,n M. A. (2016). Yield and Physiological Response of Potatoes Indicate Different Strategies to Cope with Drought Stress and Nitrogen Fertilization. *Am. J. Potato Res.,* 93, 288–295. doi.org/10.1007/s12230-016-9505-9
21. Zaviriukha, P. D., Konovaliuk, M. H., Kosylovych, H. O. et al. (2012). Teoretychni i praktychni aspekty selektsii kartopli u Zakhidnomu rehioni Ukrainy. [Theoretical and practical aspects of selection of potato are in the Western region of Ukraine]. *Genetic resources of plants and selection*, 139–143 [in Ukrainian].
22. Boguszewska-Mańkowska, D., Ruszczak, B., Zarzyńska, K. (2022). Classification of Potato Varieties Drought Stress Tolerance Using Supervised Learning. Applied Sciences, 12(4), 1939–1955. https://doi.org/10.3390/app12041939
23. Hoelle, J., Asch, F., Khan, A., Bonierbale, M. (2020). Phenology-Adjusted Stress Severity Index to Assess Genotypic Responses to Terminal Drought in Field Grown Potato. Agronomy, 10(9), 1298–1314. https://doi.org/10.3390/agronomy10091298
24. Kebede Beyene, Z., Mekbib, F., Abebe, T., Asfaw, A. (2019). Drought Resistance Indices for Screening of Potato (*Solanum tuberosum L.*) Genotypes. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 7(8), 1118–1124. doi.org/10.24925/turjaf.v7i8.1118-1124.2226
25. Saravia, D., Farfán-Vignolo, E. R., Gutierrez, R., De Mendiburu, F., Schafleitner, R., Bonierbale, M., Khan, M. A. (2016). Yield and Physiological Response of Potatoes Indicate Different Strategies to Cope with Drought Stress and Nitrogen Fertilization. *Am. J. Potato Res.,* 93, 288–295. doi.org/10.1007/s12230-016-9505-9
26. Stark, J. C., Love, S. L., King, B. A., Marshall, J. M., Bohl, W. H., Salaiz, T. (2013). Potato Cultivar Response to Seasonal Drought Patterns. *Am. J. Potato Res., 90*, 207–216. doi.org/10.1007/s12230-012-9285-9
27. Haverkort, A. J., Van De Waart, M., Bodlaender, K .B. A. (1990). The effect of early drought stress on numbers of tubers and stolons of potato in controlled and field conditions. *Potato Res.,* 33, 89–96. doi.org/10.1007/BF02358133

28. Hill, D., Nelson, D., Hammond, J., Bell, L. (2021). Morphophysiology of potato (*Solanum tuberosum*) in response to drought stress: paving the way forward. *Front. Plant Sci.,* 11, 1–18. doi: 10.3389/fpls.2020.597554
29. Martínez, I., Muñoz, M., Acuña, I. Uribe, M. (2021). Evaluating the Drought Tolerance of Seven Potato Varieties on Volcanic Ash Soils in a Medium-Term Trial. *Front. Plant Sci*., 12, 1–14. doi: 10.3389/fpls.2021.693060
30. Cabello, R., Monneveux, P., De Mendiburu, F. *et al.* (2013). Comparison of yield based drought tolerance indices in improved varieties, genetic stocks and landraces of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Euphytica*, 193, 147–156. doi.org/10.1007/s10681-013-0887-1
31. Chernobai, L. N., Ponurenko, S. G., Sikalova, O. V. (2016). Evaluation of stability for maize genotype characteristics by drought tolerance indices under different hydrothermal conditions. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal*), 8(6), 69–75.
32. El-Hendawy, S. E., Hassan, W. M., Al-Suhaibani, N. A. and Schmidhalter, U. (2017). Spectral assessment of drought tolerance indices and grain yield in advanced spring wheat lines grown under full and limited water irrigation. *Agric. Water Manag.,* 182, pp. 1–12. doi: 10.1016/j.agwat.2016.12.003.
33. Nikneshan, P., Tadayyon, A., and Javanmard, M. (2019). Evaluating drought tolerance of castor ecotypes in the center of Iran. *Heliyon.* 5, 1403–1415. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01403.
34. Fischer, R. A., Wood, T. (1979). Drought resistance in spring wheat cultivars III. Yield association with morphological traits. *Australian Journal of Agricultural Research*, 30(6), pp. 1001–1020.
35. Bouslama, M., Schapaugh, W. T. (1984). Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science*, 24(5), 933–937.
36. Lin, C. S., Binns, M. R. and Lefkovitch, L. P. (1986). Stability analysis: where do we stand? *Crop Sci.,* 26, 894–900. doi: 10.2135/cropsci1986.0011183X002600050012x
37. Fernandez, G. C. J. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In C. G. Kuo (Ed.), *Proceedings of the International Symposium on Adaptation Food Crops to Temperature and Water Stress, (*pp. 257–270). Shanhua, Taiwan, AVRDC. https://doi.org/10.22001/wvc.72511
38. Lan, J. (1998). Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 7, 85–87.
39. Moosavi, S. S., Yazdi Samadi, B., Naghavi, M. R, Zali, A. A, Dashti, H., Pourshahbazi, A. (2008). Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes. *Desert (Biaban),* 12(2), 165–178.
40. Fisher, R. A., Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*., 29(5), 897–912. doi.org/10.1071/AR9780897

Писаренко Н.В., Сидорчук В.І., Захарчук Н.А., Олійник Т.М. Оцінка сортів картоплі за стійкістю до посухи в умовах Центрального Полісся України

Мета досліджень. Оцінити сорти картоплі різних груп стиглості вітчизняної селекції у різних середовищах та виділити генотипи з високою продуктивністю і стійкістю до посухи з подальшим використанням їх в селекційній практиці. **Матеріали і методи**. Дослідження проведені впродовж 2018–2019 і 2021–2022 рр. в польових умовах селекційної сівозміни лабораторії селекції Поліського дослідного відділенні Інституту картоплярства НААН України. Об'єктом досліджень слугували 26 сортів картоплі різних груп стиглості. Методи досліджень польові, селекційні і математично-статистичні. **Результати досліджень**. Для диференціації сортів картоплі за реакцією на стійкість до посухи було використані індекс сприйнятливості до посухи, індекс толерантності до посухи, індекс стабільності урожаю, індекс урожайності, індекс толерантності до стресу, індекс посухостійкості, відносний індекс посухи, індекс продуктивності в стресових і сприятливих умовах. За результатами досліджень встановлено, що за період 2018–2019 рр. за комплексом вищого значення показників індексів до середнього групи стиглості проявили сорти: в групі ранніх – Серпанок, Вигода, Бажана, Світана і Радомисль; серед середньоранніх – Партнер, Межирічка 11, Фанатка, Сонцедар і Опілля; поміж середньостиглих – Базалія, Чарунка і Володарка; в середньопізній групі – Червона рута, Олександрит і Роставиця. Досліджено, що в період 2021–2022 рр. найвище значення індексів посухостійкості продемонстрували сорти: серед ранньостиглих – Серпанок, Тирас, Світана, Взірець і Радомисль; в середньоранніх – Партнер, Межирічка 11, Сонцедар і Левада; поміж середньостиглих – Базалія, Чарунка, Явір, Альянс і Іванківська рання; в середньопізніх – Червона рута і Олександрит**. Висновки.** Використання в селекційній практиці індексного підходу з оцінки посухостійкості значного обсягу генотипів картоплі дозволяє виділити високоврожайний матеріал в умовах стресу і його відсутності. В подальшому виділені стійкі до посухи сорти картоплі можна рекомендувати для вирощування в менш сприятливих ґрунтово-кліматичних зонах України та використання їх в селекційних програмах зі створення стресостійких генотипів.

Ключові слова: селекція, картопля, сорт, посухостійкість, урожайність, індекс, стрес, кореляційна залежність.

Pysarenko N.V., Sydorchuk V.I., Zakharchuk N.A., Oliynik T.M. Comprehensive assessment of drought tolerance of potato varieties by mathematical indices in the conditions of the Central Polissya of Ukraine

Relevance. In the context of global climate change, the ability of plants to adapt to stressful conditions contributes to the increase and stabilization of productivity in potato varieties. Therefore, various mathematical indices based on plant productivity under optimal and stressful conditions are used to separate genotypes for drought tolerance to select drought-resistant genotypes. **The aim of the research** is to study potato varieties of different ripeness groups of domestic breeding in different environments and to identify genotypes with high productivity and drought resistance for their further use in the breeding process. **Materials and methods**. The research was conducted during 2018–2019 and 2021–2022 in the field conditions of breeding crop rotation of the breeding laboratory of the Polissya Research Department of the Institute for Potato Research, NAAS of Ukraine. Research methods include field, breeding and mathematical and statistical ones. **Research results**. To differentiate potato varieties by their response to drought tolerance, the drought susceptibility

index, drought tolerance index, yield stability index, yield index, stress tolerance index, drought tolerance index, relative drought index, and productivity index under stressful and favourable conditions were used. According to the results of the research, it was found that during the period of 2018–2019, according to the complex of the highest values of the indices, the varieties showed the highest maturity group: in the early group – Serpanok, Vyhoda, Bazhana, Svitana and Radomysl; among the middle-early ones – Partner, Mezhyrichka 11, Fanatka, Sontsedar, and Opillia; among the mid-ripening ones – Bazaliia, Charunka and Volodarka; in the middle-late group – Chervona Ruta, Oleksandryt and Rostavytsia. It was found that in the period 2021–2022, the highest value of drought tolerance indices was demonstrated by the following varieties: among early ripening varieties – Serpanok, Tyras, Svitana, Vzirets and Radomysl; in the mid-early ones – Partner, Mezhyrichka 11, Sontsedar and Levada; among mid-ripening varieties – Basaliia, Charunka, Yavir, Alians and Ivankivska rannia; in the middle-late ones – Chervona ruta and Oleksandryt**. Conclusions.** The use of the index approach to assess the drought tolerance of a large number of genotypes in breeding practice allows for identifying high-yielding potato material under stress and its absence. In the future, the selected stress-resistant potato varieties can be recommended for cultivation in less favourable soil and climatic zones of Ukraine and their use in breeding programs for the creation of drought-resistant genotypes.

Key words: breeding, potato, variety, drought tolerance, yield, index, correlation dependence.

УДК 634.54, 635.075
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.28

СОРТИ ФУНДУКУ ЯК ДЖЕРЕЛО ОТРИМАННЯ ЦІННИХ ХАРЧОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ В УМОВАХ ПІВНОЧІ СТЕПУ УКРАЇНИ

СІМЧЕНКО О.О. – аспірант
orcid.org/0000-0002-1139-4645
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
НАЗАРЕНКО М.М. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-6604-0123
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. У світі продовжується активний дискурс щодо питання забезпечення повноцінним харчуванням людства, перш за все з урахуванням потреб в деяких критично важливих мікроелемента (селен, цинк, кобальт, тощо) та вітамінах. Традиційні, широко розповсюджені сільськогосподарські культури не забезпечують надходження їх в необхідній кількості [1]. Доволі велика кількість людей починає використовувати горіхи фундука не лише як компонент при приготуванні якихось страв, але й безпосередньо як харчову добавку, що є постійним компонентом раціону людини, особливо в найбільш розвинених регіонах світу [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Обсяги виробництва фундука в країні постійно зростають (враховуючи високу експортну зацікавленість), але поки що більша частина внутрішніх потреб закривається виключно імпортом. Складається доволі парадоксальна ситуація із задоволенням потреб внутрішнього ринку [5; 6].

Промислові насадження фундуку характерні для північних зон країни з більш стійким зволоженням, але постійною проблемою є недостатня кількість світлової енергії. В той же час, глобальні зміни кліматичних умов вирощування вже призвели до міграції та поступової інтродукції багатьох культур на південь [3; 4].

Загальне виробництво фундуку в світі постійно зростає, але поки що становить 50–60% від теоретично обраховано для оптимально споживання та розповсюдження. Також обсяги виробництва дуже залежать від умов року, причому більш несприятлива картина для країн, що розвиваються, де ціни на вироблену продукцію за зростанням випереджають ріст обсягів виробництва в постійній динаміці. Прогнозується щорічне збільшення на 10–15% по ціні на фундук та на 5–10% по виробництву з подвоєнням загальних обсягів виробництва до 2035 року. Але економічні показники свідчать про зростаючу економічну ефективність вирощування горіхів фундуку з огляду на зростаюче споживання як в розвинених, так і в країнах, що розвиваються [9]. Загальні потреби країни постійно зростають та останнім часом це не лише потреби в підготовленій сировині для промисловості, але й в якості харчової добавки, тобто безпосередньо для використання горіхів в різній формі [1; 2]. Підвищення використання можливо через доведення якості горіхів фундуку сучасних сортів як джерела цінних елементів для харчового раціону. Як показує світова практика, доступність ресурсу значно полегшує його впровадження в практичне використання [7; 8].

Метою досліджень було показати цінність за окремими необхідними в харчуваннями корисними речовинами горіхів фундуку сортів, на основі котрих можливе створення промислових насаджень цієї культури (з метою інтродукції в зону нестійкого зволоження) для вирішення проблеми повноцінного харчування.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 2021–2022 рр. Зразки відбирали у трьохкратній повторності на промислових насадженнях фундука ТОВ «ТРАНСРЕЗЕРВ» с. Шульгівка Дніпропетровської області.

Досліджували чотири сорти фундуку Барселонський, Каталонський, Косфорд, Галле на придатність до впровадження в промислові насадження на Півночі України як в зоні нестійкого зволоження та інтродукції культури для отримання джерела стабільного надходження цінних харчових елементів.

Статистичну обробку даних проводили методом факторного аналізу при порівняні вибірок та виявлені мінливості окремих ознак, дискримінантного аналізу для виявлення значимості ознак (програма Statisica 10.0) [18].

Перед дослідженням зразки попередньо мінералізували з використанням системи мікрохвильового розкладання Multiwave GO Plus виробництва Anton Paar (Австрія), додаючи до наважки зразку 0,5 г 10 мл 65% азотної кислоти і 1 мл концентрованої соляної кислот (Sigma-Aldrich). Час розкладання (включаючи час охолодження) становив 45 хв за температури 185°С.

Визначення вмісту мінеральних речовин проводилося з використанням атомно-емісійного спектрометра з індуктивно-зв'язаною плазмою Agilent 5110 за інтенсивністю емісії світла з характерними довжинами хвиль. В якості стандартів використовували мультиелементний розчин виробництва Agilent.

Результати досліджень. Дані щодо вмісту основних органогенних елементів, цінних для харчування людини для окремих сортів показані в таблиці 1. Досліджували такі органогені елементи як кальцій, фосфор, сірка, магній, калій, особливе значення має наявність таких елементів як сірка та магній, котрих в традиційних продуктах харчування не вистачає.

За вмістом кальцію відзначився сорт Косфорд, котрий суттєво перевищив за вмістом цього елементу інші сорти, котрі приблизно були на одному й тому ж рівні ($F = 9,16$; $F_{critical} = 5,01$; $P = 0,02$). Щодо наявності фосфору то відрізнявся вже сорт Каталонський ($F = 11,17$; $F_{critical} = 5,01$; $P = 0,01$), вміст довільно значимо пере-

вищував інші генотипи. Щодо сірки як органогенного елементу для деяких цінних білків для людини, то найнижчий результат показали сорти Барселонський та Каталонський, перевершував їх сорт Галле (F = 10,92; $F_{critical}$ = 5,01; P = 0,01), котрого в свою чергу за вмістом сірки перевищив сорт Косфорд (F = 11,02; $F_{critical}$ = 5,01; P = 0,01).

Вміст магнію теж є доволі важливим. За цим показником відрізнявся сорт Косфорд (F = 9,16; $F_{critical}$ = 5,01; P = 0,02). У нього ж наявний й високий вміст калію (F = 8,43; $F_{critical}$ = 5,01; P = 0,02).

Також факторний аналіз (таблиця 2) показав, що фактор генотип статистично значимо обумовлював вміст всіх досліджуваних елементів, особливо сірки та магнію.

У той же час фактор кліматичних умов конкретного року впливав на це суттєво слабше, виявившись суттєвим лише для вмісту калію. Усі інші органогені елементи ніяк від року вирощування не залежали.

Таким чином за результатами аналізу відрізнялися за вмістом цінних речовин сорт Галле по вмісту сірки, сорт Косфорд за вмістом калію, сірки, магнію, кальцію (усіх крім фосфору), сорт Каталонський за вмістом лише фосфору. Можна вважати, що найбільш ефективним за композицією цінних речовин є сорт Косфорд. Найменш цікавим в дослідженні виявися сорт Барселонський.

Тривалий час вміст мікроелементів, що зазначено в таблиці 4 привертав суттєво менше уваги, особливо для кобальту та молібдену, котрі, тим не менш є дуже цінними компонентами біологічно-активних речовин, що зрідка зустрічаються в належній кількості в раціоні харчування людини серед звичайних продуктів.

Так, згідно даних вміст цинку помітніше високий у сортів Галле та Каталонський (F = 11,93; $F_{critical}$ = 4,82; P = 0,01). Статистично достовірно більш цінним з огляду на вміст міді є сорт Барселонський (F = 17,14; $F_{critical}$ = 5,01; P < 0,01), достовірно гіршим сорт Косфорд (F = 16,55; $F_{critical}$ = 5,01; P < 0,01). В свою чергу вміст молібдену був кращим у сорту Косфорд з великим вагомим відривом (F = 23,17; $F_{critical}$ = 5,01; P < 0,01).

Щодо вмісту кобальту, то він був більш значним знову лише в сорту Косфорд (F = 22,33; $F_{critical}$ = 5,01; P < 0,01). По вмісту марганцю у сортів Косфорд та Каталонсський (F = 14,22; $F_{critical}$ = 4,82; P < 0,01). Таким чином, за комплексом цінних мікроелементів найбільш вдалим є композиція цих елементів Косфорд, у котрого менше тільки міді та цинку. Друге місце з високим вмістом цинку, міді та марганцю посів сорт Каталонський. Можно сказати, що ці два сорти доповнюють одне одного.

Факторний аналіз показав, що для цих елементів фактор генотипу був ще більш вагомим та обумовив наявність кожного з елементів в горіхах, особливо для молібдену, кобальту та марганцю. Фактор кліматичних умов ніяк не вплинув на вміст жодного з мікроелементів.

Таким чином, більш повноцінним з огляду на високий вміст цінних мікроелементів в комплексі був сорт Косфорд, між тим зовсім з цього боку найменш цінним виявився сорт Барселонський.

Таблиця 1

Показники фундуку за основними біологічно цінними елементами (x=9, ±SD), г/кг

Показники, що визначали	Барселонський	Галле	Косфорд	Каталонський
Кальцій	2,18±0,11[a]	2,30±0,09[a]	2,39±0,09[b]	2,28±0,11[a]
Фосфор	2,94±0,14[a]	3,11±0,12[a]	2,96±0,14[a]	3,22±0,10[b]
Сірка	1,56±0,05[a]	1,70±0,04[b]	1,79±0,04[c]	1,63±0,03[a]
Магній	1,51±0,07[a]	1,60±0,05[a]	1,81±0,06[b]	1,58±0,05[a]
Калій	5,81±0,15[a]	6,12±0,14[a]	6,57±0,15[b]	6,18±0,13[a]

Примітка: різниця статистично достовірна при $P_{0,05}$. Ряди мінливості в строках.

Таблиця 2

Факторний аналіз за показником впливу генотипу та року вирощування

Джерело варіації	Генотип			Рік вирощування		
	F	P	$F_{критичне}$	F	P	$F_{критичне}$
Кальцій	10,95	0,01	5,05	3,16	0,06	4,01
Фосфор	10,50	0,01	5,13	2,93	0,07	4,13
Сірка	21,19	< 0,01	4,92	2,90	0,07	4,45
Магній	19,17	< 0,01	4,45	1,61	0,08	4,67
Калій	9,93	0,01	5,03	5,98	0,05	5,22

Таблиця 3

Ключові перспективні елементи якості фундуку (x=9, ±SD), мг/кг

Показники, що визначали	Барселонський	Галле	Косфорд	Каталонський
Цинк	24,93±0,1[8]a	25,11±0,15[b]	25,01±0,17[a]	26,88±0,20[b]
Мідь	8,21±0,08[a]	7,98±0,09[b]	7,65±0,12[c]	8,00±0,07[b]
Молібден	0,36±0,01[a]	0,34±0,03[a]	0,56±0,04[b]	0,32±0,02[a]
Кобальт	0,10±0,01[a]	0,11±0,01[a]	0,27±0,02[b]	0,13±0,01[a]
Марганець	26,38±0,09[a]	28,01±0,09[a]	37,00±0,09[b]	37,04±0,09[b]

Примітка: різниця статистично достовірна при $P_{0,05}$ Ряди мінливості в строках.

Таблиця 4

Факторний аналіз за показником впливу генотипу та року вирощування

Джерело варіації	Генотип			Рік вирощування		
	F	P	$F_{критичне}$	F	P	$F_{критичне}$
Цинк	22,17	< 0,01	5,17	2,01	0,08	4,17
Мідь	24,62	< 0,01	5,03	2,39	0,08	4,42
Молібден	28,11	< 0,01	5,12	2,36	0,08	4,25
Кобальт	33,21	< 0,01	4,92	2,14	0,08	4,17
Марганець	31,19	< 0,01	5,11	1,98	0,09	4,93

Таблиця 5

Результати комплексного біохімічного аналізу (x=3, ±SD), на 100 г

Параметри, од	Барселонський	Галле	Косфорд	Каталонський
Насичені жирні кислоти, г	4,32±0,11[a]	4,53±0,09[b]	4,61±0,09[b]	4,41±0,07[a]
Харчові волокна, г	5,73±0,04[a]	5,89±0,05[b]	5,69±0,08[a]	5,60±0,08[a]
Вітамін А, мкг	2,13±0,11[a]	2,55±0,13[b]	2,17±0,11[a]	2,07±0,12[a]
Вітамін Е, мг	20,17±0,23[a]	20,96±0,21[a]	22,45±0,24[b]	22,10±0,27[b]
Вітамін С, мг	1,39±0,08[a]	1,73±0,07[b]	1,45±0,07[a]	1,61±0,09[b]
Вітамін РР, мг	2,04±0,17[a]	2,08±0,18[a]	2,07±0,21[a]	2,06±0,19[a]

Примітка: різниця статистично достовірна при $P_{0,05}$ Ряди мінливості в строках.

Таблиця 6

Факторний аналіз за показником впливу генотипу та року вирощування

Джерело варіації	Генотип			Рік вирощування		
	F	P	$F_{критичне}$	F	P	$F_{критичне}$
Насичені жирні кислоти, г	6,01	0,05	5,34	2,34	0,07	4,07
Харчові волокна, г	4,62	0,06	4,52	2,11	0,08	4,54
Вітамін А, мкг	6,11	0,04	5,17	1,86	0,09	4,48
Вітамін Е, мг	6,21	0,04	5,55	1,14	0,10	4,32
Вітамін С, мг	5,43	0,05	5,12	1,83	0,09	4,43
Вітамін РР, мг	1,17	0,09	5,01	1,98	0,09	4,93

Проведений комплексний біохімічний аналіз показав (таблиця 5), що статистично достовірно вміст насичених жирних кислот був у сортів Галле та Косфорд ($F = 17,19$; $F_{critical} = 4,82$; $P < 0,01$). Вміст харчових волокон, що має велике значення для перетравної системи більш високий у сорту Галле знов ($F = 10,99$; $F_{critical} = 5,01$; $P = 0,01$).

Щодо вітамінів, то вітаміну А суттєво більше знов у сорту Галле ($F = 7,56$; $F_{critical} = 5,01$; $P = 0,02$). Статистично достовірно високий вміст вітаміну С у сортів Галле та Каталонський ($F = 16,33$; $F_{critical} = 4,82$; $P < 0,01$), щодо вмісту вітаміну РР то він однаковий в усіх сортів.

Таким чином, комплексно більш цінним є сорт Галле з огляду на результати комплексного біохімічного аналізу. Другими є сорт Косфорд за двома показниками (насичені жирні кислоти та вітамін Е) та сорт Каталонський (за високим вмістом вітаміну Е та вітаміну С).

Щодо особливостей впливу генотипу та кліматичних умов за цими показниками (таблиця 6), то фактор генотип (сорт) хоч і вплинув, але значно слабше, ніж в попередніх випадках. Він був значимий для вмісту насичених жирних кислот, вмісту вітамінів А, Е, С.

Щодо фактору кліматичних умов, то він ніяк на вміст речовин за цим типом аналізу не вплинув, залишившись малозначущим.

Висновки. Таким чином за вмістом цінних органогенних елементів та мікроелементів відзначився сорт Косфорд (вміст кальцію, сірки, магнію, калію, молібдену, кобальту, марганцю, насичені жирних кислот та вітаміну Е, але з достовірно нижчим вмістом міді за всі інші сорти), другим є сорт Галле (вміст сірки, цинку, насичених жирних кислот, харчових волокон, вітамінів А та С), потім сорт Каталонський (вміст фосфору, цинку, марганцю, вітаміну С) і найгіршим комплексно сорт Барселонський (високий вміст міді та вітаміну С). Не знайдено суттєвої варіативності за вмістом вітаміну РР. Жоден сорт не забезпечую харчової повноцінності в комплексі.

Фактор генотипа був значущим в більшості випадків, тобто вміст усіх елементів крім вітаміну РР, котрий не варіював в залежності від сорту. Кліматичні умови значимо не вплинули, за виключенням вмісту калію.

За підсумком можна відзначити найбільш вдалим за комплексним вмістом речовин, цінних для харчового раціону людини сорт Косфорд, органічно доповнює йото сорт Галле. Вирощування сорту Каталонський з огляді на формування високого рівня харчової цінності фундуку під питанням, вирощування сорту Барселонський недоцільне.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Aydemirm B., Yılgın Y. (2022). Investigation of Torrefaction and Combustion Behavior of Hazelnut Shell. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 12(1), 51–65. https://doi.org/10.31466/kfbd.974829
2. Bodaghabadi M.B., Faskhodi A.A., Salehi M.H., Hosseinifard S.J., Heydari M. (2019). Soil suitability analysis and evaluation of pistachio orchard farming, using canonical multivariate analysis. *Scientia Horticulturae*, 246, 528–534. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.069
3. Calà E., Fracchia A., Robotti E., Gulino F., Gullo F., Oddone M., Massacane M., Cordone G., Aceto, M. (2022). On the Traceability of the Hazelnut Production Chain by Means of Trace Elements. Molecules, 27, 3854. https://doi.org/10.3390/molecules27123854
4. Campa N.A., Rodríguez M.R, Suárez V.B., Ferreira, J.J. (2021). Variation of Morphological, Agronomic and Chemical Composition Traits of Local Hazelnuts Collected in Northern Spain. *Frontiers Plant Science*, 12, 659510. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.659510
5. Črepinšek Z., Stampar F., Kajfež-Bogataj L., Solar A. (2011). The response of Corylus avellana L. phenology to rising temperature in north-eastern Slovenia. *International Journal of Biometeorology*, 56, 681–694. https://doi.org/10.1007/s00484-011-0469-7
6. Romero-Aroca, A., Rovira, M., Cristofori, V. Silvestri, C. (2021). Hazelnut Kernel Size and Industrial Aptitude. *Agriculture*, 11, 1115. https://doi.org/10.3390/agriculture11111115
7. Valeriano, T., Fischer, K., Ginaldi, F., Giustarini, L., Castello, G. Bregaglio, S. (2022). Rotten Hazelnuts Prediction via Simulation Modeling—A Case Study on the Turkish Hazelnut Sector. *Frontier Plant Science*, 13, 766493. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.766493
8. Wani, I.A., Ayoub, A., Bhat, N.A., Dar, A.H. Gull, A. (2020) Hazelnut. In: Nayik, G.A., Gull, A. (eds) Antioxidants in Vegetables and Nuts – Properties and Health Benefits. Springer, Singapore, 559–572. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7470-2_29
9. Yao, Q., Mehlenbacher, S.A. (2008) Heritability, variance components and correlation of morphological and phenological traits in hazelnut. *Plant Breeding*, 119, 369–381. https://doi.org/10.1046/j.1439-0523.2000.00524.x

REFERENCES:

1. Aydemirm B., Yılgın Y. (2022). Investigation of Torrefaction and Combustion Behavior of Hazelnut Shell. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 12(1), 51–65. https://doi.org/10.31466/kfbd.974829
2. Bodaghabadi M.B., Faskhodi A.A., Salehi M.H., Hosseinifard S.J., Heydari M. (2019). Soil suitability analysis and evaluation of pistachio orchard farming, using canonical multivariate analysis. *Scientia Horticulturae*, 246, 528–534. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.069
3. Calà E., Fracchia A., Robotti E., Gulino F., Gullo F., Oddone M., Massacane M., Cordone G., Aceto, M. (2022). On the Traceability of the Hazelnut Production Chain by Means of Trace Elements. Molecules, 27, 3854. https://doi.org/10.3390/molecules27123854
4. Campa N.A., Rodríguez M.R, Suárez V.B., Ferreira, J.J. (2021). Variation of Morphological, Agronomic and Chemical Composition Traits of Local Hazelnuts Collected in Northern Spain. *Frontiers Plant Science*, 12, 659510. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.659510
5. Črepinšek Z., Stampar F., Kajfež-Bogataj L., Solar A. (2011). The response of Corylus avellana L. phenology to rising temperature in north-eastern Slovenia. *International Journal of Biometeorology*, 56, 681–694. https://doi.org/10.1007/s00484-011-0469-7
6. Romero-Aroca, A., Rovira, M., Cristofori, V. Silvestri, C. (2021). Hazelnut Kernel Size and Industrial Aptitude. *Agriculture*, 11, 1115. https://doi.org/10.3390/agriculture11111115
7. Valeriano, T., Fischer, K., Ginaldi, F., Giustarini, L., Castello, G. Bregaglio, S. (2022). Rotten Hazelnuts Prediction via Simulation Modeling – A Case Study on the Turkish Hazelnut Sector. *Frontier Plant Science*, 13, 766493. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.766493
8. Wani, I.A., Ayoub, A., Bhat, N.A., Dar, A.H. Gull, A. (2020) Hazelnut. In: Nayik, G.A., Gull, A. (eds) Antioxidants in Vegetables and Nuts – Properties and Health Benefits. Springer, Singapore, 559–572. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7470-2_29
9. Yao, Q., Mehlenbacher, S.A. (2008) Heritability, variance components and correlation of morphological and phenological traits in hazelnut. *Plant Breeding*, 119, 369–381. https://doi.org/10.1046/j.1439-0523.2000.00524.x

Сімченко О.О., Назаренко М.М. Сорти фундуку як джерело отримання цінних харчових елементів в умовах півночі Степу України

У світі продовжується активний дискурс щодо питання забезпечення повноцінним харчуванням людства, перш за все з урахуванням потреб в деяких критично важливих мікроелемента (селен, цинк, кобальт, тощо) та вітамінах. Традиційні, широко розповсюджені сільськогосподарські культури не забезпечують надходження їх в необхідній кількості. **Мета.** Метою досліджень було показати цінність за окремими необхідними в харчуваннями корисними речовинами горіхів фундуку сортів, на основі котрих можливе створення промислових насаджень цієї культури (з метою інтродукції в зону нестійкого зволоження) для вирішення проблеми повноцінного харчування. **Методи.** Досліджували чотири сорти фундуку Барселонський, Каталонський, Косфорд, Галле на придатність до впровадження в промислові насадження на Півночі України. Визначення вмісту мінеральних речовин проводилося з використанням атомно-емісійного спектрометра з індуктивно-зв'язаною плазмою Agilent 5110 за інтенсивністю емісії світла з характерними довжинами хвиль. **Результати.** Таким чином за вмістом цінних органогенних елементів та мікроелементів відзначився сорт Косфорд (вміст кальцію, сірки, магнію, калію, молібдену, кобальту, марганцю, насичені жирних кислот та вітаміну Е, але з достовірно нижчим вмістом міді за всі інші сорти), другим є сорт Галле (вміст сірки, цинку, насичених жирних кислот, харчових волокон, вітамінів А та С), потім сорт Каталонський (вміст фосфору, цинку, марганцю, вітаміну С) і найгіршим комплексно сорт Барселонський (високий вміст міді та вітаміну С). Не знайдено суттєвої варіативності за вмістом вітаміну РР. Фактор генотипа був значущим в більшості випадків, тобто вміст усіх елементів крім вітаміну РР, котрий не варіював в залежності від сорту. Кліматичні умови значимо не вплинули, за виключенням вмісту калію. Посадки сорту Косфорд з компенса-

цією за рахунок додаткових посадок сорту Галле слід визначити більш перспективним поєднанням. Жоден сорт не забезпечую харчової повноцінності в комплексі. **Висновки.** За підсумком можна відзначити найбільш вдалим за комплексним вмістом речовин, цінних для харчового раціону людини сорт Косфорд, органічно доповнює йото сорт Галле. Вирощування сорту Каталонський з огляді на формування високого рівня харчової цінності фундуку під питанням, вирощування сорту Барселонський недоцільне.

Ключові слова: фундук, сорт, харчова повноцінність, мікроелементи.

Simchenko O.O., Nazarenko M.M. Hazelnut varieties as a source of obtaining valuable nutrient elements in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine

Active discourse continues in the world on the issue of providing adequate nutrition for humanity, first of all, taking into account the needs of some critically important trace elements (selenium, zinc, cobalt, etc.) and vitamins. Traditional, widespread agricultural crops do not ensure their supply in the required quantity. **Purpose.** The purpose of the research was to show the value of certain nutritionally useful substances of hazelnut varieties, based on which it is possible to create industrial plantations of this crop (with the aim of introduction into the zone of unstable moisture) to solve the problem of adequate nutrition. **Methods.** Four varieties of hazelnuts Barselonskiy, Katalonskiy, Kosford, Galle were studied for their suitability for introduction into industrial plantations in the North of Ukraine. Determination of the content of mineral substances was carried out using an Agilent 5110 inductively coupled plasma atomic emission spectrometer by the intensity of light emission with characteristic wavelengths.**Results.** Thus, in terms of the content of valuable organic elements and trace elements, the variety Kosford stood out (the content of calcium, sulfur, magnesium, potassium, molybdenum, cobalt, manganese, saturated with fatty acids and vitamin E, but with a significantly lower copper content than all other varieties), the second is the variety Galle (content of sulfur, zinc, saturated fatty acids, dietary fiber, vitamins A and C), then the variety Katalonskiy (content of phosphorus, zinc, manganese, vitamin C) and the worst complex is the variety Barselonskiy (high content of copper and vitamin C). No significant variability was found in the content of vitamin PP. The genotype factor was significant in most cases, that is, the content of all elements except vitamin PP, which did not vary depending on the variety. Climatic conditions did not significantly affect, with the exception of potassium content. Plantings of the variety Kosford with compensation due to additional plantings of the variety Galle should be determined by a more promising combination. Not a single variety provides complete nutritional value. **Findings** As a result, it can be noted that the variety Kosford is the most successful in terms of the complex content of substances valuable for the human diet, and the variety Galle complements it organically. Cultivation of the variety Katalonskiy in view of the formation of a high level of nutritive value of the hazelnut under question, cultivation of the variety Barselonskiy is impractical.

Key words: hazelnut, variety, nutritional value, microelements.

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

УДК 045:633/635 (477)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.29

ПУБЛІКАЦІЯ САДІВНИЧОЇ СТАТТІ В SCOPUS: НАВІЩО ТА ЯК?

БОНДАРЕНКО П.Г. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-2998-7286
Дослідницький центр Лаймбург, Італія

Постановка проблеми. Сьогодні, публікації результатів наукових досліджень у журналах, які індексуються в базах даних Scopus та Web of Science, стають все більш важливими для українських вчених. Вони прямо впливають на рейтинги науковців, кафедр, університетів, обов'язкові для присвоєння вчених звань [20], мають перевагу над статтями у фахових виданнях України при присудження наукового ступеня доктора філософії [21], сприяють міжнародній науковій кооперації. Попри це, процес публікації статей в рецензованих закордонних журналах в українському науковому просторі часто оточений негативом та міфами, серед яких: в журналах Scopus неможливо опублікувати результати українських досліджень, адже ці дослідження неактуальні / застарілі / методично некоректні; публікації в Scopus коштують дуже дорого; іноземні науковці не будуть читати / посилатись на статті з українським авторством тощо.

Причиною такого ставлення є цілий комплекс факторів. Одним з найголовніших з них можна вважати пострадянський підхід до роботи з молодими вченими, який і досі можна побачити в деяких установах та спеціалізованих вчених радах, за якого аспіранту доводиться слухати, що його дослідження неконкурентоздатні за кордоном і тому треба орієнтуватись лише на внутрішню наукову аудиторію. На жаль, навіть після зміни законодавства про вищу освіту і присвоєння ступеня доктора філософії, навчання в аспірантурі іноді досі носить формальний характер, і не підвищує наукову грамотність молодих вчених, у тому числі щодо методів наукової комунікації. У 2018 році були опубліковані результати анонімного опитування 125 українських аспірантів, згідно з якими значна частина респондентів виказує низький рівень самооцінки, несприйняття себе як науковців та песимізм щодо свого майбутнього у сфері освіти та науки [6].

Нам, українським вченим-садівникам, певною мірою пощастило більше, ніж колегам з більш фундаментальних галузей науки, адже аграрні дослідження, по-перше, прикладні, а по-друге, зональні. Тому, переважна більшість досліджень не має проблем з актуальністю та практичним значенням результатів, що вже робить їх придатними для публікації в закордонних журналах, які індексуються Scopus.

Зараз, коли український народ виборює своє право на існування, дуже важливо зміцнювати наукові зв'язки з цивілізованим світом, на основі яких буде проходити відновлення та подальша інтеграція української науки під час та після війни. Крім того, публікації в російськомовних наукових журналах, що були досить популярні, оскільки дозволяли уникнути необхідності написання рукопису англійською, для більшості українських вчених наразі неможливі з моральної точки зору [12]. Для наукової спільноти обмін знаннями є надважливим, і публікації в Scopus та Web of Science мають стати головним каналом наукової комунікації.

Метою даної статті є підвищення наукової грамотності українських вчених-садівників та їх стимулювання до публікації англомовних наукових статей шляхом наочного висвітлення процесів добору журналу для подачі, підготовки рукопису та процесу рецензування.

Як обрати журнал для публікації? У базу даних Scopus входить приблизно 35000 наукових журналів. Якщо проаналізувати категорії Scopus, в яких найчастіше публікують статті з садівництва, то, станом на листопад 2022 року, в категорії "Horticulture" (Садівництво) в Scopus зареєстровано 94 видання, а в "Agronomy and Crop Science" (Агрономія) та "Agricultural and Biological Sciences (miscellaneous)" (Сільськогосподарські та біологічні науки (різне)) – 371 та 322 видання, відповідно [8]. Через це, українським, як, власне, і світовим дослідникам досить важко обрати оптимальний журнал для публікації даних своїх досліджень. Для зручності, наукові журнали Scopus можна умовно класифікувати за певними параметрами.

За доступністю опублікованих статей для читачів існує 3 моделі:

- *Open Access (відкритий доступ)*: повний текст статті доступний для читачів відразу після публікації;

- *Subscription-based (доступ за передплатою)*: читачам доступна анотація статті, повний текст можна придбати. Зазвичай, наукові установи (університети, дослідницькі інститути, бібліотеки тощо) платять за підписку на журнал для своїх співробітників;

- *Hybrid models (гібридні моделі)*: за замовчуванням статті в журналі виходять в режимі «доступ за підпискою», проте за додаткової плати від авторів стаття виходить у відкритий доступ.

З огляду на видимість публікації для колег-вчених, журнали з відкритим доступом мають значну перевагу. Важливо просувати наукові здобутки широкому колу науковців світу, у тому числі тих країн, де вчені не мають доступу до платних баз даних з повнотекстовими версіями статей. Публікації в Open Access отримують більше цитувань та сприяють міжнародній кооперації [18].

Інший параметр, який слід враховувати при виборі журналу – вартість публікації. Є безкоштовні журнали,

і є ті, і є ті, які вимагають плату за обробку статті (Article Processing Charge, APC). Важливо зазначити, що вартість публікації, яка може коливатись від сотень до тисяч євро, жодним чином не корелює зі швидкістю виходу статті або вірогідністю її прийняття до друку, а лише вказує на джерело та/або ступінь його фінансування. В більшості розвинених країн (з ВВП на душу населення понад 25 тис. доларів США) дослідники зазвичай не публікують статті за власний кошт – їх частка складає лише 11%, в той час як грантові кошти – 31%, а внутрішні бюджети установ-роботодавців – 36% [16]. Саме тому тим українським вченим, які не мають фінансування для публікації, можна порекомендувати обирати безкоштовний чи принаймні недорогий журнал, а не витрачати свою кількамісячну зарплатню.

Останній параметр – це мова публікації журналу. Переважна більшість видань у Scopus та Web of Science публікують статті англійською. Частина журналів додатково приймає рукописи ще однією мовою – найчастіше, мовою країни, де видається журнал, і вкрай рідко – лише іншими мовами.

Тож, яким чином українським вченим знайти оптимальний журнал для публікації своїх досліджень і коли це потрібно робити? Загалом, журнал краще добирати тоді, коли дослідження вже проведені, зроблено статистичний аналіз даних, сформовано таблиці, але до написання статті. Журнали можуть мати різні вимоги до оформлення рукописів, структури викладення матеріалу тощо, тому такий порядок дій дозволить не переписувати готову статтю.

Щодо механізму вибору журналу, можливо, наприклад, проводити пошук на сайті Scimago Journal and Country Rank (SJR) [8]. Цей ресурс містить базу даних всіх журналів, які входять у Scopus (хоча оновлює дані з певною затримкою), з великою кількістю статистики та можливістю пошуку по категоріях. На сторінці «Journal Rankings» можна обрати категорію, наприклад, «Horticulture» (Садівництво) та отримати повний перелік видань.

Далі рекомендовано звузити коло пошуку, аналізуючи назви журналів: так можна відкинути ті, що за тематикою очевидно не підходять для вашої статті. Після цього, краще перейти на веб-сторінку журналу (вона доступна у профілі журналу на сайті SJR за посиланням «Homepage»), де слід прочитати розділ «Aims and Scope» (Цілі та сфера) або «About the Journal» (Про журнал), щоб упевнитись в тому, що майбутня стаття відповідає профілю журналу. Також можна передивитись назви та анотації останніх опублікованих у журналі статей, щоб зрозуміти рівень публікацій та тематики, що висвітлюються, а також упевнитись, що журнал продовжує видавництво статей.

Також дуже важливо знайти на сайті журналу інформацію щодо вартості публікації. Це зазвичай зазначають в розділах «Article processing charge» або «Fees» (Вартість обробки/публікації статті), рідше разом із загальними відомостями про журнал або в розділі Open Access. Відсутність чіткої вказівки про вартість публікації, у точу числі, якщо журнал безкоштовний – погана ознака.

У таблиці наведено короткий перелік журналів Scopus, які можуть бути цікавими українським вченим для публікації результатів досліджень з садівництва. Цей перелік не є вичерпним і не може гарантувати якість журналів в ньому, проте він може стати відправною точкою для тих науковців, які приголомшені кількістю видань в Scopus і не знають, з чого почати.

Хижі журнали та чому в них не слід публікуватись. Термін «хижі журнали» (Predatory journals) з'явився в науковому світі у 2010-х роках [1], і в широкому сенсі характеризує видання, метою яких є не висвітлення результатів наукових досліджень після ретельного рецензування, а заробіток грошей за рахунок коштів, які автори сплачують за публікацію з відкритим доступом. В хижих журналах рецензування рукописів або не проводиться зовсім, або має формальний характер.

Хоча база даних Scopus намагається контролювати якість журналів, які вона індексує, певна частка сумнівних видань є і там. Через нечіткість самого поняття та складність категоризації, важко сказати, яка частка статей українських вчених публікується в таких журналах: оцінки коливаються від 1 [5] до 5% [10], і щорічно зростає.

Пояснити успіх хижих журналів можна, по-перше, достатньо низькою грамотністю українських науковців щодо цього питання – значна частка авторів, особливо молодих вчених, не знає про їх існування [12]. По-друге, цьому сприяє недосконаліть системи оцінювання наукових кадрів, за якої люди отримують кар'єрні переваги, посади, премії тощо завдяки кількості публікацій в Scopus без оцінки якості видань, а відсутність рецензування дозволяє публікуватись швидко та у значному обсязі [4; 9]. Крім того, хижі журнали дозволяють недоброчесним авторам безконтрольне самоцитування або організацію так званих «картелі цитувань», де невелика група авторів постійно цитує один одного без академічної необхідності для підвищення наукометричних показників [15].

На жаль, допоки система оцінювання науково-педагогічних працівників не зміниться як в окремих установах, так і в Україні в цілому, проблему публікацій в хижих журналах не буде вирішено. Проте, вченим слід уникати подання статей в такі журнали. Навіть якщо не враховувати дещо філософські аргументи про те, що подібні публікації підривають довіру до вашого наукового доробку та української науки у світі, є і прямі недоліки. Так, журнали, які зосереджені на зароблянні грошей, не ставлять за мету просування статей після публікації, що знижує її видимість та потенціал цитування. Крім того, багато дослідників в принципі не посилаються на статті з сумнівних видань, тому що не довіряють даним статей. Також, якщо хижий журнал буде виключено зі Scopus, існує значна ймовірність, що він просто перестане існувати разом із інтернет-архівом номерів і посилатись буде нема на що. Але найголовніше: наукова рецензія – інструмент, який дозволяє покращити якість статті та дає ідеї для подальших досліджень.

Існує декілька корисних ресурсів для того, щоб зрозуміти, чи не має журнал, який обрано для публікації, ознак хижого. Серед найкращих – чек-лист Think. Check. Submit [17] (доступний українською) або англомовний «Посібник для початківців, як уникнути «хижих» журналів

(використовуючи свої навички критичного мислення)» [13]. На думку автора цієї статті, наступні ознаки, які досить легко перевірити, мають бути чітким сигналом «Ні!» для тих, хто планує подавати рукопис до журналу:

- агресивні спам-розсилки від журналів, в яких ви раніше не публікувались. Ще тривожніше, якщо в листі вказано, що «захоплюються Вашими науковими здобутками», а сам журнал «інноваційний, провідний, охоплює всі галузі знань та регулярно проводить міжнародні конференції». Тим більше, ні в якому разі не слід користуватись послугами сервісів, які пропонують «публікації під ключ»;

- відсутність чіткої інформації про вартість публікації на сайті журналу або вимога до сплати «авансу» або іншого внеску під час подання. Жоден поважаючий себе журнал не буде стягувати з авторів гроші до прийняття статті у друк;

- значна кількість опублікованих статей, які не відповідають назві та тематиці журналу, джерел в списку літератури, які не співвідносяться з назвою статті;

- вимога до цитування статей в журналі, куди подається рукопис. Автор стикався з формулюванням: «В рукописі Ви повинні посилатися на статті, які вийшли в нашому журналі, щоб ми зрозуміли, що стаття відповідає тематиці журналу». Редакційна колегія повинна бути в змозі розібратись у цьому самостійно, а не намагатись накрутити журналу наукометричні показники;

- вимога подати «зовнішню» рецензію разом з рукописом. Подібна практика прямо порушує конфлікт інтересів, а такі рецензії не мають цінності та будуть заздалегідь позитивними або написаними самим автором.

Інші ознаки, які не вказують на якість журналу самі по собі, але є тривожними в комплексі, включають в себе максимально дозволену журналом кількість авторів у більшості публікацій, дуже швидкий строк від подачі рукопису до прийняття до друку, або відсутність такої інформації в PDF-версіях статей, дуже різкий ріст кількості опублікованих статей за роками.

Підготовка рукопису статті. Стаття в Scopus за структурою принципово не відрізняється від статті в українському фаховому виданні, тому в даному розділі будуть наведені переважно ті нюанси, які є специфічними для англомовних статей. Не існує єдиного методу порядку написання розділів статті, за винятком того, що назва статті та анотація зазвичай складаються останніми. Через це, опис розділів буде наведено у тому порядку, який використовується в більшості наукових журналів.

Вступ (Introduction). Це – важлива частина наукової публікації, яка пояснює, чому було проведено

Таблиця 1

Деякі безкоштовні або недорогі садівничі журнали, які входять у базу даних Scopus (інформація станом на листопад 2022 року) [8]

Назва	Видавець, країна	Вартість публікації, євро	Строк від подачі до прийняття статей до друку (медіана), тижні*
Престижні журнали (1–2 квартилі SJR в категорії «Садівництво»), в яких можлива безкоштовна публікація			
Scientia Horticulturae / *Садівнича наука*	Elsevier, Нідерланди	€0; доплата за відкритий доступ – €3200	15
Journal of Horticultural Science and Biotechnology / *Журнал садівничої науки та біотехнології*	Taylor and Francis Ltd., Велика Британія	€0; доплата за відкритий доступ – €2960	-**
Erwerbs-Obstbau / *Промислове плодівництво*	Springer Nature, Німеччина	€0; доплата за відкритий доступ – €2380	13
Журнали з відкритим доступом, які індексуються в категорії «Садівництво»			
Horticultural Science / *Садівнича наука*	Чеська академія с.-г. наук, Чехія	€320	40
Journal of Horticultural Research / *Журнал садіничих досліджень*	Національний інститут садівництва, Польща	€300	17
Advances in Horticultural Science / *Досягнення садівничої науки*	Університет Флоренції, Італія	€0	15
Agriculture (Poľnohospodárstvo) / *Сільське господарство*	Національний с.-г. та продовольчий центр, Словаччина	€0	17
Журнали з відкритим доступом, які не індексуються в категорії «Садівництво», але індексуються в інших категоріях та приймають статті про плодові та овочеві культури			
Poljoprivreda / *Сільське господарство*	Сільськогосподарський інститут Осієк, Хорватія	€0	15
Acta Agriculturae Slovenica / *Словенський журнал сільського господарства*	Університет Любляни, Словенія	€0	36
AgriScientia / *АгроНаука*	Національний університет Кордови, Аргентина	€14 за сторінку у фінальній верстці	26

* – розраховано на основі даних про дату подання та дату прийняття статей до друку в PDF-версіях статей, опублікованих у 2022 р.;

** – в текстах статей вказується лише дата прийняття до друку, що робить розрахунок неможливим.

дослідження. Типова структура вступу в науковій статті наступна:

- якою є сфера дослідження?

- в чому полягає наукова проблема в широкому сенсі?

- що було зроблено для розв'язання проблеми на цей момент?

- в чому полягає ніша в знаннях, заповнити яку буде намагатися Ваша публікація?

Останнім реченням у вступі вказується мета проведення досліджень, яка повинна бути логічним продовженням попереднього тексту.

Матеріали та методи (Materials and Methods). Будь-який процес рецензування починається з перегляду цього розділу, адже це дозволяє швидко відхилити рукописи, в яких дослідження було проведено методологічно некоректно, і не витрачати час. Недостатньо конкретно або надто стисло описані «Матеріали та методи» відразу викликають недовіру та є, напевне, головною причиною відхилення статей.

В українських фахових журналах традиційно не описуються проведені обліки та спостереження, а лише наводяться посилання на методики. Натомість, у більшості журналів Scopus методики описуються таким чином, щоб читач, якщо матиме таке бажання, міг відтворити експеримент. При цьому, слід зберігати баланс – не всі обліки повинні описуватись покроково. Так, якщо в дослідженні визначали біометричні показники рослин (висоту, масу, діаметр стовбура тощо), достатньо вказати, що конкретно і в який момент було визначено. При вимірюванні показників за допомогою інструментів (рефрактометр спектрофотометр тощо), необхідно вказати модель інструмента та виробника. Лабораторні дослідження, наприклад, біохімічного або фізіологічного характеру, краще описати більш детально.

Автор також часто чув від колег-дослідників з України, що під час рецензування статті виникали проблеми зі статистичною обробкою результатів дослідження, що за кордоном не люблять НІР, та не визнають вітчизняні статистичні пакети. Більшості з цих питань можна було б уникнути в разі, якби цей підрозділ був описаний чіткіше. Типовим статистичним методом в сільському господарстві є дисперсійний аналіз, який англійською звучить як Analysis of variance або ANOVA. Він вказує на наявність або відсутність різниці між варіантами досліду, але не пояснює між якими саме парами варіантів є різниця. Для визначення цього проводиться так званий *post hoc* тест – те, що і називається НІР (LSD або Fisher's test англійською). Тож, якщо в статті був однофакторний дослід, суттєву різницю визначали за допомогою $НІР_{05}$, і все це було зроблено в програмі SPSS, то доречно написати наступне: «One-way ANOVA was carried out using SPSS Statistics 29 software (IBM, 2022). In order to determine the significant differences between the means, Fisher's test with an accuracy of 0.05 was used». Звичайно, не слід вказувати, що статистичний аналіз проводився в Excel, тому що це викликає сумніви у його точності. Проте, у додатка до Excel, яким ви користувались, має бути назва та розробник, краще вказати їх.

В цілому, важко давати поради щодо оптимальної структури розділу, адже вона напряму залежить від конкретних досліджень. Краще ознайомитись зі статтями в престижних журналах з тематики, наближеної до вашої, або зі статтями українських вчених, які нещодавно пройшли процес рецензування і були опубліковані в Scopus: наприклад [2; 11; 14].

Результати (Results). Українські фахові журнали переважно вимагають єдиний розділ з результатами досліджень та обговоренням. Натомість, у закордонних журналах переважає структура з роздільним описом результатів та обговорення. У даній статті буде надано рекомендації щодо неї, адже вона є менш зрозумілою для українських вчених. У «Інформації для авторів» конкретного журналу повинно бути чітко зазначено, якою має бути структура рукопису.

Загалом, розділ «Результати» повинен відповідати на питання: які експериментальні дані було отримано під час проведення досліджень? Для досягнення цього використовують таблиці, малюнки та супровідний текст. Текст розділу повинен бути досить сухим та спиратись на факти, без авторської інтерпретації. В таблицях та на графіках багато різноманітної інформації, тому в тексті слід виділити найбільш вагомі результати та закономірності. Слід надавати перевагу відносним значенням та порівнянням: «на 15%», «у 1,4 раза» тощо, адже абсолютні значення читач може побачити у таблицях та на рисунках. За необхідності, розділ можна розділити на окремі секції для покращення сприйняття.

Обговорення та висновки (Discussion and Conclusions). Даний розділ відповідає на два питання: чому були отримані саме такі результати та як можна застосувати результати на практиці та для подальших наукових досліджень? В цілому, напрям думки при обговоренні результатів – протилежний розділу «Вступ». Тобто, якщо у вступі структура тексту йде від загального огляду до визначення конкретного наукового питання, то в обговоренні навпаки, від конкретних результатів до узагальнення.

Зазвичай, розділ починається з короткого узагальнення результатів досліджень в 1–2 реченнях. Після цього автори критично їх оцінюють, порівнюючи одержані результати з даними інших дослідників, та пояснюють, чому вони збігаються або відрізняються. Поступово, за рахунок інтерпретації, можна показати, в чому полягає наукова новизна та практичне значення отриманих результатів та сформулювати висновки, які мають відповідати на питання, поставлені у меті досліджень.

В деяких журналах висновки виділяють в окремий розділ, що слід враховувати при оформленні рукопису.

Найчастіша проблема розділу «Обговорення» – це недостатня або надмірна інтерпретація результатів. Перший варіант значно частіше зустрічається у молодих вчених, які бояться робити висновки і намагаються лише оперувати фактами. Ще однією причиною може бути страх у разі, якщо результати не корелюють з даними інших досліджень. У польових дослідах, притаманних садівництву, вплив конкретних ґрунтово-кліматичних умов дуже значний, тому не дивно, що певні тенденції, які були отримані в інших умовах, не підтвердились.

Взагалі, негативний результат теж має цінність для науки. Тому, слід намагатись знайти баланс між відсутністю інтерпретації та висуванням нічим не підкріплених теорій. Золоте правило: розділ «Обговорення» за об'ємом текстової частини повинен бути більшим за розділ «Результати». Якщо це не так, то або в результатах вже є елементи обговорення, які слід перенести у відповідний розділ, або об'єм обговорення треба розширити.

Подяки (Acknowledgements) та склад авторів. На жаль, проблема покупного та запрошеного авторства існує і в українському науковому середовищі. Для того, щоб зрозуміти, хто має бути автором наукової статті, можна звернутись до Ванкуверського критерію авторства [3], в якому зазначено, що автор:

- повинен мати суттєвий внесок в розробку концепції та схеми дослідження, або збору, аналізу та інтерпретації експериментальних даних; ТА

- брати участь у написанні або редагуванні рукопису; ТА

- погодитись з версією рукопису, яка подається в журнал; ТА

- несе повну відповідальність за всі аспекти роботи.

Практики, за яких керівники підрозділів вимагають включати їх у співавторство статей своїх підлеглих; збір групи людей для розділення вартості публікації; перехресне включення один одного в співавторство статей – неприйнятні. Якщо люди, які не мають відношення до ваших досліджень, просяться в співавтори – проявіть твердість та не принижуйте свій науковий доробок. Якщо вам пропонують стати таким співавтором – відмовляйтесь, ви поняття не маєте, як проводились дослідження, а відповідальність за фальсифікацію даних або інші порушення академічної доброчесності – колективна для всіх авторів.

Звичайно, все вищесказане не стосується наукових керівників, адже вони, як мінімум, встановлюють напрям досліджень, приймають участь у постановці експерименту та редагують рукопис статті перед подачею в журнал.

Тих, хто допомагав із проведенням досліджень, але не може бути автором за Ванкуверським критерієм, можна вписати в розділ «Подяки»: людину, яка переклала рукопис на англійську, агронома, який надав свій сад для проведення досліджень, працівників лабораторії, які допомогли з аналізами, улюбленого кота, який заспокоював ваші нерви весь цей час. Всім їм буде приємно.

Також в даному розділі зазначають джерело фінансування досліджень.

Використані джерела (References). Популярне питання щодо публікацій у Scopus – чи правда, що всі джерела повинні бути англомовні та не старіші за останні 5 років? Коротка відповідь – ні. Посилання у статті повинні в першу чергу бути чесними. При написанні розділів «Вступ» та, в особливості, «Обговорення», посилання на літературу накопичуються органічно, з відповідним балансом українських та іноземних джерел, сучасних та старіших досліджень. В більшості наукових статей з садівництва число посилань коливається в межах від 25 до 50. При надто низькій кількості посилань читач може подумати, що автор чогось не договорює, адже не може підкріпити свої наукові знахідки іншими джерелами, а при надмірній – може скластись враження, що в автора немає власних ідей.

Звісно, тим науковцям, які не дуже добре володіють англійською, може бути складніше опрацьовувати іноземну літературу. Проте, сучасний рівень машинного перекладу дозволяє зрозуміти суть наукової роботи на достатньому для цитування рівні. По меншій мірі, можна перекласти шапки таблиць в статті та працювати з експериментальними даними.

Сьогодні переважна більшість статей в українських фахових журналах має ідентифікатор DOI. Це означає, що в статті є, як мінімум, назва та анотація англійською, які можна використати в бібліографічному посиланні (з приміткою «повний текст українською» [in Ukrainian], якщо цього вимагає журнал). Загалом, з власного досвіду автора, проблеми з посиланнями на українські джерела виникають тоді, коли велика кількість таких джерел не має інтернет-версії, яку можна було би в разі необхідності продемонструвати рецензентам або редакції журналу.

В різних журналах можуть бути дуже різні вимоги до оформлення посилань як у тексті статті, так і у списку літератури, тому можна лише порекомендувати авторам уважно читати вимоги до оформлення статей на сайті журналу під час підготовки рукопису до подачі.

Назва, анотація та ключові слова (Title, abstract and keywords). Назва та анотація пишуться останніми, коли рукопис вже готовий. Через це, багато авторів не приділяє їм достатньої уваги. Проте, саме назва та анотація «продають» статтю читачеві, що особливо важливо для статей без відкритого доступу, і вдало скласти ці елементи не так просто. Назва наукової статті повинна конкретно описувати її склад, бути чіткою та інформативною, але не повинна бути надто довгою. Назва може бути креативною, якщо це не переходить розумні межі, і привертати до себе увагу, наприклад: «Гасіть світло. Хлоропласт піддається атаці під час інфікування фітоплазмою?» [7].

Анотація має в цілому повторювати структуру статті. Варто зазначити, що в вимогах до статей майже завжди зазначено, скільки слів має містити анотація, і цього треба суворо дотримуватись. Кількість та характер ключових слів також визначається конкретним журналом, проте з огляду на видимість публікації для пошукових систем можна порекомендувати суміш з загальних та конкретних ключових слів, наприклад «вишня» та «вірус шарки сливи».

Переклад рукопису англійською мовою. Неоптимальна англійська сама по собі не є причиною для відхилення статті за умови, що вона достатньо зрозуміла для рецензування. Інша справа, що після рецензування такий рукопис можуть повернути з приміткою «доопрацювати з носієм англійської», тому краще при першій подачі забезпечити якість мови.

На жаль, лише машинний переклад не здатен гарантувати якість, і особливо це стосується специфічної термінології. Якщо ви не володієте англійською на тому рівні, який необхідний для перекладу, слід попросити про це когось серед своїх колег-науковців, перекладача або викладача англійської. В останніх двох випадках обов'язково необхідно переглянути англомовні публі-

кації з тематики статті та виписати переклад наукових термінів, які зустрічаються у вашому рукописі. Також, щоб полегшити як роботу перекладача, так і сприйняття статті читачами, рекомендовано при написанні статті українською уникати надто довгих та складних конструкцій речень. З огляду на якість майбутньої публікації, краще витратити кошти на якісний переклад статті, а не на сплату внеску за публікацію.

Слід пам'ятати, що в англійській мові крапка, а не кома, є знаком відділення дробової частини числа. Це особливо важливо в рисунках, де замінити коми на крапки в готовому графіку чи діаграмі може бути складно.

Подання рукопису та процес рецензування. Більшість журналів мають електронну систему подачі рукописів, в якій проходить процес рецензування та ділової кореспонденції. В процесі подачі один з обов'язкових елементів – заповнення так званих метаданих, тобто відомостей про авторів. Враховуючи, що в більшості баз даних, де індексуються статті, профілі авторів створюються автоматично, а редагувати їх надалі незручно, необхідно приділити увагу цій супровідній інформації. Так, слід завжди використовувати одне й те ж написання імені та прізвища (наприклад, те, яке вказано в закордонному паспорті). Автор цієї статті також не використовує по батькові при подачі статей англійською, проте це – особисті вподобання. Також варто використовувати офіційну англомовну назву вашого місця роботи, яку можна дізнатись на сайті організації або у вченого секретаря установи.

Крім того, при подачі рекомендується вказати ідентифікатори ORCID всіх авторів. За відсутності, слід його отримати – це безкоштовно і займає 5 хвилин. Всебічну серію вебінарів про ORCID можна переглянути на сайті Державної науково-технічної бібліотеки України [19]. Вказані кроки допоможуть авторам легше знаходити та аналізувати власні наукометричні показники.

Що ж відбувається з рукописом після його подання в журнал? В більшості рецензованих журналів процедура виглядає наступним чином:

1. Попередня перевірка. Виконується одним з членів редакції. Визначається відповідність рукопису тематиці журналу та відсутність явних проблем, які вимагають відхилення.

2. Рецензування. З-поміж багатьох можливих видів рецензування, найбільш вживаними є сліпе (single-blind), за якого автори не знають особу рецензента, або подвійне сліпе (double blind), за якого ані автори, а ні рецензенти не знають особи один одного. Більшість наукових статей рецензуються 2–4 особами, стандартний строк рецензування – 3 тижні.

3. Доопрацювання рукопису та повторне рецензування. Проводиться в разі, якщо статтю не було відхилено. Стандартний строк – по 2 тижні на доопрацювання та рецензію. В деяких випадках може бути декілька раундів доопрацювання.

4. Повідомлення про прийняття статті до друку (у платному журналі у цей момент авторам надсилаються реквізити для сплати).

5. Робота мовного редактора та верстка. Залежно від журналу, може займати від одного тижня до декількох місяців. На цьому етапі всім авторам можуть розіслати електронний лист з проханням підтвердити співавторство статті.

6. Публікація статті.

В багатьох журналах під час подачі статті просять надати список потенційних рецензентів для статті. Не нехтуйте цим, адже пошук журналом рецензентів – процес, який може затягнутися на значний час. Рецензенти – по суті волонтери, такі ж вчені, як і ви, і займаються рецензуванням безкоштовно у вільний час, тому знайти достатню кількість спеціалістів з конкретної галузі може бути зовсім не просто. Якщо ви не знаєте, кого включити в цей список, можна, наприклад, вказати когось із вчених, на яких ви посилаєтесь у статті.

Якщо ви представите список з 3–4 осіб, то журнал зазвичай залучить 1, рідше 2 з них до рецензування, інших знайде самостійно. При виборі рецензентів слід дотримуватись правила конфлікту інтересів: як мінімум, не вписувати людей з вашого місця роботи та тих, з ким у вас недавно виходили статті в співавторстві. За можливості, краще подавати посилання на сторінку вченого на сайті їх організації. Так журналу буде легше зрозуміти кваліфікацію, напрям наукових досліджень потенціального рецензента, а також його контакти.

Не слід надто боятись процесу рецензування. По-перше, переважну більшість статей не приймають одразу, без зауважень та виправлень, у тому числі у провідних світових вчених. По-друге, при належній підготовці рукопису, досить рідко зауваження мають такий характер, що їх неможливо виправити. Автору цієї статті відомий випадок, коли один з рецензентів надіслав рецензію з 36 зауваженнями, і автори, звичайно, були засмучені. Проте, при більш детальному розгляді виявилось, що приблизно 30 правок можна виправити сумарно за годину, ще 5 – за кілька днів, і лише одне зауваження було по-справжньому неприємне. До речі, автори рукопису зовсім не зобов'язані виправляти всі зауваження, проте в цьому разі необхідно добре аргументувати свою відмову.

При повторній подачі рукопису необхідно надіслати супровідний лист, в якому надаються відповіді на всі зауваження по пунктах. Для невеликих зауважень достатньо написати: «Дякуємо, виправлено» (Fixed, thank you), для інших – розписати виправлення та аргументацію ширше.

Після отримання листа з редакції про прийняття статті до друку (та обов'язкового святкування з цього приводу) не слід просто чекати на вихід статті і не перевіряти електронну пошту. Як мінімум, журнал повинен надіслати готову верстку на затвердження, яку слід ретельно переглянути. Може статися, що таблиці або рисунки не відображаються як слід, невдало розірвано текст тощо.

Передбачити строк від подачі рукопису до виходу статті в журналі, що індексується Scopus, практично неможливо, адже це пов'язано з процесами добору рецензентів та власне рецензування, тривалість яких важко прогнозувати, можна орієнтуватись на термін в 3–9 місяців. В будь-якому випадку, писати статтю в Scopus тоді, коли до вас прийшов декан або завідувач

кафедри з вашим контрактом, в якому вказані такі публікації – пізно, і краще це робити відразу після закінчення експериментальної частини досліджень.

І на останок: якщо рукопис все ж відхилили, не впадайте у відчай. Подайте його в інший журнал, врахувавши попередні зауваження. Відхилення – це шлях до прийняття!

Висновки. Таким чином, процес підготовки рукопису та його подачі в науковий журнал, що індексується Scopus, хоча і має певні відмінності від публікації у фахових виданнях України, достатньо логічний і не надто складний. За умови правильного вибору журналу для публікації та підготовки рукопису з урахуванням цих особливостей, українські вчені цілком можуть успішно публікуватись в престижних закордонних виданнях та просувати українську аграрну науку в світі. Своїм колегам-науковцям автор хотів би побажати більше вірити в свої сили та в якість своїх досліджень. Все можливо!

Подяки. Автор хотів би подякувати Дослідницькому Центру Лаймбург, який надав йому прихисток під час війни, а також Марії Ткаченко, Лілії Павлюк, Сергію Назаровцю та Валерії Овчарук за їх поради та допомогу у підготовці статті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Beall J. Predatory publishers are corrupting open access. *Nature*. 2012. Vol. 489. P. 179. https://doi.org/10.1038/489179a
2. Bondarenko P. Physiological basics of sweet cherry productivity depending on rootstocks, interstems and plant density. *Open Agriculture*. 2019. Vol. 4(1). P. 67–274. https://doi.org/10.1515/opag-2019-0025
3. Defining the Role of Authors and Contributors. *ICMJE: International Committee of Medical Journal Editors* : веб-сайт. URL: https://www.icmje.org/recommendations/browse/roles-and-responsibilities/defining-the-role-of-authors-and-contributors.html
4. Demir S. Predatory journals: Who publishes in them and why? *Journal of Informetrics*. 2018. Vol. 12(4). P. 1296–1311. https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.10.008
5. Hladchenko M. Implications of Publication Requirements for the Research Output of Ukrainian Academics in Scopus in 1999–2019. *Journal of Data and Information Science*. 2022. Vol. 7(3). P. 71–93. https://doi.org/10.2478/jdis-2022-0016
6. Hladchenko M., Westerheijden D. The self-concept of Ukrainian doctoral students: Means–ends decoupling at the state level. *Higher Education Quarterly*. 2018. Vol. 73. P. 182–197. https://doi.org/10.1111/hequ.12182
7. Janik K., Mittelberger C., Moser M. Lights Out. The Chloroplast Under Attack During Phytoplasma Infection? *Annual Plant Reviews online*. 2020. Vol. 3(3). P. 399–426. https://doi.org/10.1002/9781119312994.apr0747
8. Journal rankings. *Scimago Journal & Country Rank* : веб-сайт. URL: https://www.scimagojr.com/journalrank.php
9. Kurt S. Why do authors publish in predatory journals? *Learned Publishing*. 2018. Vol. 31(2). P. 141–147. https://doi.org/10.1002/leap.1150
10. Marina T., Sterligov I. Prevalence of potentially predatory publishing in Scopus on the country level. *Scientometrics*. 2021. Vol. 126. P. 5019–5077. https://doi.org/10.1007/s11192-021-03899-x
11. Melnyk, O., Drozd, O., Melnyk, I. Storage and Quality of Apples 'Reinette Simirenko', Depending on the Dose of Post-Harvest Treatment with Ethylene Inhibitor 1-MCP. *Journal of Horticultural Research*. 2018. Vol. 26(2). P. 95–102. https://doi.org/10.2478/johr-2018-0020
12. Nazarovets S. Analysis of publications by authors of Ukrainian institutes in Scopus-delisted titles. *Learned Publishing*. 2022. Vol. 35. P. 499–515. https://doi.org/10.1002/leap.1464
13. Nobes A. A beginner's guide to avoiding 'predatory' journals (using your critical thinking skills). *AuthorAID: A global network of researchers*. URL: https://www.authoraid.info/en/news/details/1310
14. Pavliuk L., Udovychenko K., Riaba I., Bublyk M. Variability of some isolates of Prunus necrotic ringspot virus and Prune dwarf virus infecting sour and sweet cherry in Ukraine. *Acta Agriculturae* Slovenica. 2021. Vol. 117(1). P. 1–9. http://dx.doi.org/10.14720/aas.2021.117.1.1844
15. da Silva J. Citations and Gamed Metrics: Academic Integrity Lost. *Academic Questions*. 2021. Vol. 34(1). P. 97–100. http://dx.doi.org/10.51845/34s.1.18
16. Solomon D., Björk B. Publication fees in open access publishing: Sources of funding and factors influencing choice of journal. *Journal of the American Society for Information Science and Technology.* 2011. Vol. 63(1). P. 98–107. https://doi.org/10.1002/asi.21660
17. *Think. Check. Submit* : веб-сайт. URL: https://thinkchecksubmit.org/journals/ukrainian
18. Vadhera A. et al. Open Access Articles Garner Increased Social Media Attention and Citation Rates Compared With Subscription Access Research Articles: An Altmetrics-Based Analysis. *The American Journal of Sports Medicine.* 2022. Vol. 50(13). P. 3690–3697. https://doi.org/10.1177/03635465221124885
19. Використання постійних ідентифікаторів учених та установ, їх роль у науковій екосистемі. Майстер-класи ORCID для науковців. *Державна науково-технічна бібліотека України* : веб-сайт. URL: https://dntb.gov.ua/news/використання-постійних-ідентифікат-2
20. Про внесення змін до Порядку присвоєння вчених звань науковим і науково-педагогічним працівникам : Наказ Міністерства освіти і науки України від 17 березня 2021 р. № 322. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0646-21#n2
21. Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії : Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/44-2022-%D0%BF#Text

REFERENCES:

1. Beall, J. (2012). Predatory publishers are corrupting open access. *Nature*, 489, 179. https://doi.org/10.1038/489179a
2. Bondarenko, P. (2019). Physiological basics of sweet cherry productivity depending on rootstocks, interstems and plant density. *Open Agriculture, 4*(1), 67–274. https://doi.org/10.1515/opag-2019-0025
3. Defining the Role of Authors and Contributors. ICMJE: International Committee of Medical Journal Editors. https://www.icmje.org/recommendations/browse/

roles-and-responsibilities/defining-the-role-of-authors-and-contributors.html [in English].
4. Demir, S. (2018). Predatory journals: Who publishes in them and why? *Journal of Informetrics*, 12(4), 1296–1311. https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.10.008
5. Hladchenko, M. (2022). Implications of Publication Requirements for the Research Output of Ukrainian Academics in Scopus in 1999–2019. *Journal of Data and Information Science*, 7(3), 71–93. https://doi.org/10.2478/jdis-2022-0016
6. Hladchenko, M., & Westerheijden, D. (2018). The self-concept of Ukrainian doctoral students: Means–ends decoupling at the state level. *Higher Education Quarterly*, 73, 182–197. https://doi.org/10.1111/hequ.12182
7. Janik, K., Mittelberger, C., & Moser, M. (2020). Lights Out. The Chloroplast Under Attack During Phytoplasma Infection? *Annual Plant Reviews online, 3*(3), 399–426. https://doi.org/10.1002/9781119312994.apr0747
8. Journal rankings. Scimago Journal & Country Rank. https://www.scimagojr.com/journalrank.php
9. Kurt, S. (2018). Why do authors publish in predatory journals? *Learned Publishing*, 31(2), 141–147. https://doi.org/10.1002/leap.1150
10. Marina, T., & Sterligov, I. (2021). Prevalence of potentially predatory publishing in Scopus on the country level. *Scientometrics*, 126, 5019–5077. https://doi.org/10.1007/s11192-021-03899-x
11. Melnyk, O., Drozd, O., & Melnyk, I. (2018). Storage and Quality of Apples 'Reinette Simirenko', Depending on the Dose of Post-Harvest Treatment with Ethylene Inhibitor 1-MCP. *Journal of Horticultural Research, 26*(2), 95-102. https://doi.org/10.2478/johr-2018-0020
12. Nazarovets, S. (2022). Analysis of publications by authors of Ukrainian institutes in Scopus-delisted titles. *Learned Publishing*, 35, 499–515. https://doi.org/10.1002/leap.1464
13. Nobes, A. *A beginner's guide to avoiding 'predatory' journals (using your critical thinking skills).* AuthorAID: A global network of researchers. https://www.authoraid.info/en/news/details/1310
14. Pavliuk, L., Udovychenko, K., Riaba, I., & Bublyk, M. (2021). Variability of some isolates of Prunus necrotic ringspot virus and Prune dwarf virus infecting sour and sweet cherry in Ukraine. *Acta Agriculturae Slovenica,* 117(1), 1–9. http://dx.doi.org/10.14720/aas.2021.117.1.1844
15. da Silva, J. (2021). Citations and Gamed Metrics: Academic Integrity Lost. *Academic Questions*, 34(1), 97–100. http://dx.doi.org/10.51845/34s.1.18
16. Solomon, D., & Björk, B. (2011). Publication fees in open access publishing: Sources of funding and factors influencing choice of journal. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63(1), 98–107. https://doi.org/10.1002/asi.21660
17. Think. Check. Submit. https://thinkchecksubmit.org/journals/ukrainian [in Ukrainian].
18. Vadhera, A., Lee, J., Veloso, I., et al. (2022). Open Access Articles Garner Increased Social Media Attention and Citation Rates Compared With Subscription Access Research Articles: An Altmetrics-Based Analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 50(13), 3690–3697. https://doi.org/10.1177/03635465221124885
19. Vykorystannia postiinykh identyfikatoriv uchenykh ta ustanov, yikh rol u naukovii ekosystemi. Maister-klasy ORCID dlia naukovtsiv [Use of permanent identifiers of scientists and institutions, their role in the scientific ecosystem. ORCID workshops for scientists]. State Scientific and Technical Library of Ukraine. https://dntb.gov.ua/news/використання-постійних-ідентифікат-2 [in Ukrainian].
20. Pro vnesennia zmin do Poriadku prysvoiennia vchenykh zvan naukovym i naukovo-pedahohichnym pratsivnykam : Nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrainy [Order Ministry of Education and Science of Ukraine on amendments to the Procedure for awarding academic titles to scientific and scientific-pedagogical workers]. (2021). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0646-21#n2 [in Ukrainian].
21. Pro zatverdzhennia Poriadku prysudzhennia stupenia doktora filosofii ta skasuvannia rishennia razovoi spetsializovanoi vchenoi rady zakladu vyshchoi osvity, naukovoi ustanovy pro prysudzhennia stupenia doktora filosofii : Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine on approving the Procedure for awarding the degree of Doctor of Philosophy and canceling the decision of the one-time specialized academic council of the institution of higher education, scientific institution on awarding the degree of Doctor of Philosophy]. (2022). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/44-2022-%D0%BF#Text [in Ukrainian].

Бондаренко П.Г. Публікація садівничої статті в Scopus: навіщо та як?

Стаття присвячена проблемі публікації результатів досліджень українських вчених-садівників в англомовних журналах, що індексуються в базі даних Scopus. Сьогодні, такі публікації є невід'ємною складовою успіху науково-педагогічного працівника, необхідні для присвоєння вчених звань та наукових ступенів. При цьому, в українському науковому просторі процес публікації в рецензованих закордонних журналах часто оточений негативом та неправдивою інформацією щодо його складності та високої вартості.

Саме тому, метою даної статті є підвищення наукової грамотності українських науковців-садівників, в особливості молодих вчених, та їх стимулювання до публікації англомовних наукових статей шляхом наочного висвітлення процесів добору журналу для подачі, підготовки рукопису та процесу рецензування.

Розглянуто процес пошуку журналу для публікації з урахуванням відповідності тематики проведених досліджень напряму журналу. Розглянуто основні типи наукових журналів за типом доступу до статей, наведено орієнтовний перелік видань, в яких можлива публікація результатів українських досліджень в галузі садівництва. Підкреслено недоліки публікації у недоброчесних (так званих «хижих») журналах, надано поради, як їх розпізнати до подання рукопису статті.

Покроково наведено нюанси підготовки рукопису для подачі у журнал, що індексуються Scopus. Головні відмінності, порівняно з фаховими науковими виданнями України, полягають у написанні розділу «Матеріали і методи», який в закордонних виданнях описується ширше, а також у описі результатів досліджень та їх обговорення, адже в більшості закордонних журналів це – два окремих розділи. Вказано вимоги світової наукової спільноти до формування складу авторів публікації, надано поради щодо перекладу рукопису статті на англійську мову.

Висвітлено типовий процес рецензування рукописів в журналах, що індексуються Scopus, надано поради щодо роботи з редакційною колегією та рецензентами для пришвидшення процесу публікації та покращення якості статті.

В цілому, дана стаття була підготовлена зі сподіванням, що вона полегшить українським вченим обмін науковою інформацією та буде сприяти подальшій інтеграції української науки у світову.

Ключові слова: Scopus, садівництво, рукопис наукової статті, хижі журнали, рецензування.

Bondarenko P.H. Publishing a horticultural article in Scopus: why and how?

The article is devoted to the problem of publication of the results of horticultural research carried out by Ukrainian scientists in English-language journals indexed in the Scopus database. Today, such publications are an integral part of the success in scientific and academic field, necessary for the awarding of scientific titles and degrees. At the same time, in the Ukrainian scientific community, the process of publication in peer-reviewed foreign journals is often surrounded by negativity and false information about its complexity and high cost.

Thus, the aim of this article is to increase the scientific literacy of Ukrainian horticulturists, especially young scientists, and to encourage them to publish scientific articles in English by highlighting the processes of journal selection, manuscript preparation, and peer review.

The process of searching for a journal for publication is considered, taking the relevance of the subject of the conducted research to the scope of the journal into account. The main types of scientific journals based on the type of access to the articles are shown, an approximate list of journals in which the results of Ukrainian horticultural research can be published is given. The disadvantages of publishing in predatory journals are highlighted, tips are given on how to recognize them before submitting an article manuscript.

A step-by-step guide of preparing a manuscript for submission to Scopus-indexed journal is given. The main differences, compared to Ukrainian scientific journals, are that the “Materials and methods” section is described in more detail in foreign publications. Also, unlike in Ukraine, in most foreign journals “Results” and “Discussion” are two separate sections. The requirements of the scientific community for authorship are indicated, and advice on the translation of the manuscript into English is provided.

The typical process of peer review in Scopus-indexed journals is covered, and tips are provided for working with the editorial board and reviewers to speed up the publication process and improve the quality of the article.

In general, this article was prepared with the hope that it will facilitate the exchange of scientific information for Ukrainian scientists and will contribute to th-e further integration of Ukrainian science into worldwide research system.

Key words: Scopus, horticulture, scientific article manuscript, predatory journals, peer review.

УДК 330.3:631.1
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.32

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ТА НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В АПК

ГУТОРОВА О.О. – кандидат економічних наук, доцент
orcid.org/0000-0003-4705-5482
Державний біотехнологічний університет
ГУТОРОВ О.І. – доктор економічних наук, професор
orcid.org/0000-0003-0688-9413
Інститут кліматично орієнованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України»

Постановка проблеми. Особливістю сучасного періоду розвитку всіх галузей і сфер агропромислового виробництва є необхідність прискорення науково-технічного прогресу на основі інноваційних процесів, що дозволяють здійснювати безперервне оновлення виробництва на основі розвитку наукових досягнень, техніки і передового досвіду. Світовий досвід показує, що інноваційні процеси, як правило, не тільки заохочуються, а й регулюються державою шляхом формування відповідної політики і систематичної організації інноваційної діяльності.

Досвід розвинених країн світу в останні роки переконливо показує, що підвищення ефективності агропромислового виробництва досягається переважно за рахунок інтенсифікації інноваційної діяльності, тобто успішного функціонування науково-технічної сфери галузі. Кінцевим результатом інноваційної діяльності є створення новацій та їх розвиток безпосередньо у виробництві, що сприятиме системному і все більш прогресивному організаційному, економічному, технічному і технологічному оновленню агропромислового виробництва та підвищенню його ефективності.

Тільки за цих умов розробка і реалізація інноваційної політики дозволить досягти бажаного результату і позитивно вплинути на розвиток економіки країни. У зв'язку з цим для агропромислового комплексу, як однієї з найважливіших галузей народного господарства, що має принципові риси в порівнянні з іншими галузями, виникає необхідність узагальнення та оцінки вітчизняного та зарубіжного досвіду, а також розробки пріоритетних, найбільш ефективних напрямів інноваційної діяльності та їх організаційно-економічних основ в аграрному секторі України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивченню та узагальненню економічних умов, різноманітних проблем, тенденцій інноваційного розвитку агропромислового виробництва присвячені фундаментальні дослідження українських науковців такими як О. Гудзь [1], А. Гуторов [2, 9], О. Дацій [3], В. Ковтун [5], І. Кукса [6], М. Лобас [7], Ю. Лупенко [8, 9], Л. Михайлова [10], В. Онегіна [11], С. Соколюк [12], В. Федоренко [4], О. Шпикуляк [13], О. Шубравська [14] та ін.

Наукові дослідження свідчать про те, що подальший розвиток інноваційних процесів в агропромисловому комплексі неможливий без глибокого і всебічного аналізу сучасного стану інноваційної діяльності в галузі, що дозволило б оцінити і виробити реальну інноваційну політику, активна реалізація якої забезпечить науково-технічний прогрес в агропромисловому виробництві.

Організація наукових досліджень в цьому напрямку вимагає чіткого розуміння сутності, значення інноваційних процесів і організаційно-господарської діяльності по їх впровадженню в агропромисловому виробництві. При цьому необхідно, перш за все, виділити основні напрямки формування методології вивчення інноваційної діяльності в агропромисловому комплексі, до яких відносяться: уточнення і подальший розвиток теорії інноваційної діяльності в аграрному секторі економіки; розробка організаційно-економічних основ інноваційної діяльності; розробка методики оцінки інноваційної діяльності; питання прогнозування інноваційної діяльності; формування ринку інноваційної продукції. В рамках цих напрямів певне значення має чітке окреслення конкретних проблем і питань для їх практичного вирішення в процесі інноваційної діяльності. Зокрема, розробка теоретичних основ інноваційної діяльності передбачає з'ясування сутності інноваційного процесу, поняття інноваційної діяльності, їх цілей, особливостей і завдань щодо агропромислового виробництва, виявлення перспективних видів інноваційної діяльності в аграрній галузі в ринкових умовах.

Мета статті полягає у дослідженні особливостей інноваційної діяльності в агропромисловому комплексі та визначення напрямів для забезпечення його ефективного функціонування та подальшого розвитку в сучасних економічних умовах.

Результати досліджень. Стосовно різних галузей і сфер національної економіки сутність інноваційної діяльності немає принципових відмінностей, проте характер й напрями інноваційного процесу у яких можуть мати істотні відмінності. Зокрема, інноваційний процес в агропромисловому виробництві має власну специфіку, обумовлену, передусім, особливостями

виробництва. До найбільш характерних особливостей розвитку інноваційних процесів у агропромислових підприємствах належать: множинність форм та зв'язків аграрних товаровиробників з інноваційними формуваннями; відокремленість більшості аграрних товаровиробників на всіх рівнях: від організацій, які виробляють науково-технічну продукцію, до підприємств, які здійснюють її реалізацію; відсутність чіткого та науково-обґрунтованого організаційно-економічного механізму передачі досягнень науки агропромисловим товаровиробникам та, як наслідок, суттєве відставання галузі з освоєння інновацій в агропромисловому виробництві.

Інноваційний процес в АПК може протікати у різних формах. Зокрема, він може розвиватися інтенсивно, сповільненими темпами чи дуже повільно, тобто екстенсивно. Інтенсивні технології в сільському господарстві є кінцевим результатом наукових досліджень у галузі технології виробництва сільськогосподарської продукції. Незважаючи на проведену значну роботу з масового впровадження інтенсивних технологій, загалом в Україні видатних результатів досягнуто не було, хоч і врожайність основних сільськогосподарських культур, і продуктивність тваринництва у ці роки підвищилися. (Наочним результативним показником ходу інноваційного процесу є показники продуктивності (технологічної ефективності сільськогосподарського виробництва) – врожайність сільськогосподарських культур та продуктивність тварин).

Економічне зростання в АПК неможливе без істотного підвищення інноваційної активності на всіх стадіях інноваційного процесу, рівнях управління від державного до конкретних агропромислових товаровиробників. Нині стало очевидним, що це єдино правильний напрямок розвитку АПК [15].

Формування національної інноваційної системи АПК вимагає вироблення методологічних підходів до її організаційно-економічного механізму. Створення інноваційної системи АПК передбачає зокрема опрацювання базових моделей інноваційних структур (формувань), що виконують інтеграційні функції для науково-інноваційних циклів та розвиток економічних зв'язків між ними. Вони поділяються на: агротехнопарки, технополіси (технологічні центри), науково-промислові центри, інтегровані науково-освітні -університетські – академічні комплекси, науково-виробничі об'єднання, асоціації (фірми) селекційні центри, дослідні сільськогосподарські станції, конструкторські бюро та лабораторії, бізнес-інкубатори, інноваційні організації, інноваційно-консультаційні центри, регіональні галузеві агрокластери. Набули поширення приватні (комерційні) організації, інжинірингові та консалтингові фірми.

При всій різноманітності інноваційних формувань чільне місце має належати агротехнопаркам, які сприяють інтеграції науки, освіти та виробництва. Вони виконують повністю науково-виробничий обсяг – від наукових досліджень до створення та реалізації нової продукції.

Основними завданнями діяльності агротехнопарків є: виробництво насіннєвого матеріалу вищих репродукцій сільськогосподарських культур, а також виведення племінних тварин та птиці; прискорене підвищення сільськогосподарського виробництва на основі поширення та освоєння енергозберігаючих технологій, отримання нових видів продукції, покращення їх якості та екологічної безпеки та підвищення конкурентоспроможності; організація інформаційно-консалтингової системи у кожному регіоні для просування результатів науково-технічних досягнень у сільське господарство, переробну та харчову промисловість.

Важливе значення мають і технополіси – науково-виробничий комплекс із розвиненою науковою та виробничою інфраструктурою, що охоплює територію окремого великого міста або розпорошені на всій території регіону. До його складу входять: наукові установи та великий університет, що мають сучасні потужні заділи у сфері досліджень та оснащені новітнім експериментальним обладнанням; агропромислові організації (підприємства); агротехнопарки.

Технополіс слугує центром наукових досліджень, проєктно-конструкторських розробок, створення новітньої техніки та обладнання, виведення нових високопродуктивних сортів сільськогосподарських культур, порід худоби та птиці, підготовки та перепідготовки кваліфікованих наукових кадрів для науки та освіти.

Функціонування АПК України як інноваційної, соціально-орієнтованої моделі розвитку забезпечується такими умовами: формуванням інноваційної системи АПК; формуванням та функціонуванням стійкого організаційно-економічного механізму управління інноваційною діяльністю агропромислових підприємств; удосконалення нормативно-правового забезпечення інноваційної діяльності в аграрному виробництві; запровадження результатів наукової та науково-технічної діяльності в економічний обіг; впровадження у виробництво селекційних досягнень, ресурсозберігаючих технологій чи ресурсозберігаючих взаємозалежних технологічних операцій, біологічних засобів захисту рослин, стимуляторів зростання, біологічних прийомів інтенсифікації галузей та напрямів діяльності в АПК.

Організаційно-економічний механізм управління та стимулювання розвитку інноваційної діяльності в АПК – це динамічна система форм і методів, що виявляються в соціально-економічних відносинах і зв'язках, що впливають на безперервне пристосування наукової, інноваційної та господарської діяльності організацій та підприємств до мінливих умов ринку, з метою задоволення попиту споживачів та отримання прибутку виробниками агропродовольчої продукції.

Факторами, які негативно впливають на розвиток та функціонування організаційно-економічного механізму управління інноваційною діяльністю в АПК, є: мінливість погодних умов та природні катаклізми (посухи, повені, глобальна зміна клімату); старіння сільського населення; зниження професійного рівня працівників АПК; недостатність інвестицій у розвиток АПК, у розробку та впровадження інноваційних проєктів; низька інноваційна активність суб'єктів господарської діяльності АПК; нерозвиненість інноваційної інфраструктури.

Зазначені негативні чинники розвитку інноваційної діяльності в АПК вказують на необхідність випереджаючого розвитку аграрного сектору економіки з метою

досягнення продовольчої безпеки країни в умовах мінливого ведення агропромислового виробництва.

Особливості формування національної інноваційної системи АПК, порівняно з іншими секторами економіки держави, пов'язані з подоланням негативних факторів, що впливають на розвиток інноваційної діяльності в АПК і проявляються в умовах кризи економіки системними стримуючими факторами інноваційного розвитку сполучених секторів економіки держави. Багатоукладний характер економіки, технологічний рівень, що принципово відрізняється, і інституційні умови розвитку різних секторів економіки виключають можливість визначення єдиної, універсальної моделі інноваційного розвитку.

Для забезпечення сталого прогресу у переході АПК на інноваційний шлях розвитку важливим стане концентрація уваги на наступних напрямах інноваційного розвитку:

- підвищення конкурентоспроможності та експортного потенціалу високотехнологічних напрямів інноваційної діяльності в АПК на основі розробки та впровадження ефективних ресурсозберігаючих технологій;
- розробка сукупності «проривних технологій», що визначають можливість формування нових ринків високотехнологічної продукції, наприклад, високоякісного зерна для хлібопекарської промисловості, дієтичного картопляного крохмалю та іншої сільськогосподарської продукції;
- швидке поширення окремих сучасних технологій у сільському господарстві, якому властива горизонтальна орієнтація;
- технічна та технологічна модернізація аграрних підприємств та суб'єктів інфраструктури.

Основними інструментами державної підтримки підвищення конкурентоспроможності та експортного потенціалу високотехнологічних напрямів інноваційної діяльності в АПК мають бути: державні програми, в рамках яких передбачатиметься фінансування найперспективніших проєктів; державна підтримка високотехнологічного експорту, включаючи надання держгарантій, а також підтримку імпорту високих технологій.

Основний акцент при формуванні ринків високотехнологічної продукції має бути приділено розробці «проривних» технологій, які можуть забезпечити виробництво продукції з принципово новими споживчими властивостями. За цими напрямами діяльності може бути використано заходи державного фінансування, а також залучення іноземних інвесторів.

Швидкому поширенню сучасних технологій в аграрному секторі економіки можуть сприяти такі інструменти розвитку інноваційної діяльності: заходи щодо вдосконалення галузевого регулювання та скорочення бар'єрів для поширення нових технологій, залучення іноземних інвестицій; заходи щодо розвитку технологічного регулювання, модернізації застарілих стандартів; підтримка імпорту найважливіших універсальних сучасних технологій.

Інноваційна система розвитку АПК – це сукупність суб'єктів, інститутів та інфраструктури, що забезпечують виробництво, поширення та впровадження інновацій в економіці та суспільстві. Характеристика основних підсистем наведена нижче.

Підсистема генерації знань, досліджень та розробок. Конкурентоспроможна підсистема генерації знань, що динамічно розвивається, є фундаментом інноваційної економіки, найважливішим джерелом інформації для прийняття інноваційних рішень у всіх сферах економіки.

Підвищення конкурентоспроможності наукового комплексу АПК потребує вирішення низки завдань: підвищення якості кадрового потенціалу; реструктуризацію мережі наукових організацій; підвищення ефективності витрачання коштів, що виділяються на науку; нарощування дослідницького потенціалу на ключових напрямах; інвентаризацію наявних компонентів національної інноваційної системи АПК; розвиток інструментів та механізмів координації та взаємодії всіх учасників інноваційного процесу.

Зазначені завдання вирішуються з використання таких заходів: аудит якості діяльності існуючих наукових організацій та, за необхідності, їх реструктуризація (ліквідація неефективних структурних підрозділів, злиття організацій, зміна їх організаційно-правової форми, приватизація), що призведе до концентрації працездатних кадрів в ефективних організаціях та підрозділах, підвищення рівня їх матеріально-технічного оснащення; створення додаткових стимулів до підвищення результативності роботи окремих дослідників та дослідницьких колективів; концентрація ресурсів на пріоритетних напрямках інноваційної діяльності.

Основними критеріями оцінки якості та результативності фундаментальних досліджень є їхнє міжнародне визнання, публікаційна та конференційна активність співробітників та колективів. У свою чергу міжнародне визнання результатів фундаментальних досліджень вимірюється патентною та публікаційною активністю та індексом цитування. Для прикладних досліджень найважливішим критерієм оцінки результатів є їхня затребуваність вітчизняними та зарубіжними підприємствами, органами влади різного рівня, громадськими організаціями.

Стратегічне завдання в галузі розвитку підсистеми генерації знань також полягає і в поступовому збільшенні кількості недержавних наукових організацій в АПК та збільшенні недержавних джерел фінансування наукових досліджень, у тому числі за інноваційними напрямами.

Кадри для інноваційної діяльності. Підготовку кадрів для інноваційної діяльності необхідно розпочинати у старших класах середньої школи. Для учнів старших класів середньої школи має бути розроблена спеціальна навчальна програма, що розкриває цілі, завдання, форми та методи інноваційної діяльності з її найважливіших напрямів. Програма повинна орієнтувати учнів на необхідність та обов'язковість отримання економічних та соціальних результатів від інноваційної діяльності у всіх підсистемах АПК.

Професійна підготовка кадрів для бізнесу (виробництва) має охоплювати три рівні: підготовка професійних робітників: трактористів-машиністів для різних галузей та напрямів діяльності, робітників для обслуговування машин; підготовка керівників та спеціалістів фермерських господарств, аграрних підприємств, особистих підсобних господарств та їх кооперативів; підготовка фахівців професійної освіти у ЗВО.

Відтворення інноваційного кадрового потенціалу науки забезпечується рядом заходів: створення сприятливих умов та стимулів для залучення та закріплення в науці талановитої молоді; підтримка наукових шкіл, що об'єднують дослідників різних поколінь; інтеграцію академічної та університетської науки, ширше поєднання викладацької та дослідницької діяльності; обробка та впровадження нових моделей аспірантського навчання, методик використання економічних законів для вибору пріоритетних напрямів інноваційної діяльності, ресурсозбереження, прогнозування розвитку галузей та підкомплексів; залучення до керівництва науковою підготовкою аспірантів провідних вітчизняних та зарубіжних науковців, які мають досвід публікацій у міжнародних журналах, патентування результатів наукових досліджень, необхідний рівень цитування публікацій.

Підприємницька підсистема – інноваційний бізнес. Основним інструментом формування державних пріоритетів технологічного розвитку АПК та об'єднання зусиль держави, науки, бізнесу, громадянського суспільства щодо реалізації цих пріоритетів стануть технологічні платформи.

Технологічні платформи – один із варіантів приватно-державного партнерства, формування якого пов'язане з наявністю наступних чинників: багатодисциплінарність необхідних досліджень для розробки перспективних технологій, що потребують чисельність потенційних учасників, які забезпечують у робочому режимі обговорення перспектив технологічної модернізації, форм партнерства та узгодження інтересів учасників платформи; недостатня готовність бізнесу формувати вимоги до найважливіших базових технологій, брати участь у розробці та впровадженні нових технологій, інвестувати кошти у підготовку кадрів для впровадження нових технологій; різна відомча підпорядкованість наукових організацій.

Формування та реалізація технологічних платформ дозволить вирішувати такі завдання: посилення впливу підприємницького сектору (бізнесу) на виявлення та реалізацію найважливіших напрямів інноваційної діяльності; виявлення нових науково-технічних можливостей модернізації існуючих напрямів агропромислової діяльності та формування нових напрямів; вироблення нових напрямів та механізмів удосконалення галузевого регулювання для швидкого поширення перспективних технологій; розширення науково-виробничої кооперації; вдосконалення форм та методів державного стимулювання інноваційної діяльності та модернізації підприємств АПК; підвищення науково-технічного потенціалу АПК для реалізації складних науково-технічних проєктів.

Інноваційна інфраструктура АПК. Інноваційна інфраструктура АПК може бути представлена у вигляді двох блоків: фінансового та техніко-технологічного.

До суб'єктів фінансової інфраструктури можна віднести: державні акредитовані банки; фонд сприяння розвитку малих підприємств у науково-технічній сфері, страхові компанії, лізингові компанії; позабюджетні фонди; банки комерційні; венчурні фонди у сфері науки.

Основними напрямами розвитку фінансової інфраструктури інновацій в АПК можуть буди: подолання дефіциту інноваційних продуктів, прийнятних для фінансування венчурними фондами у рамках діяльності фонду сприяння розвитку підприємств науково-технічної сфери; збільшення частки надання пільгових кредитів на реалізацію інноваційних проєктів у рамках програм підтримки малого та середнього підприємництва; створення фондів прямих інвестицій в інноваційні проєкти; формування ефективної системи координації діяльності інституцій розвитку, спрямованої на підтримку інноваційних проєктів.

Основними напрямами розвитку техніко-технологічної інфраструктури можуть бути: підтримка поширення ринкових моделей формування та розвитку об'єктів інноваційної інфраструктури, що забезпечує доступ для аграрних товаровиробників до спеціалізованих послуг: експертних, освітніх, консалтингових, маркетингових.

Державна підтримка створення об'єктів техніко-технологічної інфраструктури інноваційної діяльності в АПК має бути насамперед об'єктам з приватною або змішаною власністю з переважанням недержавних коштів. Об'єкти інфраструктури з переважним державним майном мають бути приватизовані.

Інноваційна політика на регіональному рівні. Регіональна інноваційна політика в АПК має бути націлена на координацію зусиль щодо створення інноваційної інфраструктури; розвиток інноваційного підприємництва; покращення взаємодії обласних адміністрацій з існуючими об'єктами інноваційної інфраструктури: науково-дослідними та освітніми центрами, техніко-технологічною інфраструктурою, інфраструктурою фінансування інновацій, інноваційними аграрними підприємствами. Реалізація таких заходів дозволить створити в Україні мережу потужних центрів інтенсивного інноваційного зростання.

Технологічні інноваційні кластери є новим перспективним блоком інноваційної системи АПК. Реалізація кластерної політики в регіонах сприяє зростанню конкурентоспроможності бізнесу за рахунок ефективного використання потенціалу та взаємодії учасників кластера у зв'язку з їх географічно близьким розташуванням, включаючи розширення доступу до інновацій, технологій, ноу-хау, спеціалізованих послуг та висококваліфікованих кадрів, а також зниження транзакційних витрат, що забезпечує формування передумов для реалізації спільних коопераційних проєктів та продуктивної конкуренції. Формування та розвиток кластерів є ефективним механізмом залучення прямих іноземних інвестицій та активізації зовнішньоекономічної інтеграції.

Висновки. Агропромисловий комплекс являє собою систему, що складається з різних організаційних і функціональних підсистем, а сам виробничий процес складається з певних етапів, що зумовлює найрізноманітніші фактори науково-технічного прогресу в даній галузі. При цьому виділяють наступні групи факторів: біологічні, технічні, технологічні, інформаційні, організаційно-правові. Усередині цих груп факторів визначаються найрізноманітніші напрямки, серед яких на різних етапах розвитку виробництва з них визначаються найбільш пріоритетні, визначальні для даного періоду. Конкретна реалізація напрямків науково-технічного прогресу здійс-

нюється за допомогою розробки певних нововведень і отримання позитивного ефекту у виробництві.

Розвиток інновацій в аграрному виробництві сприяє не тільки підтримці певного виробничого рівня, а й прискоренню прогресу, що, як правило, супроводжується підвищенням стабільності виробничого процесу, здійсненням розширеного відтворення.

Удосконалення системи управління інноваціями в агропромисловому комплексі має охоплювати весь спектр цієї діяльності в агропродовольчому секторі: від досліджень і розробок, експериментальної перевірки наукових результатів до впровадження у виробництво та оцінки ефективності. Підвищенню обґрунтованості та ефективності вжиття заходів державного впливу у сфері управління інноваційною діяльністю в агропромисловому комплексі має сприяти віднесення цієї проблеми до одного з пріоритетних напрямів наукових досліджень з аграрної проблематики. Це визначить поштовх до інтенсифікації інновацій в галузі, що дозволить прискорити науково-технічний прогрес і підвищити ефективність агропромислового виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гудзь О. Є. Гармонізація механізму стратегічного управління інноваційним розвитком. *Глобальні та національні проблеми економіки.* 2015. Вип. 3. С. 272–277. URL: http://www.global-national.in.ua/archive/3-2015/57.pdf.
2. Гуторов А. О., Гуторов О. І. Кадрове забезпечення формування інноваційного потенціалу розвитку аграрного сектора економіки. *Вісник ХНАУ. Серія «Економічні науки».* Харків, 2018. № 2. С. 47-62.
3. Даций О. І. Розвиток інноваційної діяльності в агропромисловому виробництві України: монографія. К. : ННЦ «Інститут аграрної економіки», 2004. 428 с.
4. Економічне управління інноваціями: монографія / [Федоренко В. Г., Чуприна Ю. А., Куліков П. М. та ін.] ; за ред. В. Г. Федоренка; Київський національний університет будівництва та архітектури, Ін-т підготов. кадрів держ. служби зайнятості України, Європейська бізнес-асамблея (Оксфорд) та ін. Київ : ДКС-Центр, 2020. 372 с.
5. Ковтун В. А. Інноваційна стратегія розвитку аграрних підприємств. *Фінпростір.* 2020. № 3 (39). С. 142–153.
6. Кукса І. М. Механізм державного регулювання інноваційного розвитку АПК : монографія. К. : СІК ГРУП УКРАЇНА, 2014. 328 с.
7. Лобас М. Г., Россоха В. В., Соколов Д. О. Управління інноваційно-технологічним розвитком агросфери : монографія / за ред. М. Г. Лобаса. К. : ННЦ «ІАЕ», 2016. 416 с.
8. Лупенко Ю. О. Пріоритетні напрями інноваційної діяльності в аграрній сфері України. *Економіка АПК.* 2014. № 12. С. 5–11.
9. Lupenko Yu. O., Gutorov A. O., Gutorov O. I. Investment Ensuring for Development of Integration Relations in the Agricultural Sector of Ukrainian Economy. *Financial and Credit Activity : Problems of Theory and Practice* 2018. Vol. 4, No. 27. Pp. 381–389. DOI : https://doi.org/10.18371/fcaptp.v4i27.154221
10. Михайлова Л. І., Гуторов О. І., Турчіна С. Г., Шарко І. О. Інноваційний менеджмент: навч. посібник. Вид. 2-ге доп. К.: Центр учбової літератури, 2015. 234 с.
11. Онегіна В. М., Луньова В. А. Стратегії інноваційного розвитку сільськогосподарських підприємств : монографія. Харків : ТОВ «Смугаста типографія», 2016. 255 с.
12. Соколюк С. Ю. Розвиток підприємств аграрного сектору на засадах гармонізації інноваційних процесів: теорія і практика : монографія. Умань : «Візаві», 2019. 376 с.
13. Шпикуляк О. Г., Грицаєнко М. І. Розвиток інноваційної діяльності в аграрній сфері: менеджмент та ефективність: монографія. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2016. 424 с
14. Шубравська О. В. Інноваційний розвиток аграрного сектора економіки України: теоретико-методологічний аспект. *Економіка України*. 2012. № 1. С. 27–33.
15. Гуторов О. І. Інноваційна стратегія: значення, розробка, методи вибору. *Вісник ХНАУ. Серія «Економічні науки».* Харків, 2018. № 3. С. 307-319.

REFERENCES:

1. Hudz, O. (2015). Harmonizatsiya mekhanizmu stratehichnoho upravlinnya innovatsiynym rozvytkom [Harmonization of the mechanism of strategic management of innovative development]. *Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky – Global and national problems of the economy,* 3, 272–277. URL: http://www.global-national.in.ua/archive/3-2015/57.pdf [in Ukrainian].
2. Gutorov, A.O., & Gutorov, O.I. (2018). Kadrove zabezpechennya formuvannya innovatsiynoho potentsialu rozvytku ahrarnoho sektora ekonomiky [Personnel support for the formation of innovative potential for the development of the agricultural sector of the economy]. *Visnyk KHNAU. Seriya «Ekonomichni nauky» – Bulletin of KhNAU. Series «Economic Sciences»,* 2, 47–62 [in Ukrainian].
3. Datsiy, O.I. (2004). *Rozvytok innovatsiynoyi diyal'nosti v ahropromyslovomu vyrobnytstvi Ukrayiny [Development of innovation activity in agro-industrial production of Ukraine].* Kyiv: NSC “Institute of Agrarian Economics”, 428 [in Ukrainian].
4. Fedorenko, V.G., Chuprina, Yu.A., & Kulikov, P.M. et al. (2020). *Ekonomichne upravlinnya innovatsiyamy [Economic management of innovations].* Kyiv National University of Construction and Architecture, Institute of Engineering. state personnel. Employment Services of Ukraine, European Business Assembly (Oxford) et al. Kyiv: DKS-Center, 372 [in Ukrainian].
5. Kovtun, V.A. (2020). Innovatsiyna stratehiya rozvytku ahrarnykh pidpryyemstv [Innovative strategy for the development of agricultural enterprises]. *Finprostir – Financial space,* 3 (39), 142–153 [in Ukrainian].
6. Kuksa, I.M. (2014). *Mekhanizm derzhavnoho rehulyuvannya innovatsiynoho rozvytku APK [Mechanism of state regulation of innovative development of the agro-industrial complex].* K.: SIK GROUP UKRAINE, 328 [in Ukrainian].
7. Lobas, M.G., Rokokha, V.V., & Sokolov, D.O. (2016). *Upravlinnya innovatsiyno-tekhnolohichnym rozvytkom ahrocfery [Management of innovation and technological development of agrosphere].* K. : NSC “IAE”, 416 [in Ukrainian].
8. Lupenko, Yu.O. (2014). Priorytetni napryamy innovatsiynoyi diyal'nosti v ahrarniy sferi Ukrayiny [Priority directions of innovation activity in the agrarian sphere

of Ukraine]. *Ekonomika APK – Economy of the agro-industrial complex,* 12, 5–11 [in Ukrainian].
9. Lupenko, Yu.O., Gutorov, A.O., & Gutorov, O.I. (2018). Investment Ensuring for Development of Integration Relations in the Agricultural Sector of Ukrainian Economy. *Financial and Credit Activity : Problems of Theory and Practice*. Vol. 4, No. 27. Pp. 381–389. DOI : https://doi.org/10.18371/fcaptp.v4i27.154221 [in English].
10. Mikhailova, L.I., Gutorov, O.I., Turchina, S.G., & Sharko, I.O. (2015). *Innovatsiynyy menedzhment [Innovative management].* View. 2nd add. K. : Center for Educational Literature, 234 [in Ukrainian].
11. Onegina, V.M., & Lunyova, V.A. (2016). *Stratehiyi innovatsiynoho rozvytku silskohospodarskykh pidpryyemstv [Strategies for innovative development of agricultural enterprises].* Kharkiv : LLC “Striped Typography”, 255 [in Ukrainian].
12. Sokolyuk, S. (2019). *Rozvytok pidpryyemstv ahrarnoho sektoru na zasadakh harmonizatsiyi innovatsiynykh protsesiv: teoriya i praktyka [Development of enterprises of the agricultural sector on the basis of harmonization of innovative processes: theory and practice].* Uman : “Vizavi”, 376 [in Ukrainian].
13. Shpykulyak, O.G., & Hrytsaenko, M.I. (2016). *Rozvytok innovatsiynoyi diyal'nosti v ahrarniy sferi: menedzhment ta efektyvnist [Development of innovation activity in the agricultural sector: management and efficiency].* Kherson : OLDI-PLUS, 424 [in Ukrainian].
14. Shubravska, O.V. (2012). Innovatsiynyy rozvytok ahrarnoho sektora ekonomiky Ukrayiny: teoretyko-metodolohichnyy aspekt [Innovative development of the agrarian sector of the Ukrainian economy: theoretical and methodological aspect]. *Ekonomika Ukrayiny – Economy of Ukraine,* 1, 27–33 [in Ukrainian].
15. Gutorov, O.I. (2018). Innovatsiyna stratehiya: znachennya, rozrobka, metody vyboru. [Innovative strategy: meaning, development, methods of choice]. *Visnyk KHNAU. Seriya «Ekonomichni nauky» – Bulletin of KhNAU. Series «Economic Sciences»,* 3, 307–319 [in Ukrainian].

Гуторова О.О., Гуторов О.І. Особливості розвитку та напрями удосконалення інноваційної діяльності в АПК

Мета. Дослідити особливості інноваційної діяльності в АПК та визначити напрями для забезпечення його ефективного функціонування та подальшого розвитку в сучасних економічних умовах. **Результати.** У статті обґрунтовано, що найважливішою особливістю сучасного періоду розвитку агропромислового комплексу є необхідність максимального прискорення науково-технічного прогресу як процесу поступового техніко-технічного та соціально-економічного оновлення та вдосконалення агропромислового виробництва.

Розглянуто організаційно-економічну сутність інноваційної діяльності в агропромисловому комплексі, передумови та особливості розвитку, його вплив на ефективний і сталий розвиток галузі. Розкрито основні напрями та організаційні форми інноваційних процесів в агропромисловому комплексі. Проаналізовано розвиток інноваційної діяльності в агропромисловому комплексі. Особлива увага приділяється вдосконаленню організаційно-економічного механізму інноваційних процесів в агропромисловому комплексі. В успішній реалізації інноваційної політики велике значення надається вдосконаленню управління інноваційною діяльністю в агропромисловому комплексі в напряму забезпечення сприятливого інвестиційного клімату на основі раціонального поєднання державного фінансування аграрної науки з розвитком інноваційного підприємництва в аграрному секторі економіки. **Висновки.** Розвиток інновацій в агропромисловому виробництві сприяє не тільки підтримці певного виробничого рівня, а й прискоренню прогресу, що супроводжується підвищенням стійкості самого виробничого процесу, здійсненням розширеного відтворення, а також стійкістю отримання товаровиробниками доходу. Удосконалення системи управління інноваціями в агропромисловому комплексі має бути комплексним, охоплювати весь спектр аспектів цієї діяльності в агропродовольчому секторі: від проведення досліджень і розробок, експериментальної перевірки наукових результатів до впровадження у виробництво та оцінки ефективності. Підвищення обґрунтованості та ефективності запровадження заходів державного впливу у сфері інноваційного менеджменту в агропромисловому комплексі могло б сприяти виділенню цієї проблеми в один із пріоритетних напрямів наукових досліджень аграрної проблематики. Це дасть поштовх до активізації інноваційної діяльності в галузі, що сприятиме прискоренню науково-технічного прогресу та підвищенню ефективності агропромислового виробництва.

Ключові слова: науково-технічний прогрес, інноваційний процес, стратегічне управління, державна підтримка, інвестиційне забезпечення, організаційно-економічний механізм, модернізація, науково-технічні формування, економічне управління.

Hutorova O.O., Gutorov O.I. Features of development and directions of improvement of innovation activity in the agro-industrial complex

Purpose. To investigate the features of innovation in the agro-industrial complex and determine the directions for ensuring its effective functioning and further development in modern economic conditions. **Results.** The article substantiates that the most important feature of the modern period of development of the agro-industrial complex is the need to maximize the acceleration of scientific and technological progress as a process of gradual technical, technical and socio-economic renewal and improvement of agro-industrial production. The organization and economy of the organization and the essence of the agricultural development of the galusi has been taken into account. The basis of the organization of the forms of innovative processes in the agro-industrial complex has been initiated. The development of innovative technologies in the agro-industrial complex has been analyzed. It is especially important to come to the end of the organization of economic and economic mechanism of innovative processes in the agro-industrial complex. In order to ensure the effectiveness of the implementation of the agricultural commodity complex, it is important to ensure that the management of the national agricultural science sector is directly responsible for the implementation of the national agricultural science sector in the agricultural sector. **Conclusions.** The development of the innovation in the agro-industrial development of the virobnitstvi is not the first time of the singing process, but the acceleration of progress, which is to ensure the implementation of the most virobnich process, the creation of the expanded development, and the use of goods and income. The management of the system of management in the agro-industrial complex can be integrated, the whole

range of aspects of the quality of the country in the agro-food sector: the implementation of additional research and development, experimental re-evaluation of scientific results to the promotion of effectiveness. The impact of the state's entry into the sphere of innovative management in the agro-industrial complex could be recognized as a matter of priority direct research on agricultural issues. As a result, we will be able to increase the number of employees in the galuzy, and we will be able to accelerate the scientific and technical progress and the effectiveness of the agro-industrial development.

Key words: scientific and technological progress, innovation process, strategic management, state support, investment support, organizational and economic mechanism, modernization, scientific and technical formation, economic management.

УДК 338.24:339.97
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.33

УПРАВЛІННЯ ЦИФРОВИМИ ТРАНСФОРМАЦІЯМИ ЕКОНОМІКИ В КОНТЕКСТІ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ

ЛОМОВСЬКИХ Л.О. – доктор економічних наук, професор
orcid.org/0000-0002-0760-0215
Державний біотехнологічний університет
ЄФРЕМОВА Н.О. – кандидат економічних економічних наук, доцент
orcid.org/0000-0001-9358-4743
Державний біотехнологічний університет
ПАЩЕНКО Ю.В. – кандидат економічних економічних наук, доцент
orcid.org/0000-0002-4788-0581
Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. У контексті глобалізації, де країни та організації взаємодіють на міжнародному рівні, цифрові технології стають суттєвим фактором для забезпечення конкурентоспроможності та сталого розвитку. Впровадження цифрових трансформацій неоднаково впливає на різні країни та регіони світу. Деякі країни можуть бути лідерами у галузі цифрових інновацій та мати розвинуту цифрову інфраструктуру, тоді як інші країни можуть бути відстаючими та зазнавати недоліків у доступі до цифрових технологій. Це створює розрив у рівнях розвитку та може призводити до збільшення нерівності між країнами. Додатковою проблемою є вплив цифрових трансформацій на розподіл ресурсів. У глобальній економіці розподіл ресурсів є ключовим аспектом для забезпечення сталого розвитку та зменшення нерівності між країнами. Впровадження цифрових технологій може призвести до концентрації ресурсів у великих технологічних компаніях та країнах, що може поглибити нерівність і призвести до виникнення нових форм нерівності в глобальному масштабі. Таким чином, постановка проблеми полягає у розумінні потреби у розвитку стратегій та політик, які сприятимуть зменшенню нерівності в доступі до цифрових технологій, розподілу ресурсів та створенню рівних умов для всіх країн у глобальній економіці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми цифровізації економіки, глобалізаційних процесів стають дедалі популярнішими, про що свідчить постійно зростаюча кількість публікацій [1–10]. Як свідчить аналіз вищезазначених та інших публікації, дана проблема є тематикою досліджень в різних аспектах, але в сучасній науковій літературі немає достатнього висвітлення даних питань в поєднанні з управлінськими аспектами, зокрема в розрізі таких напрямків як вплив ключових чинників глобалізації на процес цифрової трансформації економіки; сприяння цифрових технології інтеграції економіки в глобальну сферу; виклики та перешкоди, пов'язані з управлінням цифровими трансформаціями в умовах глобалізації; вплив цифрових інновацій на конкурентоспроможність країн в глобальному масштабі; вплив управління цифровими трансформаціями на глобальні виклики, такі як зміна клімату або нерівність; стратегії задля забезпечення ефективного управління цифровими трансформаціями в умовах глобалізації; соціальні та етичні аспекти, пов'язані з цифровою трансформацією в глобальному контексті; вплив впровадження цифрових трансформацій на розподіл ресурсів та створення рівних умов для всіх країн у глобальній економіці. То ж, вищезазначені питання і будуть об'єктом нашого теперішнього дослідження.

Мета. Мета дослідження полягає у розумінні впливу цифрових технологій на економіку, з'ясуванні можливостей, які надає глобалізація для розширення доступу до цифрових технологій та покращення життя людей усього світу, а також у визначенні шляхів забезпечення рівних умов та розподілу ресурсів для всіх країн у глобальній економіці. Дослідження спрямоване на виявлення проблем, викликів та можливостей, пов'язаних з управлінням цифровими трансформаціями, а також на розробку рекомендацій та стратегій для країн та організацій з метою досягнення сталого розвитку та забезпечення успішної інтеграції в глобальну економіку.

Результати досліджень. Глобалізація та цифрова трансформація економіки є двома взаємопов'язаними явищами, які суттєво впливають на сучасний світ. Поступове поширення цифрових технологій та інтернету, а також зростання міжнародного співробітництва сприяють зближенню ринків та підприємств усього світу, що створює нові можливості для підприємств та споживачів, але також ставить перед ними виклики, пов'язані з глобальною конкуренцією та швидкими змінами. У цьому контексті ключові чинники глобалізації, що впливають на процес цифрової трансформації економіки, стають об'єктом ретельного дослідження та аналізу. Розуміння цих чинників допомагає краще усвідомити тенденції та напрямки розвитку сучасного бізнесу та економіки в цифрову еру. Детальне вивчення ключових чинників глобалізації та їх впливу на цифрову трансформацію економіки є важливим для розуміння сучасної економічної динаміки та розробки стратегій успіху. Аналіз цих чинників надає основу для впровадження цифрових технологій та розвитку ефективних стратегій у сфері бізнесу та економіки, що стимулює стійкий розвиток та конкурентоспроможність в глобальному масштабі.

Основні чинники глобалізації, що впливають на процес цифрової трансформації економіки представлені на рис.1.

Ці фактори взаємодіють між собою, впливаючи на процес цифрової трансформації економіки та формуючи нову глобальну економічну парадигму.

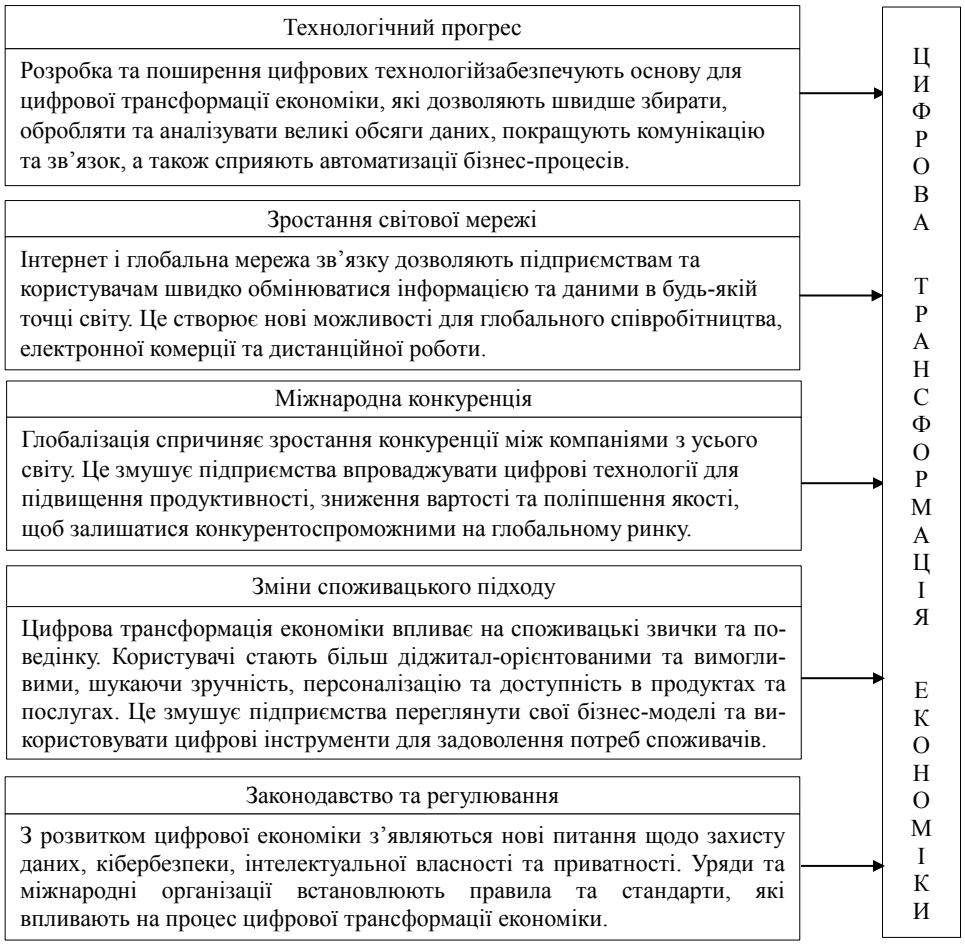


Рис. 1. Ключові чинники глобалізації, що впливають на процес цифрової трансформації економіки

Задача управління цифровими трансформаціями економіки в контексті глобалізації полягає в тому, щоб використовувати цифрові технології для сприяння інтеграції економіки в глобальну сферу. Цифрові технології забезпечують зручний доступ до інформації та зв'язку між різними країнами та регіонами. Цифрові інновації допомагають знижувати бар'єри в торгівлі та співробітництві, створюючи нові можливості для підприємств та споживачів, сприяючи розвитку глобальних платформ для об'єднання людей, товарів та послуг в усьому світі. Так, електронна комерція, онлайн-платформи та міжнародні платіжні системи забезпечують легкий доступ до глобального ринку для бізнесу будь-якого масштабу.

Цифрові технології також сприяють глобальному обміну знаннями та інноваціями. Стартапи та дослідницькі групи з різних країн можуть легко обмінюватися ідеями, співпрацювати та розвивати нові продукти та послуги. Колективна інтелектуальна праця може прискорити швидкість інновацій та сприяти розвитку нових галузей економіки. Але наряду з перевагами виникають також виклики та перешкоди. Так, глобальна конкуренція, проблеми кібербезпеки, нерівність доступу до цифрових технологій та етичні питання стають серйозними викликами для управління цифровими трансформаціями в умовах глобалізації. То ж, ефективне управління цифровими трансформаціями вимагає розуміння глобального контексту, врахування викликів та перешкод, розробки стратегій для забезпечення конкурентоспроможності та створення рівних умов для всіх країн у глобальній економіці. Це вимагає широкого сприйняття та співпраці між різними стейкхолдерами, включаючи урядові органи, бізнес-середовище, академічну громадськість та громадські організації. Управління цифровими трансформаціями в умовах глобалізації стикається з рядом викликів та перешкод, які необхідно враховувати і вирішувати для досягнення успішних результатів. Виклики та перешкоди та їхні характеристики, пов'язані з управлінням цифровими трансформаціями в глобальному контексті, представлені в табл. 1.

Розуміння та управління цими викликами та перешкодами є важливим для успішного реалізації цифрових трансформацій у глобальному масштабі. Ефективні стратегії, гнучкість, співпраця між стейкхолдерами та уважне врахування контексту можуть допомогти подолати ці перешкоди та досягти позитивних результатів.

Цифрові інновації мають значний вплив на конкурентоспроможність країн у глобальному масштабі. Вони надають країнам можливість перетворити свою економіку та підвищити ефективність виробництва, сприяючи створенню нових продуктів та послуг, оптимізації процесів та покращенню взаємодії з клієнтами.

Таблиця 1

Виклики та перешкоди, пов'язані з управлінням цифровими трансформаціями в глобальному контексті

Виклик	Зміст
Культурні різниці	Глобалізація вимагає співпраці і взаємодії країн і культур, які можуть створювати перешкоди для успішного впровадження цифрових технологій та зміни бізнес-процесів через відмінності в способах мислення, підходах до роботи тощо.
Кібербезпека	Зростання використання цифрових технологій у глобальному масштабі створює загрози кібербезпеці. Підприємства та урядові органи повинні бути готові до захисту своїх цифрових інфраструктур від хакерських атак, крадіжки даних та інших кіберзагроз. Ефективне управління цифровими трансформаціями передбачає приділення належної уваги кібербезпеці та розробці відповідних стратегій та заходів для запобігання й управління такими загрозами.
Нерівномірність доступу	Глобальна нерівність щодо доступу до Інтернету і цифрових технологій створює нерівні умови для управління цифровими трансформаціями, що призводить до обмеження можливостей у використанні цифрових інструментів та реалізації ефективних трансформаційних стратегій.
Регуляторні та правові аспекти	Управління цифровими трансформаціями потребує врахування різноманітних регуляторних та правових аспектів. Законодавство щодо захисту персональних даних, інтелектуальної власності, електронної комерції та кібербезпеки відрізняється в різних країнах.
Етичні проблеми	Цифрові трансформації супроводжуються етичними питаннями, пов'язаними зі збереженням приватності, маніпуляцією даними та автоматизацією різних сфер життя. Слід управляти цими проблемами, розробляючи стандарти та нормативи, які забезпечать етичне та відповідальне використання цифрових технологій.
Управління змінами	Цифрові трансформації вимагають великих змін у бізнес-моделях, процесах та культурі організацій. Ефективне управління змінами є ключовим фактором успіху, проте впровадження цифрових ініціатив може стикатися з опором та недостатньою готовністю персоналу до нових технологій та способів роботи.

Вплив цифрових інновацій на конкурентоспроможність країн представлений на рис. 2.

Говорячи про підвищення продуктивності, слід зазначити, що мова йде про те, що цифрові технології дозволяють автоматизувати процеси, впроваджувати штучний інтелект та машинне навчання, робити високоточний аналіз даних тощо. Це сприяє підвищенню продуктивності виробництва та зменшенню витрат, що дозволяє країнам змагатися більш ефективно на глобальному ринку.

Створення нових бізнес-моделей – цифрові технології дають можливість країнам створювати нові бізнес-моделі, які базуються на інтернеті, платформах, хмарних сервісах тощо. Це дозволяє розвивати інноваційні продукти та послуги, залучати нових клієнтів і проникати на нові ринки.

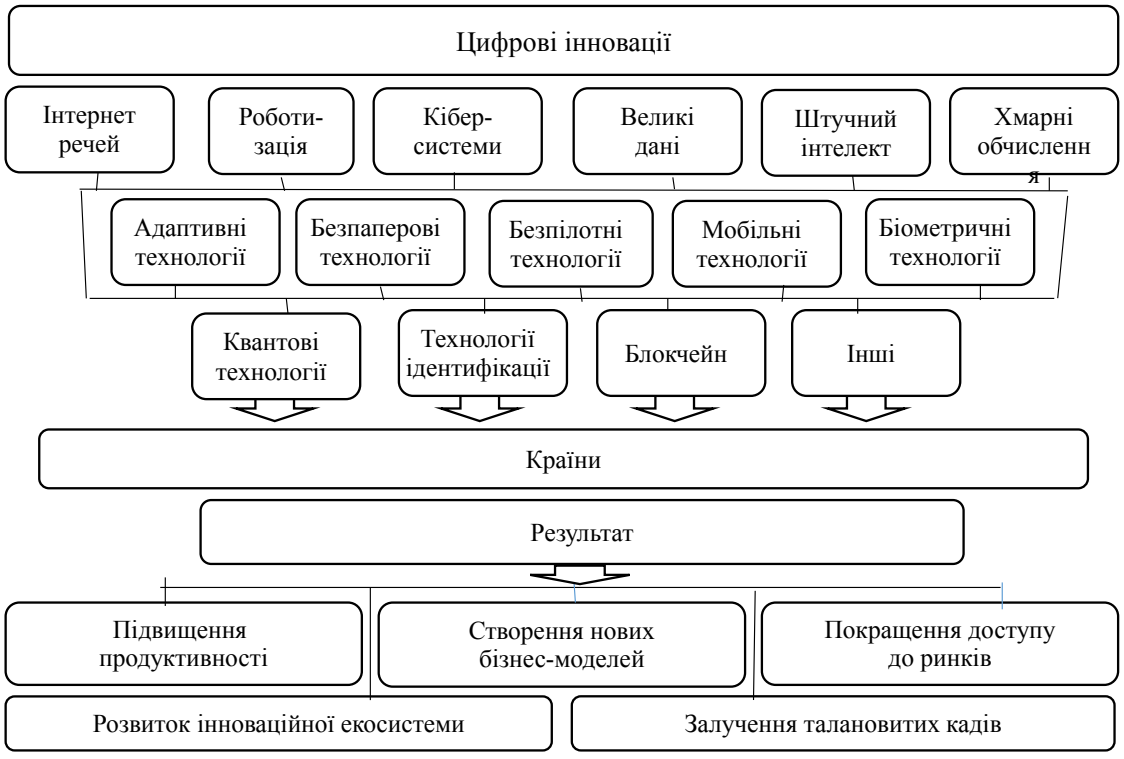


Рис. 2. Вплив цифрових інновацій на конкурентоспроможність країн

Покращення доступу до ринків як результат впровадження цифрових технологій говорить про те, що цифрові технології зменшують географічні та часові обмеження, що, в свою чергу, дозволяє країнам входити на нові ринки та забезпечувати доступ до своїх продуктів та послуг у глобальному масштабі. Електронна комерція, цифровий маркетинг та інші інструменти допомагають покращити міжнародну присутність та залучити замовників з усього світу.

Крім того, цифрові інновації стимулюють розвиток інноваційної екосистеми, яка включає стартапи, технологічні підприємства, університети, дослідницькі центри тощо, що сприяє обміну знаннями та технологіями, створенню нових робочих місць, інноваційному розвитку країни тощо.

Ще одним результатом впливу цифрових інновацій на конкурентоспроможність країни є залучення талановитих кадрів. Цифрові інновації вимагають висококваліфікованих спеціалістів у галузі інформаційних технологій, аналітики даних, програмування та інших суміжних областей. Країни, які мають доступ до талановитих кадрів і здатні залучати їх, мають конкурентну перевагу у сфері цифрових інновацій.

Розуміння важливості цифрових інновацій та їхнього впливу на конкурентоспроможність стає все більш важливим чинником для країн, оскільки це один з критеріїв визначення їхньої позиції в глобальній економіці. Розвиток цифрового потенціалу та сприяння інноваційному середовищу стають ключовими завданнями для країн, щоб забезпечити свою конкурентоспроможність у цифрову епоху.

В процесі дослідження важливо зосередити увагу на тому, що управління цифровими трансформаціями відіграє ключову роль у вирішенні глобальних викликів, таких як зміна клімату або нерівність. В основі цього підходу лежить використання цифрових технологій та інноваційних підходів для створення сталого розвитку та сприяння соціальній справедливості. Так, ефективне управління цифровими трансформаціями може бути корисним у вирішенні глобальних викликів, забезпечивши екологічну сталість, впровадження інноваційних рішень для розвитку, підвищення ефективності та управління ресурсами, розширення доступу до послуг. Цифрові технології спроможні зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Наприклад, розумні системи управління енергією можуть забезпечити



Рис. 3. Стратегії, що сприяють ефективному управлінню цифровими трансформаціями

оптимальне використання енергоресурсів та зменшення викидів парникових газів, а також відстежувати та контролювати використання природних ресурсів, оптимізувати логістику, зменшити відходи тощо. Крім того, цифрові технології дозволяють створювати інноваційні рішення для соціально-економічного розвитку. Наприклад, розвиток смарт-сіті може сприяти створенню ефективних систем управління містами, зменшенню заторів, енергоефективності та поліпшенню якості життя мешканців. Щодо підвищення ефективності та управління ресурсами, то цифрові технології дозволяють збирати, аналізувати та використовувати великі обсяги даних для управління ресурсами ефективніше. Наприклад, за допомогою аналітики даних можна прогнозувати попит на енергію, воду та інші ресурси, що дозволяє їх оптимізоване використання та зменшення втрат. Цифрові трансформації можуть допомогти розширити доступ до основних послуг, таких як освіта, фінанси та охорона здоров'я в усіх куточках світу, зменшуючи нерівність у доступі до них. Завдяки цифровим технологіям можна забезпечити надання послуг віддалено, використовувати мобільні додатки та інтернет-платформи для забезпечення доступу до фінансових або навчальних послуг.

Управління цифровими трансформаціями є могутнім інструментом для вирішення глобальних викликів, створення сталого розвитку та забезпечення соціальної справедливості. Проте необхідно враховувати етичні та соціальні аспекти цього процесу, а також забезпечити доступність цифрових технологій та навичок для всіх населених пунктів та соціальних груп.

У зв'язку зі зростанням глобалізації та швидким розвитком цифрових технологій, ефективне управління цифровими трансформаціями в умовах глобалізації стає ключовим завданням для країн та організацій задля забезпечення їх конкурентоспроможності. Стратегії, що сприяють ефективному управлінню цифровими трансформаціями, та їх зміст представлені на рис. 3.

Ці стратегії допомагають країнам та організаціям управляти цифровими трансформаціями в умовах глобалізації, створюючи сприятливе середовище для інновацій, співпраці та сталого розвитку. Враховуючи ризики та виклики, ці стратегії сприяють досягненню позитивних соціальних, етичних, економічних, екологічних та інших результатів.

Соціальні та етичні проблеми, пов'язані з цифровою трансформацією в глобальному контексті, є важливими аспектами розвитку технологій та впливу їх на суспільство. При впровадженні цифрових інновацій та технологій виникають різні соціальні виклики, які потребують уваги та розв'язання. Впровадження цифрових трансформацій має значний вплив на розподіл ресурсів та створення рівних умов для всіх країн у глобальній економіці. Цей процес змінює динаміку взаємодії між країнами, розширюючи можливості та створюючи нові виклики. З одного боку, цифрова трансформація може сприяти зменшенню розривів між країнами, оскільки вона надає широкий доступ до цифрових ресурсів, інструментів та послуг. Завдяки цифровим технологіям країни можуть ефективніше використовувати наявні ресурси, покращувати якість своїх продуктів та послуг, просувати свої бізнеси на міжнародному ринку. Це може сприяти збалансованому розподілу ресурсів і підвищенню конкурентоспроможності країн з різних регіонів світу. З іншого боку, впровадження цифрових трансформацій може збільшити нерівності між країнами. Нерівний доступ до інфраструктури, технологій та навичок може створювати перешкоди для розвитку тих країн, які починають з менш сприятливих умов. Країни з обмеженими ресурсами або низьким рівнем технологічної готовності можуть бути відстаючими у цифровому просторі, що поглиблює нерівності між ними та більш розвиненими країнами.

Створення рівних умов для всіх країн у глобальній економіці вимагає уваги до соціальних та економічних аспектів цифрової трансформації. Це включає розробку політик, спрямованих на забезпечення доступу до цифрових ресурсів та інфраструктури, підтримку освіти та навчання, створення сприятливого інноваційного середовища та забезпечення прав і захисту у цифровому просторі. Такі заходи можуть сприяти зменшенню нерівностей і створенню більш справедливих умов для всіх країн у глобальній економіці.

Отже, впровадження цифрових трансформацій має потенціал як для зменшення розривів, так і для збільшення нерівностей між країнами у глобальному контексті. Розв'язання соціальних, економічних та етичних питань, пов'язаних з цифровою трансформацією, є важливим завданням для забезпечення сталого та справедливого розвитку у глобальній економіці.

Висновки. Управління цифровими трансформаціями економіки в контексті глобалізації є надзвичайно важливим завданням для країн та організацій у сучасному світі. Глобалізація та швидкий розвиток цифрових технологій надають нові можливості для розширення доступу до цифрових ресурсів, покращення життя людей та забезпечення конкурентоспроможності країн. Проте, разом з цим, виникають і складності, пов'язані з розподілом ресурсів, нерівністю між країнами та етичними питаннями.

Для успішного управління цифровими трансформаціями в умовах глобалізації необхідно розробляти відповідну політику, створювати сприятливе інноваційне середовище, сприяти співпраці та партнерству між країнами та організаціями. Забезпечення наявності необхідної цифрової інфраструктури, розвиток навичок та забезпечення доступу до цифрових технологій також є важливими компонентами успішної цифрової трансформації. Крім того, стандартизація та нормативне регулювання в глобальному масштабі відіграють важливу роль у забезпеченні довіри, безпеки та взаємоповаги в цифровому середовищі.

Впровадження цифрових трансформацій може сприяти зменшенню нерівностей, але водночас може поглиблювати існуючі розриви між країнами. Створення рівних умов для всіх країн у глобальній економіці вимагає звернення уваги до соціальних, економічних та етичних аспектів цифрової трансформації. Забезпечення доступу до цифрових ресурсів, підтримка освіти та навчання, створення сприятливого інноваційного середовища та захист прав у цифровому просторі є ключовими

факторами для створення більш справедливих умов у глобальній економіці.

Таким чином, управління цифровими трансформаціями економіки в контексті глобалізації вимагає цілісного підходу, враховуючи соціальні, економічні та етичні аспекти. Це дозволить забезпечити сталий та справедливий розвиток, зменшити нерівності і створити рівні умови для всіх країн у глобальному економічному просторі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Babenko V., Pravotorova O., Yefremova N., Popova S., Kazanchuk I., Honcharenko V. The innovation development in China in the context of globalization. *WSEAS Trans. Syst. Control.* 2020, 17, 523–531.
2. Від проривних технологій до цифрової економіки : монографія / за заг. ред. О. В. Кубатка, Б. Л. Ковальова. Суми : Сумський державний університет, 2022. 256 с.
3. Лапін А. В., Грінчук І. О., Оленюк Д. О. Діджиталізація економіки в Україні: сучасний стан та перспективи. *Електронний журнал «Ефективна економіка»*. 2022. № 7. DOI: https://doi.org/10.32702/2307-2105.2022.7.22 (дата звернення: 11.01.2023).
4. Піжук О. І. Цифрова трансформація економіки як основа формування її конкурентоспроможності. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2018. Вип. 6 (17). С. 79–83.
5. Стукало Н., Сімахова А. Глобальні тренди розвитку соціальної економіки. *Міжнародна економічна політика*. 2021. № 1 (34). С. 7–22.
6. Тимошенко Н. Ю., Мелех Н. В. Глобальні причини та сучасні тенденції розвитку цифрових інновацій в Україні та світі. *Приазовський економічний вісник*. 2019. Вип. 6 (17). С. 84-89.
7. Уманців Ю., Бабкова Є. Цифровізація економіки у контексті глобальних тенденцій суспільного розвитку. Збірник наукових праць. Випуск 2 (27), 2021. С. 102–113.
8. Цифрова трансформація економіки : мікро- та макроаспекти : колективна монографія / за заг. ред. Н.А. Мазур. Чернівці : Чернівец. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2022. 440 с.
9. Цифровізація економіки України: трансформаційний потенціал: монографія; за ред. В. П. Вишневського та С. І. Князєва. Інститут економіки пром-ті НАН України. Київ: Академперіодика, 2020. 188 с.
10. Чепелюк М. І. Інструментарій стратегічного управління в контексті сучасних концепцій та трендів світового економічного розвитку : монографія. Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2021. 396 с.

REFERENCES:

1. Babenko, V., Pravotorova, O., Yefremova, N., Popova, S., Kazanchuk, I., & Honcharenko, V. (2020). The innovation development in China in the context of globalization. *WSEAS Trans. Syst. Control,* 17, 523–531
2. Kubatka, O. V., & Kovalov, B. L. (Ed.) (2022). *Vid proryvnykh tekhnolohiy do tsyfrovoyi ekonomiky [*Lapin, A.V., Hrinchuk, I.O., & Olenyuk, D.O. (2022). Didzhytalizatsiya ekonomiky v Ukrayini: suchasnyy stan ta perspektyvy [Digitalization of the economy in Ukraine: current state and prospects]. *Efektyvna ekonomika,* 7 [in Ukrainian]. DOI: https://doi.org/10.32702/2307-2105.2022.7.22
3. Pizhuk, O.I. (2018). Tsyfrova transformatsiya ekonomiky yak osnova formuvannya yiyi konkurentospromozhnosti. [Digital transformation of the economy as a basis for the formation of its competitiveness]. *Skhidna Yevropa: ekonomika, biznes ta upravlinnya,* 6 (17), 79–83 [in Ukrainian].
4. Stukalo, N., & Simakhova, A. (2021). Hlobalni trendy rozvytku sotsialnoyi ekonomiky [Digital transformation of the economy as a basis for the formation of its competitiveness]. *Mizhnarodna ekonomichna polityka*, 1 (34), 7–22 [in Ukrainian].
5. Tymoshenko, N.Yu., & Melekh, N.V. (2019). Hlobalni prychyny ta suchasni tendentsiyi rozvytku tsyfrovykh innovatsiy v Ukrayini ta sviti [Global causes and current trends in the development of digital innovations in Ukraine and the world]. *Pryazovskyy ekonomichnyy visnyk,* 6 (17), 84–89 [in Ukrainian].
6. Umantsiv, Yu., & Babkova, Ye. (2021). Digitization of the economy in the context of global trends in social development [Tsyfrovizatsiya ekonomiky u konteksti hlobalnykh tendentsiy suspilnoho rozvytku]. *Zbirnyk naukovykh prats,* 2 (27), 102–113 [in Ukrainian].
7. Mazur, N.A. (Ed.) (2022). *Tsyfrova transformatsiya ekonomiky: mikro- ta makroaspekty [Digitization of the economy in the context of global trends in social development].* Chernivtsi : Chernivets. nats. un-t im. Yu. Fedkovycha, 440 [in Ukrainian].
8. Vyshnevskii, V.P., & Knyazyev, S.I. (Eds.) (2020). Tsyfrovizatsiya ekonomiky Ukrayiny: transformatsiynyy potentsial [Digitization of the economy of Ukraine: transformational potential]. Kyiv : Akademperiodyka, 188 [in Ukrainian].
9. Chepelyuk, M.I. (2021). *Instrumentariy stratehichnoho upravlinnya v konteksti suchasnykh kontseptsiy ta trendiv svitovoho ekonomichnoho rozvytku [Toolkit of strategic management in the context of modern concepts and trends of world economic development].* Kharkiv : FOP Liburkina L. M., 396 [in Ukrainian].

Ломовських Л.О., Єфремова Н.О., Пащенко Ю.В. Управління цифровими трансформаціями економіки в контексті глобалізації

Мета. Мета дослідження полягає у розумінні впливу цифрових технологій на економіку, з'ясуванні можливостей, які надає глобалізація для розширення доступу до цифрових технологій та покращення життя людей усього світу, а також у визначенні шляхів забезпечення рівних умов та розподілу ресурсів для всіх країн у глобальній економіці. Дослідження спрямоване на виявлення проблем, викликів та можливостей, пов'язаних з управлінням цифровими трансформаціями, а також на розробку рекомендацій та стратегій для країн та організацій з метою досягнення сталого розвитку та забезпечення успішної інтеграції в глобальну економіку. **Результати.** Визначено ключові чинники впливу глобалізації на процес цифрової трансформації економіки; обгрунтоване сприяння розвитку цифрових технології інтеграції економіки в глобальну сферу; охарактеризовано виклики та перешкоди, пов'язані з управлінням цифровими трансформаціями в умовах глобалізації; розкрито вплив цифрових інновацій на конкурентоспроможність країн в глобальному масштабі; вивчено вплив управління цифровими трансформаціями на глобальні виклики, такі як зміна клімату або нерівність; обгрунтовані стратегії задля забезпечення ефективного управ-

ління цифровими трансформаціями в умовах глобалізації; розкрито соціальні та етичні аспекти, пов'язані з цифровою трансформацією в глобальному контексті; дана характеристика впливу впровадження цифрових трансформацій на розподіл ресурсів та створення рівних умов для всіх країн у глобальній економіці. **Висновки.** Управління цифровими трансформаціями економіки в контексті глобалізації вимагає цілісного підходу, враховуючи соціальні, економічні та етичні аспекти. Це дозволить забезпечити сталий та справедливий розвиток, зменшити нерівності і створити рівні умови для всіх країн у глобальному економічному просторі.

Ключові слова: інновації, сталий розвиток, стратегії, ефективність, ресурси, соціальні та етичні аспекти.

Lomovskykh L.O., Yefremova N.O., Pashchenko Yu.V. Management of digital transformations of the economy in the context of globalization

Purpose. The purpose of the study is to understand the impact of digital technologies on the economy, to find out the opportunities that globalization provides to expand access to digital technologies and improve the lives of people around the world, as well as to determine ways to ensure equal conditions and distribution of resources for all countries in the global economy. The study aims to identify problems, challenges and opportunities related to the management of digital transformations, as well as to develop recommendations and strategies for countries and organizations in order to achieve sustainable development and ensure successful integration into the global economy. **The results.** The key factors of the influence of globalization on the process of digital transformation of the economy are determined; justified promotion of the development of digital technologies for the integration of the economy into the global sphere; the challenges and obstacles associated with the management of digital transformations in the conditions of globalization are characterized; the influence of digital innovations on the competitiveness of countries on a global scale is revealed; studied the impact of managing digital transformations on global challenges such as climate change or inequality; sound strategies to ensure effective management of digital transformations in the conditions of globalization; social and ethical aspects related to digital transformation in a global context are revealed; a description of the impact of the implementation of digital transformations on the distribution of resources and the creation of equal conditions for all countries in the global economy is given. **Conclusions**. Managing digital transformations of the economy in the context of globalization requires a holistic approach, taking into account social, economic and ethical aspects. This will ensure sustainable and fair development, reduce inequalities and create equal conditions for all countries in the global economic space.

Key words: innovation, sustainable development, strategies, efficiency, resources, social and ethical aspects.

УДК 631.15:011.44:635.132
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.34

ІНСТИТУЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ РЕГУЛЮВАННЯ ОВОЧЕВОГО РИНКУ

РУДЬ В.П. – кандидат економічних наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-2464-0200
Інститут овочівництва і баштанництва
Національної академії агарних наук
ШАБЛЯ О.С. – кандидат економічних наук, вчений секретар
orcid.org/0000-0002-2669-0711
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
ТЕРЬОХІНА Л.А. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-7808-8909
Інститут овочівництва і баштанництва
Національної академії агарних наук

Постановка проблеми. Глобальна продовольча безпека є однією з найглибших проблем світу. Війна в Україні, пандемія COVID-19, зміни клімату та тривалі конфлікти загострюють продовольчу кризу. Тому подолання голоду у світі вимагає інституційного вдосконалення регулювання овочевого ринку, посиленої співпраці між державним та приватним секторами, впровадження новітніх технологій, фінансової підтримки та прийняття необхідних політичних рішень [1]. За даними Продовольчої і сільськогосподарської організації об'єднаних націй (ФАО), більше половини населення земної кулі потерпає від нестачі вітамінів в їжі. В пошуку шляхів успішного вирішення цієї проблеми, все більше уваги звертається на надзвичайно цінні сільськогосподарські культури – овочі. Галузь овочівництва – основна бюджетоформуюча галузь економіки агропромислового комплексу України, що забезпечує рівень продовольчої безпеки. В той же час, галузь має свої особливості розвитку у системі продовольчого ринку і знаходиться в стані потреби і пошуку найбільш дієвих механізмів управління, а також ефективних інтеграційних форм господарювання на перспективу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження інституційних проблем та інституційної безпеки аграрного сектору проводили вітчизняні дослідники: О. Шпикуляк [2], М. Малік [3], В. Андрійчук [4], М. Йохна [5], О. Чубарь [6], Ю. Коваленко [7; 8], О. Ульянченко [9]. Ідеологія теоретичного підґрунтя даної проблематики в основному розглядається як стимулювання державою чи ринком ефектів господарювання, які втілюються на товар чи готову продукцію для споживача, що, в свою чергу, забезпечують їх задоволення, а з іншого – приносять економічний дохід підприємцю, формуючи основи економічної безпеки підприємств. Під таким кутом зору слід наголосити що для підприємств аграрної галузі, проблема інституційного забезпечення стоїть доволі гостро, оскільки вони повсякчас перебувають у нестабільному інституційному середовищі і знаходяться під впливом природних факторів та, як наслідок, непрогнозованого ринку [10]. А зважаючи на високі витрати праці і коштів в овочівництві, низький відсоток збереженості продукції, інституційну слабкість наслідує лише ця галузь [11].

Визначна роль у процесі забезпечення продовольчої безпеки та соціального розвитку регіонів належить державі, що обумовлено виконанням нею своїх конституційно визначених завдань та функцій, а також її здатністю забезпечувати правове регулювання суспільних процесів. Це, в свою чергу, зумовлює необхідність формування належного інституційного механізму, який включає різні за природою елементи, що забезпечують ефективну діяльність державно-управлінської системи. Дослідження цих питань дозволяють дійти висновку, що наявна інституційна система не забезпечує належне формування та реалізацію державної політики розвитку окремих галузей сільського господарства, соціального розвитку регіонів, що зумовлює необхідність створення ефективного набору інституцій та інститутів, відповідно вдосконалення на науково-обґрунтованій основі.

Проблеми інституційного регулювання сільськогосподарського виробництва досліджували вчені: М. Присяжнюк, В. Петриченко, С. Володін [12], Н. Юрчук [13], О. Романко [14] та ін. Основна увага даних авторів приділялася визначенню проблем використання інновацій в аграрній сфері та необхідності інституційного вдосконалення регулювання агарного ринку. Крім того, необхідність реалізації продовольчої безпеки України вимагає інноваційного розвитку. В той же час, це питання на сьогодні недостатньо вивчене, так як ефективність інноваційного процесу визначається після його впровадження, тобто виробничої перевірки. В той же час, інноваційний процес не зупиняється після впровадження, причому, по мірі розповсюдження інновації удосконалюються та здобувають нові споживчі властивості. Отже, в подальшому, по мірі розвитку і удосконалення інформаційних технологій, необхідно створити умови для того щоб товаровиробники дізнавалися про інновації не тільки на виробничому досвіді передових господарств, а і, безпосередньо, від наукової установи ще на стадії створення інновацій. Інші автори наголошують на важливості інноваційно-інвестиційного розвитку агропромислового виробництва, де в повній мірі використовуються наукові знання й досвід, а комерційне використання наукових розробок є фундаментом сталого економічного зростання. При формуванні ефектив-

ної моделі інноваційного розвитку галузі овочівництва необхідно застосовувати новітні методи селекції, для створення і впровадження у виробництво нових сортів і гібридів, які мають високий продуктивний потенціал, впроваджувати науково-обґрунтовані системи вирощування та насінництва, освоювати нові сегменти.

Необхідність здійснення наукового дослідження обумовлена доцільністю поширення інституційного підходу на сферу продовольчого забезпечення, виокремлюючи поряд з економічною, політичною, продовольчою, інституційну безпеку галузі овочівництва. Це відкриває нові напрями наукового пошуку і визначення інституціоналізованих особливостей та ефектів агропідприємницької діяльності овочевих підприємств. Необхідність вирішення зазначених питань послужило основою для вибору напрямку дослідження.

Мета статті – проаналізувати стан галузі, здійснити прогноз розвитку овочівництва України та визначити засади формування інституційної безпеки овочевих підприємств в умовах ринкових трансформацій.

Результати досліджень. Потреба в інституційній перебудові виникає на «історичних перехрестях», внаслідок історичних рішень, певних політичних подій, в моменти відкриття «вікна можливостей» для їх зміни. Саме таке «вікно» відкривається і для України сьогодні і від нас залежить чи опиниться суспільство на шляху занепаду чи процвітання в наслідок політичних, економічних та інституційних змін.

Інституційне забезпечення розвитку овочевого ринку запропоновано розглядати як сукупність заходів держави щодо формування відповідної інституційної матриці (формальних та неформальних інститутів, а також механізмів примусу), що створюють умови для забезпечення ефективності функціонування овочевого ринку та подальшого розвитку різноманітних форм підприємництва в овочівництві. Інституції – це множинна категорія, що об'єднує у собі інституції (правила) та інститути (організації). У трактуванні поняття інституцій є розуміння їх як норм і правил, а інституцій як організацій, кодексів, правил, установ, законів. З іншого боку необхідно також розуміти, що інституції у суспільному розвитку та функціонуванні ринкового механізму приймають форму інститутів (власність, закон, організація, установа, конкуренція, регулювання та ін.). Таким чином інституції трансформуються в інститути, а інститути потребують інституцій для ефективного розвитку овочевого ринку.

Науковими дослідженнями і практичним досвідом розвитку ринкових відносин доведено, що інституції є основними правилами, засобами впливу на людину, її сприйняття, поведінку, сферу діяльності та способи господарювання. Натомість, інститути – це об'єднання, організації, установи, що утворились на основі інституцій, що об'єднуються заради спільних цілей та ідей.

Головними інституціями овочевого ринку є конкуренція та здорове ціноутворення. За допомогою вільних цін в умовах конкурентного середовища здійснюється еквівалентний обмін, задовольняються інтереси продавця і покупця на рівноправній основі. Тому державі необхідно створити умови для заохочування суб'єктів ринку на виробництво продуктів, у т.ч. органічних овочів, котрі б змогли створити гідну конкуренцію та якісно нову рівновагу, створену за принципами «безпечної економіки». Для цього необхідно створити систему стимулів, а саме дотацій, кредитів, субсидій і т.д.

Інституції є важливим соціальним явищем у формуванні економіки, що має вплив на суспільство і: створюють можливість задоволення базових потреб всіх соціальних суб'єктів тим способом і в тому обсязі, який вважається суспільством оптимальним, а отже санкціонується ним; гарантують інтеграцію прагнень та координацію відносин соціальних суб'єктів, створюючи внутрішню стабільність, згуртованість як всієї соціальної системи, так і окремих її елементів; здійснюють вплив на соціально-економічні процеси та суспільство в цілому, змінюються під впливом потреб суспільства і є досить гнучким відображенням ринкової економіки.

Інституційне регулювання овочевого ринку України забезпечується дією інституційно-правової, інституційно-організаційної та інституційно-інформаційною складовими. Інституційно-правове забезпечення овочевого ринку України передбачає сукупність нормативно-правових актів, які регулюють функціонування галузі овочівництва та діяльність суб'єктів ринку. До основних джерел аграрного права, о регулюють формування і функціонування овочевого ринку слід віднести відповідні кодекси і закони України, укази Президента України, постанови Кабінету Міністрів України, нормативні акти, які в межах своїх повноважень, визначених чинним законодавством, здійснюють регулювання, контроль і підтримують правопорядок (табл. 1).

До основних законодавчих актів слід віднести наступні: Земельний кодекс України, Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо збереження родючості ґрунтів, Про державну підтримку сільського господарства України, Про продовольчу безпеку, Про насіння та садивний матеріал, Про охорону прав на сорти рослин, Про безпечність та якість харчових продуктів, Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини, Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції.

До Постанов Кабінету Міністрів України відносяться: Про стан агропромислового комплексу та заходи щодо забезпечення продовольчої безпеки України, Про затвердження Порядку ведення Переліку органів іноземної сертифікації, Про внесення змін до Порядку проведення сертифікації, видачі та скасування сертифікатів на насіння та/або садивний матеріал та ін. До Проектів Законів України – Про збереження ґрунтів та охорони їх родючості, Про внесення змін до деяких законодавчих актів України (щодо вдосконалення законодавства у сфері сільськогосподарської кооперації), Про внесення змін до Закону України «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів», Про захист рослин та ін.

Загалом нараховуємо більше 25 законодавчих та нормативних документів, які регулюють діяльність овочевого ринку, однак, більшість їхніх положень не лише не відповідають одне одному, а й залиша-

Таблиця 1

Законодавчі та інші нормативно-правові регуляторні акти овочевого ринку

Джерела агарного права	Назва
Кодекси	Земельний, Господарський, Цивільний та ін.
Закони України	Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо збереження родючості ґрунтів, Про державну підтримку сільського господарства України, Про продовольчу безпеку, Про насіння та садивний матеріал, Про охорону прав на сорти рослин, Про безпечність та якість харчових продуктів, Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини, Про карантин рослин, Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції та ін.
Проекти Законів України	Про обіг земель сільськогосподарського призначення; Про збереження ґрунтів та охорони їх родючості; Про внесення змін до деяких законодавчих актів України (щодо вдосконалення законодавства у сфері сільськогосподарської кооперації); Про внесення змін до Закону України «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів»; Про захист рослин та ін.
Постанови Кабінету Міністрів України	Про стан агропромислового комплексу та заходи щодо забезпечення продовольчої безпеки України; Про затвердження Порядку ведення Переліку органів іноземної сертифікації; Про внесення змін до Порядку проведення сертифікації, видачі та скасування сертифікатів на насіння та/або садивний матеріал; Деякі питання надання грантів бізнесу для створення або розвитку тепличного господарства та ін.
Проектів Постанов Кабінету Міністрів України	Про затвердження Методики нормативної грошової оцінки земель; Про затвердження Порядку формування вартості послуг із проведення сертифікації у сфері насінництва та розсадництва; Про затвердження Правил щодо забезпечення родючості ґрунтів і застосування окремих агрохімікатів
Проекти наказів Мінагрополітики	Про внесення змін до Порядку маркування та пакування партій насіння та форми етикетки; Про внесення змін до Переліку регульованих шкідливих організмів; Деякі питання реалізації Порядку надання грантів для створення або розвитку тепличного господарства
Укази Президента України	Про невідкладні заходи щодо прискорення земельної реформи у сфері сільськогосподарського виробництва; Про заходи щодо реформування аграрних відносин; Про невідкладні заходи щодо прискорення реформування аграрного сектора економіки; Про заходи щодо захисту внутрішнього ринку від імпортної сільськогосподарської продукції та продовольства; Про заходи щодо забезпечення захисту майнових прав селян у процесі реформування аграрного сектора економіки та ін.
Розпорядження Кабінету міністрів України	Про схвалення державної цільової програми розвитку овочівництва на період до 2025 року
Державні стандарти України	ДСТУ 6009:2008 «Редиска свіжа. Технічні умови», 6014:2008 «Морква і буряк столовий. Технологія вирощування. Загальні вимоги, ДСТУ 6014:2008 «Огірок, кабачок, патисон. Технологія вирощування. Загальні вимоги, 7037:2009 «Капуста білоголова свіжа. Технічні умови», 6012:2008 «Цибуля. Технологія вирощування. Загальні вимоги», ДСТУ 4327:2004 «Коренеплоди цукрових буряків для промислового переробляння. Технічні умови».

Таблиця 2

Національні та регіональні програми, концепції галузі овочівництва, що розроблені за період 2014–2021 рр.

	Назва стратегії, концепції і програми	Передано, затверджено	Рік
	Національні програми, концепції		
1	«Концепція виробництва органічної овочевої продукції до 2025 р.»	Передано в ННЦ «Інститут землеробства НААН» 10.03.2021 р.	2021
2	Галузева програма «Овочі України – 2025»	Передано до Мін АПК і продовольства України 12.11.2021р.	2021
3	Галузева програма «Овочі України – 2020»	Передано до НААН 18.01.2018р.	2018
4	Галузева програма «Малопоширені овочеві культури – 2025	Передано до НААН (відповідно до листа НААН за № 5-2/110 від 02.08.2016 р.)	2016
5	Програма «Насіння України 2015-2020»	Передано до НААН (відповідно до листа НААН за № 5-2/121 від 15.07.2014 р.)	2014
	Регіональні програми, концепції		
6	«Комплексна програма інвестиційно-інноваційного розвитку АПВ Харківської області на період до 2025 року»	Передано до ННЦ «Інститут ім. В.Я. Юр'єва» 30.04.2018р.	2018
7	«Регіональна програма виробництва насіння овочевих і баштанних культур для Харківської області 2013-2020»	Передано до Головного управління агропромислового розвитку Харківської облдержадміністрації 14.11.2014р.	2014
8	«Програма розвитку овочівництва, картоплярства та переробної галузі в Харківській області на період до 2020 року»	Передано до Головного управління агропромислового розвитку Харківської облдержадміністрації 21.02.2012р.	2012

ються нереалізованими. Окрему увагу слід приділити Державним стандартам на овочеву продукцію, вимоги яких є обов'язковими для дотримання, а саме ДСТУ: 6009:2008 «Редиска свіжа. Технічні умови», 6014:2008 «Морква і буряк столовий. Технологія вирощування. Загальні вимоги», ДСТУ 6014:2008 «Огірок, кабачок, патисон. Технологія вирощування. Загальні вимоги, 7037:2009 «Капуста білоголова свіжа. Технічні умови», 6012:2008 «Цибуля. Технологія вирощування. Загальні вимоги", ДСТУ 4327:2004 «Коренеплоди цукрових буряків для промислового перероблляння. Технічні умови».

У відповідності до розпорядження Кабінету міністрів України Про схвалення державної цільової програми розвитку овочівництва на період до 2025 року передбачається нарощування обсягів виробництва овочево-баштанної продукції на період до 2025 року до 15 млн т на рік, в т. ч. органічної овочевої продукції до 1,5 млн т та забезпечення споживання населенням України на рівні розвинених країн світу у кількості 186 кг овочів на одну людину на рік (у т.ч. овочів – 155 кг, баштанної продукції – 31 кг). Поряд з цим, збільшення обсягів експорту овочевої та баштанної продукції до 2,5 млн т на рік. Слід зазначити, що, з розроблених національних та регіональних програм розвитку галузі овочівництва жодна не фінансувалася з державних джерел (табл. 2).

Ефективний розвиток галузі овочівництва повинен базуватися на розробці та впровадженні інноваційно-інвестиційної моделі. Така модель розроблена і пропонується до використання колективом вчених Інституту овочівництва і баштанництва НААН. Дана модель включає в себе інноваційну й інвестиційну частини. Інноваційна частина охоплює такі чотири блоки: генетичні джерела; селекція і насінництво; науково обґрунтована система землеробства; новітні технології виробництва овочевої продукції. Інвестиційна частина має складові: Політична, що базується на цілісній послідовній державній політиці, спрямованій на комплексний розвиток сільських територій; пільгову податкову політику; політику сприяння розвитку підприємництва.

Економічна. Характеризується розробкою програм національних, державних, регіональних розвитку, відбувається їх впровадження і освоєння.

Соціальна. Спрямована на розвиток соціальної інфраструктури села, підвищення рівня економіки сільських територій, прибутковості малих та середніх підприємств та рівня технічного забезпечення, покращення умов кредитування у сільській місцевості, ліквідацію сільського безробіття, підвищення доходів населення; зміну мислення та активацію поведінки сільського населення на розв'язання проблем самозабезпечення, працевлаштування, задоволення побутових та соціально-культурних потреб.

Інституційна. Орієнтована на подолання адміністративних бар'єрів у розвитку сільськогосподарських ринків; створення умов раціональної реурбанізації, заохочення індивідуального житлового будівництва, підтримку сільських інфраструктурних проектів та промислової, інфраструктурної субурбанізації, що сприятиме диверсифікації сільської економіки і розширенню ринку праці в сільській місцевості; створенню регіональних фондів підтримки сільського розвитку, сільського самоврядування, сільських спільнот, ініціативних сільських лідерів. Структурно-інституційні зв'язки між суб'єктами овочевого ринку на регіональному рівні повинні включати переважне дотримання формальних правил та обмежень на базі розширення вертикальних ринкових зв'язків; на локальному рівні – фрагментарне дотримання формальних і неформальних правил та обмежень, розширення горизонтальних зв'язків на базі розвитку конкуренції; а на транскордонному рівні – дотримання формальних і неформальних правил та обмежень на основі збалансованого підходу до конкуренції між суб'єктами та розвитку мережевих взаємодій.

Крім того, у моделі знайшли відображення питання підвищення рівня механізації виробничих процесів, будівництва нових та реконструкції старих споруд закритого ґрунту, їх кредитування.

Науковий супровід виконання у відповідності до запропонованої моделі полягатиме у розвитку вітчизняної селекції і насінництва на базі Інституту овочівництва і баштанництва НААН шляхом створення високоврожайних, адаптованих до природно-кліматичних умов України сортів і гібридів овочевих і баштанних культур, які мають лікувально-профілактичні, протекторні властивості, зовнішню привабливість, придатність до тривалого зберігання, промислової переробки та механізованого збирання та інші ознаки підвищення конкурентоспроможності товарної продукції.

Висновки з проведеного дослідження. До основних детермінант інституційного вдосконалення овочевого ринку слід віднести: моніторинг глобальних ринкових трендів, розробка програм щодо їх гармонійної імплементації в систему інституційного забезпечення внутрішнього овочевого ринку; забезпечення реалізації функцій державних і профільних інституцій у сфері контролю за станом овочевого ринку; стратегічне забезпечення розвитку внутрішнього овочевого ринку з урахуванням формальних і неформальних важелів впливу та контроль за ефективною реалізацією заходів на всіх рівнях управління; забезпечення ефективного інституційно-аналітичного супроводу внутрішнього овочевого ринку для забезпечення захисту інтересів національних виробників овочів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Свиноус І. В. Щодо проблеми продовольчої безпеки у контексті зміни умов господарювання. *Інноваційна економіка.* 2013. № 3. С. 206–209.
2. Шпикуляк О. Г. Інституції аграрного ринку. К. : ННЦ ІАЕ, 2009. 480 с.
3. Малік М. Й., Шпикуляк О. Г., Лузан О. Ю. Інститути й інституції у розвитку інтеграційних процесів в аграрній сфері. *Економіка АПК*. 2013. № 4. С. 86.
4. Андрійчук В. Г. Агропромислові формування нового типу в контексті стратегії розвитку вітчизняного сільського господарства. *Економіка АПК*. 2013. № 1. С. 3–16.
5. Йохна М. А. Про деякі підходи до визначення інституцій. *Наукові праці ДонНТУ.* Серія: економічна. 2007. Вип. 31–1. С. 126–131.
6. Чубарь О. Г. Институти та інституціональне середовище: теоретичні узагальнення засад економічного

розвитку. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Економіка».* Ужгород, 2013. Випуск 3(40). С. 98–104.
7. Коваленко Ю. М. Інституціалізація фінансового сектору економіки: [монографія]. Національний університет ДПС України. Ірпінь, 2013. 608 с.
8. Коваленко О. В. Сучасні методи оцінки інституціонального середовища розвитку підприємства. *Економіка АПК*. 2011. № 10. С. 157–161.
9. Ульянченко О. В. Інноваційно-інвестиційна діяльність, як основа розвитку економіки держави. *Науковий вісник Мукачівського державного університету.* Серія «Економіка». 2015. Вип. 2. Ч. 1. С. 70–76.
10. Усманова М. Р. Теоретичні засади формування інноваційної інфраструктури в Україні. *Вісник Східноєвропейського університету економіки і менеджменту.* Серія «Економіка і менеджмент». 2016. № 1. С. 74–82.
11. Денисенко М. П., Бродюк І. В.,Сташенюк Д. Г. Основні положення формування інвестиційно-інноваційної стратегії підприємства. *Інвестиції: практика та досвід.* 2016. № 22. С. 17–20. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/22_2016/6.pdf. (дата звернення: 04.10.2022).
12. Присяжнюк М. В., Петриченко В. Ф., Володін С. А. Концептуальні засади інноваційно-інвестиційного розвитку Національної академії аграрних наук України. *Економіка АПК*. 2013. С. 3–22.
13. Юрчук Н. П., Вовк В. Ю., Топіна Р. П. Інноваційно-інвестиційна діяльність як основа реалізації концепції сталого розвитку економіки України. *Агросвіт*. 2019. № 3. С. 53–61.
14. Романко О. П. Інвестиційно-інноваційна складова управління конкурентоспроможністю регіону. *Глобальні та національні проблеми економіки.* 2014. № 2. С. 875–880.
15. Державна служба статистики України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/ (дата звернення: 04.10.2022).

REFERENCES:

1. Svynous, I.V. (2013). Shchodo problemy prodovolchoi bezpeky u konteksti zminy umov hospodariuvannia [Regarding the problem of food security in the context of changing economic conditions]. *Innovatsiyna ekonomika – Innovative economy,* 3, 206–209 [in Ukrainian].
2. Shpykuliak, O.H. (2009). *Instytutsii ahrarnoho rynku [Agricultural market institutions].* Kyiv, 480 [in Ukrainian].
3. Malik, M.I., Shpykuliak, O.H., & Luzan, O.Iu. (2013). Instytuty y instytutsii u rozvytku intehratsiinykh protsesiv v ahrarnii sferi [Institutes and institutions in the development of integration processes in the agrarian sphere]. *Ekonomika APK – Economy of agro-industrial complex, 4, 86* [in Ukrainian].
4. Andriichuk, V.H. (2013). Ahropromyslovi formuvannia novoho typu v konteksti stratehii rozvytku vitchyznianoho silskoho hospodarstva. *Ekonomika APK – Economy of agro-industrial complex,* 1, 3–16 [in Ukrainian].
5. Yokhna, M.A. (2007). Pro deiaki pidkhody do vyznachennia instytutsii [About some approaches to defining institutions]. *Naukovi pratsi DonNTU. Seriia: ekonomichna – Scientific works of DonNTU. Series: economical,* 31–1, 126–131 [in Ukrainian].
6. Chubar, O.H. (2013). Instytuty ta instytutsionalne seredovyshche: teoretychni uzahalnennia zasad ekonomichnoho rozvytku [Institutions and the institutional environment: theoretical generalizations of the foundations of economic development]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu.* Seriia «Ekonomika» – *Scientific Bulletin of Uzhhorod University. "Economy" series,* 3 (40), 98–10*4* [in Ukrainian].
7. Kovalenko, Yu.M. (2013). *Instytutsializatsiia finansovoho sektoru ekonomiky [Institutionalization of the financial sector of the economy].* Irpin, 608 [in Ukrainian].
8. Kovalenko, O.V. (2011). Suchasni metody otsinky instytutsionalnoho seredovyshcha rozvytku pidpryiemstva [Modern methods of assessing the institutional environment of enterprise development]. *Ekonomika APK – Economy of agro-industrial complex,* 10. 157–161 [in Ukrainian].
9. Ulianchenko, O.V. (2015). Innovatsiino-investytsiina diialnist, yak osnova rozvytku ekonomiky derzhavy [Innovative investment activity as a basis for the development of the state economy]. *Naukovyi visnyk Mukachivskoho derzhavnoho universytetu. Seriia "Ekonomika" – Scientific Bulletin of Mukachevo State University. "Economy" series, 2, 1, 70–76* [in Ukrainian].
10. Usmanova, M.R. (2016). Teoretychni zasady formuvannia innovatsiinoi infrastruktury v Ukraini [Theoretical foundations of the formation of innovative infrastructure in Ukraine]. *Visnyk Skhidnoievropeiskoho universytetu ekonomiky i menedzhmentu*. *Seriia "Ekonomika i menedzhment" – Bulletin of the East European University of Economics and Management. "Economics and Management" series,* 1, 74–82 [in Ukrainian].
11. Denysenko, M.P., Brodiuk, I.V., & Stasheniuk, D.H. (2016). Osnovni polozhennia formuvannia investytsiino-innovatsiinoi stratehii pidpryiemstva [The main provisions of the formation of the investment and innovation strategy of the enterprise]. *Investytsii: praktyka ta dosvid – Investments: practice and experience,* 22, 17–20. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/22_2016/6.pdf [in Ukrainian].
12. Prysiazhniuk, M.V., Petrychenko, V.F., & Volodin, S.A. (2013). Kontseptualni zasady innovatsiino-investytsiinoho rozvytku Natsionalnoi akademii ahrarnykh nauk Ukrainy [Conceptual principles of innovation and investment development of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine]. *Ekonomika APK – Economy of agro-industrial complex,* 4. 3–22 [in Ukrainian].
13. Yurchuk, N.P., Vovk, V.Iu., & Topina, R.P. (2019). Innovatsiino-investytsiina diialnist yak osnova realizatsii kontseptsii staloho rozvytku ekonomiky Ukrainy [Innovative investment activity as a basis for the implementation of the concept of sustainable development of the economy of Ukraine]. *Ahrosvit – Agroworld,* 3, 53–61 [in Ukrainian].
14. Romanko, O.P. (2014). Investytsiino-innovatsiina skladova upravlinnia konkurentospromozhnistiu rehionu [Investment and innovation component of regional competitiveness management]. *Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky – Global and national economic problems,* 2, 875–880 [in Ukrainian].
15. Derzhavna sluzhba statistiki Ukrayini [State Statistics Service of Ukraine]. URL: http://www.ukrstat.gov.ua [in Ukrainian].

Рудь В.П., Шабля О.С., Терьохіна Л.А. Інституційне вдосконалення механізму регулювання овочевого ринку

Актуальність. Питання інституційного вдосконалення регулювання овочевого ринку, в сучасних умовах є достатньо актуальними в сучасних умовах функціонування аграрної сфери. **Результати дослідження.** У статті здійснено аналіз вітчизняного інституційно-правового середовища вироблення та впровадження державної політики у сфері соціального розвитку регіонів, наведено аналітику сучасного стану виробництва овочів в Україні, встановлено основні проблеми його розвитку в сучасних умовах. На підставі досліджень проаналізовано стан галузі, здійснено прогноз розвитку овочівництва України. Встановлено доцільність використання запропонованих інновацій, визначено їх привабливість та ефективність для конкретних умов виробництва з метою підвищення науково-технічного прогресу в АПК. Встановлено, що інституційного удосконалення механізмів регулювання овочевого ринку, впровадження інноваційних рішень в овочівництві дозволить вирішити питання економічної самостійності окремих регіонів, продовольчої безпеки громад, підвищити рівень координації системи дій органів управління, суб'єктів господарювання, науковців та інвесторів на засадах сталого розвитку в умовах військової агресії, або післявоєнного відновлення країни. **Мета –** проаналізувати стан галузі, здійснити прогноз розвитку овочівництва України та розкрити теоретико-методологічні снови визначення сутності, ролі і місця категорії «інституційного забезпечення» у системі функціонування ринкового механізму, а також визначення засад формування інституційної безпеки. **Методи.** Методологічною базою дослідження стали наукові праці із проблем формування та функціонування овочевого ринку. Використовувалися методи: групування, монографічний, систематизування. **Висновки.** Подальший розвиток овочівництва необхідно спрямовувати на впровадженні у виробництво науково-обгрунтованих зональних ресурсозберігаючих технологій вирощування овочевих культур, що сприятиме ефективному формуванню та функціонуванню галузі овочівництва, сталому його розвитку, удосконаленню та укріпленню самозабезпечення регіональних овочевих ринків, дозволить вирішити питання економічної самостійності окремих регіонів, підвищити рівень координації системи дій органів управління, суб'єктів господарювання, науковців та інвесторів на засадах кооперації та сталого розвитку в умовах післявоєнного відновлення країни.

Ключові слова: технології, інновації, впровадження, техніко-технологічні рішення, зонально-адаптовані технології

Rud V.P., Shablya O.S., Teryokhina L.A. Institutional improvement of the vegetable market regulation mechanism

Topicality. The issue of institutional improvement of the mechanisms of regulation of the vegetable market in modern conditions is quite relevant in the modern conditions of the functioning of the agrarian sphere. **Research results**. The article analyzes the domestic institutional and legal environment for the development and implementation of state policy in the field of social development of regions, provides an analysis of the current state of vegetable production in Ukraine, and identifies the main problems of its development in modern conditions. On the basis of research, the state of the industry was analyzed, and a forecast for the development of vegetable growing in Ukraine was made. The expediency of using the proposed innovations was established, their attractiveness and effectiveness for specific production conditions were determined in order to increase scientific and technical progress in the agricultural sector. It has been established that the institutional improvement of mechanisms for regulating the vegetable market, the introduction of innovative solutions in vegetable production will allow to solve the issue of economic independence of individual regions, food security of communities, increase the level of coordination of the system of actions of management bodies, business entities, scientists and investors on the basis of sustainable development in the conditions of military aggression, or post-war recovery of the country. The goal is to analyze the state of the industry, to make a forecast for the development of vegetable growing in Ukraine and to reveal the theoretical and methodological dreams of defining the essence, role and place of the category of "institutional support" in the system of functioning of the market mechanism, as well as defining the foundations of the formation of institutional security. **Methods.** Scientific works on the problems of the formation and functioning of the vegetable market became the methodological basis of the research. Methods were used: grouping, monographic, systematization. **Conclusions**. The further development of vegetable growing must be directed to the introduction into production of scientifically based zonal resource-saving technologies for growing vegetable crops, which will contribute to the effective formation and functioning of the vegetable growing industry, its sustainable development, improvement and strengthening of the self-sufficiency of regional vegetable markets, will allow solving the issue of economic independence of individual regions, raising the level coordination of the system of actions of management bodies, business entities, scientists and investors on the basis of cooperation and sustainable development in the conditions of post-war reconstruction of the country.

Key words: technologies, innovations, implementation, technical and technological solutions, zone-adapted technologies.

DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.30



АНАТОЛІЮ ВЛАЩУКУ
ВИПОВНЮЄТЬСЯ *65 РОКІВ*

13 квітня 2023 року виповнюється 65 років провідному вченому в галузі насінництва, кормовиробництва, зрошуваного землеробства та рослинництва, кандидату сільськогосподарських наук, старшому науковому співробітнику, завідувачу відділу первинного та елітного насінництва Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН Влащуку Анатолію Миколайовичу.

Анатолій Миколайович працює за наступними напрямами наукових досліджень: оптимізація та удосконалення енергозберігаючих технологій вирощування насіння зернових, зернобобових, круп'яних, олійних, технічних та кормових культур на зрошуваних та неполивних землях півдня України з метою забезпечення найбільшого виходу насіннєвої продукції з одного гектара ріллі; впровадження у виробництво нових сортів і гібридів зернових, зернобобових, круп'яних, олійних, технічних та кормових культур, занесених до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні; виробництво насіння районованих і перспективних сортів зернових, зернобобових, круп'яних, олійних, технічних та кормових культур для забезпечення ними дослідних та насінницьких господарств; планування, координація та науковий супровід насінницької роботи з метою проведення сортооновлення та сортозаміни у господарствах півдня України; проведення патентних досліджень науково-дослідних робіт; розробка наукових рекомендацій на базі досягнень сільськогосподарської науки і техніки та особистого досвіду виробництва сільськогосподарської продукції; є співавтором нового сорту буркуну білого однорічного Південний, сортів пшениці озимої м'якої Фортеця та Перлина Степу.

Вчений народився в пгт. Березнегувате Березнегуватського району Миколаївської області. В цьому мальовничому куточку Миколаївщини пройшли перші життєві кроки ювіляра. Важливі знання та жагу до знань майбутній вчений отримав у Березнегуватській середній школі. Завжди відповідальний, наполегливий і охочий до практичної діяльності, свій перший виробничий досвід він отримав у 1975 році, почавши працювати слюсарем колгоспу імені Кірова. Впродовж 1976–1978 рр. молодий фахівець проходив строкову службу, після закінчення якої повернувся на попереднє місце роботи.

Живий творчий інтерес та любов до природничих наук привели Анатолія Миколайовича до вступу на агрономічний факультет Херсонського сільськогосподарського інституту ім. О. Д. Цюрупи, де він навчався протягом 1978–1983 рр. та отримав диплом за спеціальністю «Агрономія», кваліфікацію «вчений агроном».

Творча натура і жага до наукових відкриттів стали вагомими причинами початку трудової діяльності в Інституті кліматично орієнтованого сільського господарства НААН (тоді Українському науково-дослідному інституті зрошуваного землеробства, УкрНДІЗЗ). З 18 квітня 1983 року Анатолій Миколайович працював молодшим науковим співробітником лабораторії селекції злакових трав, в цьому ж році був переведений до лабораторії люцерни та кормовиробництва на пісках.

Впродовж 1983–1987 рр. Влащук А.М. проводив наукові дослідження, які були присвячені удосконаленню технології вирощування насіння люцерни, вивченню впливу на насіннєву продуктивність різних способів внесення гербіцидів в умовах зрошення на супіщаному чорноземі Лівобережного Нижнього Дніпра. На основі проведених здобувачем досліджень вивчені: видовий склад бур'янів в різні роки життя люцерни, встановлена вологозабезпеченість та водоспоживання рослин люцерни на насіння залежно від вивчаємих факторів. Встановлено вплив гербіцидів та способів їх внесення на розвиток та фотосинтетичну діяльність рослин люцерни. Вивчений ценоз мікроорганізмів в ґрунті при застосуванні гербіцидів. Встановлений кореляційний та регресивний зв'язок між продуктивністю люцерни та дією факторів.

Здобувачем у спеціалізованій вченій раді при Херсонському сільськогосподарському інституті ім. О.Д. Цюрупи захищена кандидатська дисертація за темою: « Насіннєва продуктивність люцерни при різних способах внесення гербіцидів в умовах зрошення на супіщаному чорноземі Лівобережного Нижньодніпров'я». За рішенням ВАК СРСР від 2 жовтня 1991 року отримано диплом кандидата сільськогоспо-

дарських наук (КД № 044822). Розроблені здобувачем елементи технології вирощування насіння люцерни пройшли виробничу перевірку в господарствах НВС «Люцерна» Херсонської області. Отримав посвідчення на раціоналізаторський винахід: «Спосіб збільшення чисельності диких (одиночних) бджіл – запилювачів насіннєвої люцерни».

З 1991 р. за результатами атестації Анатолія Миколайовича було переведено на посаду старшого наукового співробітника лабораторії пасовищ, сіножать та технологій виробництва насіння кормових культур.

У 1994 році Влащук А.М. почав працювати у відділі первинного та елітного насінництва на посаді наукового співробітника, а з 1997 р. після успішного проходження атестації обійняв посаду старшого наукового співробітника. Займався питаннями агротехніки та вирощування насіння с.-г. культур у розсадниках розмноження, супереліти та еліти, дослідницької роботою згідно тематичного плану та робочої програми підрозділу, вів госпдоговірну тематику в дослідних господарствах інституту, проводив рекламу та займався реалізацією насіння високих репродукцій зернових та кормових культур селекції Інституту.

За звітний період проявив себе як кваліфікований фахівець в галузі насінництва. В 2003 році, згідно атестації, був призначений на посаду завідувача відділу первинного та елітного насінництва.

У 2008 році закінчив курси Дорадницької служби та отримав кваліфікацію – Дорадник з питань сільського господарства.

23 лютого 2010 року згідно рішення вченої ради Інституту землеробства південного регіону УААН Анатолію Миколайовичу було присвоєне вчене звання старшого наукового співробітника за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво.

У теперішній час Анатолій Миколайович займається проблемами насінництва та удосконаленням енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, що дозволяє своєчасно проводити сортозаміну та сортооновлення в господарствах, які вирощують еліту сільськогосподарських культур на півдні України, а Інституту отримати значний прибуток.

Влащук Анатолій Миколайович є членом Вченої ради Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН та членом редакційної колегії міжвідомчого тематичного наукового збірника «Зрошуване землеробство», а також членом Українського товариства генетиків і селекціонерів імені М.І. Вавилова.

Вчений проявив себе кваліфікованим фахівцем, досвідченим ученим в галузі насінництва с.-г. культур. Анатолій Миколайович постійно працює над підвищенням свого кваліфікаційного рівня, в творчому доробку має понад 360 публікацій.

Він бере активну участь у суспільному житті інституту. У колективі користується авторитетом, характеризується як принциповий, цілеспрямований і відповідальний науковець, гарний організатор, відкрита та щира людина.

Нагороджений Почесними Грамотами Президії Національної академії аграрних наук України; Грамотою Херсонської обласної державної адміністрації, неодноразово відзначений Грамотами Херсонської обласної ради, Департаменту агропромислового розвитку Херсонської обласної державної адміністрації, подяками Херсонської обласної державної адміністрації; пам'ятною ювілейною медаллю «100 років Національної Академії аграрних наук», у 2019 р.

Від щирого серця вітаємо Анатолія Миколайовича зі славним Ювілеєм! Бажаємо міцного здоров'я, миру, злагоди, затишку і добробуту, удачі та нових професійних здобутків! Завдяки своєму професіоналізму і безмежній відданості справі Ви здобули шану та повагу серед колег, широкого кола виробників насіння та своїх вихованців – аспірантів та науковців.

Щиро зичимо Вам многая літа, здійснення Ваших найсміливіших задумів, планів та сподівань! Нехай життя дарує Вам ще багато щасливих років. Хай поруч з Вами завжди йдуть віра і надія, оптимізм і впевненість, а доля береже від негараздів та бід, додає Вам сил та натхнення!

Вожегова Р.А., *доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН,*
в.о. директора Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, м. Одеса

DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.31



ВІДОМИЙ ВЧЕНИЙ У ГАЛУЗІ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ, СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МЕЛІОРАЦІЙ, РОСЛИННИЦТВІ, СЕЛЕКЦІЇ І НАСІННИЦТВІ: ДОКТОРУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ НАУК

СЕРГІЮ ЗАЙЦЮ – *65*

27 квітня 2023 року виповнюється 65 років відомому вченому в галузі кліматично орієнтованих агротехнологій, сільськогосподарських меліорацій, рослинництві, селекції і насінництві, доктору сільськогосподарських наук, завідувачу відділом кліматично орієнтованих агротехнологій Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН Зайцю Сергію Олександровичу.

Вчений народився в с. Івано-Кепино Снігурівського району Миколаївської області. Завжди відповідальний, наполегливий і охочий до практичної діяльності Сергій Олександрович упродовж 1978–1983 рр. отримав свій перший виробничий досвід, працювавши – старшим лаборантом, агрономом-технологом відділу агротехніки зернових культур Інституту зрошуваного землеробства УААН. Живий творчий інтерес та любов до природничих наук привели Сергія Олександровича до вступу на агрономічний факультет Херсонського сільськогосподарського інституту ім. О. Д. Цюрупи, який він закінчив в 1984 році.

1986–1989 рр. почав навчання в аспірантурі Інституту зрошуваного землеробства УААН. В той час на Херсонщині активно розвивалось зрошуване землеробство і сільське господарство.

У 1993 р. молодий фахівець отримав диплом кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.02 «Сільськогосподарські меліорації», тема дисертації: «Енергозберігаюча технологія вирощування проса в післяжнивному посіві на зрошуваних землях південного степу України», місце захисту – Херсонський сільськогосподарський інститут О.Д. Цюрупи.

Протягом 1984–2022 рр. вчений пропрацював молодшим науковим співробітником, науковим співробітником, старшим науковим співробітником, завідувачем лабораторії та відділу зернових і зернобобових культур, завідувачем відділу агротехнологій, завідувачем відділу рослинництва та неполивного землеробства Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук.

У 2004 р. Сергію Олександровичу присвоєно вчене звання старший науковий співробітник за спеціальністю 06.01.02 «Сільськогосподарські меліорації», Інститут землеробства південного регіону УААН.

У 2021 році вченому присвоєно науковий ступінь доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.02 «Сільськогосподарські меліорації», тема дисертації: «Наукові основи формування адаптивних технологій вирощування зернових культур і сої на зрошуваних землях південного Степу України», місце захисту – Інститут зрошуваного землеробства НААН України.

Сфера наукових інтересів: розробки ресурсозберігаючих технологій вирощування пшениці озимої й ярої та ячменю озимого на неполивних і зрошуваних землях; розробка способів покращення якості зерна зернових і олійних культур, які гарантують одержання сильної пшениці та високобілкового зерна ячменю і сої; розробка оптимізації технології вирощування ячменю ярого на основі максимального використання генетичного потенціалу сортів та адаптації її до посушливих умов півдня України; розробка ресурсозберігаючих екологічно безпечних технологій вирощування основних зернових, технічних і кормових культур на зрошуваних землях півдня України; розробка та удосконалення агротехнологічних прийомів формування продуктивних агроценозів кормових культур в умовах нестійкого зволоження півдня України; моніторинг фітосанітарного стану посівів пшениці озимої, кукурудзи і сої та економічно ефективні системи їх захисту в умовах зрошення України; розробка з біологічних основ продукційних процесів нових сортів озимих зернових культур і сої на зрошуваних землях при застосуванні біологічних препаратів та оптимізації агротехнічних прийомів; розробка інноваційних технологій вирощування зернових, олійних і кормових культур, де основна уваги приділяється дослідженню нових агротехнічних засобів, що направленні на максимальне використання генетичного потенціалу сортів і гібридів та їх адаптації як до зрошення, так і до посушливих умов півдня України; розробки із застосування мікроелементів із стимулюючою дією, регуляторів росту, біологічних препаратів у системі живлення та захисту рослин від шкідливих організмів, отримання двох урожаїв зерна і насіння за рік; наукові основи та агроекологічне обґрунтування формування якості насіння, садивного матеріалу та біосировини біоенергетичних культур на біопаливо в неполивних і зрошуваних умовах Півдня України, та ін.

У співавторстві з очолюваним колективом:

– доведено принципову можливість та економічну доцільність створення насіннєвого матеріалу картоплі високих категорій безпосередньо на півдні України;

– теоретично обґрунтовано стан та тенденції виробництва зернових культур і сої та перспектив їх вирощування в умовах зрошення з урахуванням кліматичних змін;

– виявлено особливості водоспоживання та ефективність використання ґрунтово-кліматичних ресурсів посівами зернових культур і сої за різних умов вологозабезпечення та основних складових технологій їх вирощування в умовах Інгулецької і Каховської зрошувальних систем;

– визначено закономірності росту та розвитку озимих зернових культур в осінній період вегетації, зміни фізіологічних параметрів та виживання рослин за поточних агрометеорологічних умов на фоні зрошення;

– науково обґрунтовано закономірності процесів формування елементів продуктивності нових сортів зернових культур і сої за різних погодних умов і базових елементів технології їх вирощування на зрошенні та без зрошення;

– досліджено ефективність прямої та сукупної дії базових агротехнологічних елементів: систем основного обробітку ґрунту, строків сівби та норм висіву, елементів системи удобрення та застосування препаратів комплексної дії на врожайність і якість зерна пшениці озимої, ячменю озимого, кукурудзи та сої;

– проаналізовано фітосанітарний стан посівів зернових культур і сої, здійснено порівняльну технічну та господарську оцінку застосування в системі захисту рослин від фітопатогенів і фітофагів сучасних хімічних та біологічних препаратів;

– побудовано математичні моделі продукційного процесу для оптимізації ресурсовитратних елементів технологій вирощування зернових культур і сої;

– удосконалено технології вирощування зернових культур та сої шляхом комплексної оптимізації факторів інтенсифікації з урахуванням ефективності використання фінансово-економічних та енергетичних ресурсів при зрошенні в умовах регіональних змін клімату.

Результати наукових досліджень опубліковані в понад 300 наукових працях, у тому числі: 13 монографій, 3 наукові статті опубліковано в наукових виданнях, індексованих у міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science, 13 авторських свідоцтв і патентів (в т.ч. 1 авторське свідоцтво на сорт пшениці озимої).

Наукова школа: підготовлено 3 кандидати сільськогосподарських наук та 1 доктор філософії.

Приймає участь у підготовці та атестації наукових кадрів, в освітньому процесі підготовки здобувачів вищої освіти Херсонського державного аграрно-економічного університету, як голова державної екзаменаційної комісії зі здобуття в освітньому процесі підготовки здобувачів вищої освіти бакалавр і магістр Херсонського державного аграрно-економічного університету, а також як офіційний опонент дисертаційних робіт.

Наукові премії, нагороди, інші досягнення: за свою сумлінну працю багато разів отримував подяки та почесні грамоти не лише від дирекції Інституту, а й від Головного управління агропромислового розвитку Херсонської ОДА, обласної державної адміністрації, Південного наукового центру НАН України і МОН України, Міністерства аграрної політики та продовольства України та Президії Національної академії аграрних наук. Нагороджений Почесною відзнакою УААН у 2014 році та пам'ятною ювілейною медаллю «100 років Національній академії аграрних наук України» у 2020 році.

З 2022 року і по теперішній час – завідувач відділу кліматично орієнтованих агротехнологій Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук.

Щиро вітаємо ювіляра, бажаємо міцного здоров'я, довголіття, невичерпної життєвої енергії, високої працездатності на благо вітчизняної науки, примноження наукових звершень, творчої наснаги, реалізації дослідницьких ідей і задумів, високоякісних сталих урожаїв, процвітання, талановитих учнів!

Вожегова Р.А., *доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН,*
в.о. директора Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, м. Одеса

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

АНДРІЄНКО О.О. 13
БОЙКО Т.О. 7
БОНДАРЕНКО П.Г. 202
БОЧАРОВА М.І. 167
ВАСИЛЬКОВСЬКА К.В. 13
ВІТЕР Н.Г. 139
ВОЖЕГОВА Р.А. 4, 19, 25, 232, 234
ГРАБОВСЬКИЙ М.Б. 37
ГУТОРОВА О.О. 211
ГУТОРОВ О.І. 211
ДЕКОВЕЦЬ В.О. 46
ДОМАРАЦЬКИЙ Є.О. 54
ДУДИНСЬКА А.Т. 113
ЄФРЕМОВА Н.О. 218
ЖИТКЕВИЧ М.Я. 62
ЗАПОЛЬСЬКА Н.М. 162
ЗАХАРЧУК Н.А. 186
ІЖБОЛДІН О.О. 178
КАРАУЛОВ В.Д. 62
КНИШ В.В. 69
КОВАЛЕНКО О.А. 173
КОВАЛЬОВ М.М. 81
КОЗАК Л.А. 37
КОЛОМІЄЦЬ Н.П. 173
КОНОВАЛОВА В.М. 25
КОРЯГІН О.М. 167
КОСЕНКО Н.П. 88
КОТОВСЬКА Ю.С. 7
КУЛИК М.І. 46
ЛЕМІШКО С.М. 94
ЛИХОВИД П.В. 19
ЛОЗІНСЬКИЙ М.В. 37
ЛОМОВСЬКИХ Л.О. 218
МАЛАХОВСЬКА В.О. 81
МАНУШКІНА Т.М. 173
МАРЧЕНКО Т.Ю. 37
МІЗЕРІЙ А.Т. 150
МІНЯЙЛО В.Д. 167
НАЗАРЕНКО М.М. 178, 197
НИЧИПОРУК О.О. 182
ОЛІЙНИК Т.М. 186
ОСТАПЕЦЬ Т.А. 167
ПАНФІЛОВА А.В. 107
ПАЩЕНКО Ю.В. 218
ПИСАРЕНКО Н.В. 186
ПІЛЯРСЬКА О.О. 19, 25
ПОЗНЯК В.В. 178
ПОТАПОВ А.В. 37
РОМАНКО В.О. 113
РУДЬ В.П. 225
САЙДАК Р.В. 69
СЕМЕНЦОВА К.О. 120
СЕРГІЄНКО О.В. 125
СЄВІДОВ В.П. 125
СИДОРЧУК В.І. 186
СІМЧЕНКО О.О. 197
СОКОЛОВСЬКА І.М. 132
СОРОКА Ю.В. 69
ТАРАРІКО Ю.О. 69
ТЕРЬОХІНА Л.А. 225
ТИЩЕНКО А.В. 25
ТИЩЕНКО О.Д. 25
ТКАЧУК О.П. 139, 150
ТОПОЛЬНИЙ Ф.П. 81
ФУНДИРАТ К.С. 25
ХОЛОДНЯК О.О. 88
ХОМУТ В.П. 173
ЧЕРНИХ С.А. 94
ШАБЛЯ О.С. 88, 225
ШЕНДРИК К.М. 162
ШЕПІЛОВА Т.П. 13
ЮРАСОВ С.М. 62
ЯКОВЕНКО Р. В. 156
МАДАНІ М.М. 99

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України є провідною науково-дослідною установою Півдня України, яка працює над виконанням фундаментальних і прикладних завдань державних науково-технічних програм у галузі зрошуваного та неполивного землеробства, насінництва, рослинництва, захисту рослин, агрохімії, меліорації, механізації та економіки.





СТВОРЮЄМО:

– кращі гібриди кукурудзи, сорти пшениці озимої, сої, помідорів, люцерни та багаторічних трав;
– новітні системи зрошуваного й неполивного землеробства відповідно до спеціалізації господарств;
– елементи раціонального природокористування, збереження родючості ґрунтів і навколишнього середовища за рахунок науково обґрунтованої структури посівних площ, системи сівозмін різної спеціалізації, ґрунтозахисних, енергозберігаючих способів обробітку ґрунту для сільськогосподарських угідь.





ПРОПОНУЄМО:

– широкий асортимент високоякісного насіння сільськогосподарських культур власної селекції та селекції провідних селекційних центрів, адаптованого до умов вирощування на зрошуваних і неполивних землях;
– агрохімічний аналіз ґрунту та технологічні аналізи зерна пшениці, рису, проса, ячменю й інших сільськогосподарських культур (вологість, засміченість, натура, вміст сирої клітковини, хлібопекарські якості борошна, склоподібність, маса 1000 насінин);
– консультації з відбору зразків ґрунту, води, сільськогосподарської продукції для аналізу;
– рекомендації з використання добрив під сільськогосподарські культури;
– консультативно-методичні послуги з питань вирощування основних сільськогосподарських культур.

Запрошуємо всіх бажаючих до співпраці з метою створення міцного науково обґрунтованого фундаменту для розвитку систем зрошуваного й неполивного землеробства у степовій зоні України!

ІНСТИТУТ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
67667, Україна, Одеська область, Одеський район,
смт. Хліободарське, вул. Маяцька дорога, 24
e mail: icsanaas@ukr.net

НОТАТКИ

Наукове видання

АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

Випуск 17

Підписано до друку 15.02.2023 р. Формат 60×84 1/8.
Папір офсетний. Гарнітура Arial. Цифровий друк.
Умовно друк. арк. 27,66. Наклад 300. Зам. № 0423/230
Віддруковано з готового оригінал-макета.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1.
Телефон +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.