АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

№ 22

Видавничий дім
«Гельветика»
2023

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
КВ № 25456-15396ПР від 03.02.2023 р.
Журнал включений до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б») зі спеціальностей 101 «Екологія», 201 «Агрономія», 202 «Захист і карантин рослин» відповідно до Наказу МОН України від 26.11.2020 № 1471 (додаток 3); зі спеціальностей 051 «Економіка», 203 «Садівництво, плодоовочівництво та виноградарство» відповідно до Наказу МОН України від 25.10.2023 № 1309 (додаток 4).

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН (протокол № 22 від 21 грудня 2023 року).

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор:

Вожегова Раїса Анатоліївна – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України, 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;

Барсукова Олена Анатоліївна – кандидат географічних наук, доцент, Одеський державний екологічний університет;

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, головний науковий співробітник, доцент кафедри екології, 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 імені В.Є. Таїрова» Національної академії аграрних наук України;

Косенко Надія Павлівна – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, провідний науковий співробітник, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Лавриненко Юрій Олександрович – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України, 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 Іслам (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 і продовольства. Висвітлено елементи системи землеробства, обробіток ґрунту, удобрення, раціональне використання поливної води, особливості ґрунтотвірних процесів. Приділено увагу питанням кормовиробництва, вирощування зернових, картоплі та інших культур, створення нових сортів і гібридів, біотехнологій, економіки 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

Аверчев О.В., Йосипенко І.В., Нікітенко М.П. Вплив строків сівби на продуктивність сортів гречки в умовах півдня України……7

Бойко М.О. Точне землеробство як чинник забезпечення екологічної стійкості та захисту ґрунтів……15

Вуйко О.М. Симбіотична активність гороху посівного залежно від сортового складу та передпосівної обробки ……20

Гавриленко В.С. Вплив тривалого застосування мінеральних добрив на відносне винесення, коефіцієнт використання та інтенсивність балансу основних елементів живлення ячменю голозерного ярого……25

Гончар М.В. Дослідження сортових ресурсів нуту (*Cicer arietinum* L.) в Україні……31

Гуртовенко В.О., Цюк О.А. Водний режим чорнозему типового залежно від агротехнічних заходів……36

Євпак К.Є. Дослідження впливу строків живцювання та стимуляторів коренеутворення на укорінення зелених живців обліпихи крушиноподібної (*Hippophae rhamnoides)*……41

Засуха А.А. Зміна біометричних показників рослин кукурудзи залежно від застосування добрив та регуляторів росту рослин……46

Кирнасівська Н.В., Нікітін П.С., Кирнасівський О.О. Аналіз агрометеорологічних умов вегетаційного періоду пшениці озимої на території Вінницької області……55

Ковальов М.М., Медведєва О.В., Кропівний В.М., Мірзак Т.П. Біодеградація органічних побутових відходів за допомогою вермикомпостування……63

Леус В.В., Шубенко Л.А., Мулєнок Я.О. Механізоване обрізування інтенсивних насаджень яблуні в умовах лівобережного Лісостепу України……69

Маринченко Є.О. Інновації в галузі сільськогосподарського виробництва: зміст та класифікаційні ознаки……74

Мостов'як І.І., Крикунов І.В., Красюк Л.М., Сеник І.І., Сидорук Г.П. Біла гниль *Sclerotinia sclerotiorum* – загроза для вирощування олійних культур в умовах недотримання сівозміни ……80

Мунтян С.В., Шатковський А.П., Федорчук М.І., Сайдак Р.В. Нормалізований диференційний вегетативний індекс кукурудзи залежно від норм азотних добрив та інгібітора нітрифікації……85

Побережський О.Р., Башта О.В. Плямистості листя м'яти перцевої……92

Толмачов В.С., Маринченко Є.О. Особливості вивчення принципів роботи та використання FPV-дронів під час підготовки майбутніх спеціалістів професійної освіти……97

Хромова А.В. Формування товарного врожаю та якості продукції капусти броколі залежно від удобрення……101

Цилюрик О.І., Остапчук Я.В. Регулятори росту в посівах соняшнику північного Степу України……108

Ященко Л.А., Ювчик Н.О. Поживний режим провапнованого дерново-підзолистого ґрунту за різних доз мінерального удобрення пшениці озимої……118

СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО……125

Ігнатенко О.О., Мойсейченко Н.В. Особливості росту абрикоса (*Prunus armeniaca* L.) вітчизняної та зарубіжної селекції при первинному сортовивченні у Лісостепу України……125

Konovalova V.M., Tyshchenko A.V., Bazalii H.G., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D., Reznichenko N.D., Konovalov V.O. Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (Part 3 – years with different moisture supply) ……132

Окселенко О.М., Назаренко М.М. Ефекти депресії у нових сортів пшениці озимої при дії хімічного супермутагена……144

Sadygov Aladdin Nemet oglu. Combinational Ability of Apple Selection Varieties……150

Самойлик М.О., Лозінський М.В. Особливості успадкування в F_1 і трансгресивна мінливість у популяцій F_2 маси зерна з головного колоса за схрещування пшениці м'якої озимої різних екотипів……154

Тищенко А.В., Степанов С.С., Тищенко О.Д., Коновалова В.М., Очкала О.С. Реакція гібридів соняшника ранньої групи стиглості на дефіцит вологи в умовах Степу України……162

ЕКОНОМІКА……..175

Антощенкова В.В., Пересада М.О. Роль інновацій у сільському господарстві……..175

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО……..180

Нікітенко М.П. Вплив біодобрив та комплексних біопрепаратів на урожайність проса в умовах різної вологозабезпеченості……..180

НЕКРОЛОГ……..186

Коваленко Анатолій Михайлович (1948–2023 рр.) кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник……186

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК……187

CONTENTS

MELIORATION, ARABLE FARMING, HORTICULTURE.....7

Averchev O.V., Yosypenko I.V., Nikitenko M.P. The influence of sowing time on the productivity of buckwheat varieties in southern Ukraine.....7

Boiko M.O. Precision agriculture as a factor of ecological sustainability and soil protection.....15

Vuiko O.M. Symbiotic activity of field peas depending on varietal composition and pre-sowing treatment.....20

Havrylenko V.S. The effect of long-term application of mineral fertilizers on the relative removal, utilization rate and balance intensity of the main nutrients of hulless spring barley.....25

Honchar M.V. Research on varietal resources of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Ukraine.....31

Hurtovenko V.O., Tsiuk O.A. Water regime of a typical chernozem depending on agricultural technical measures.....36

Yevpak K.E. Study of the effect of cuttings time and root formation stimulators on the rooting of green sea buckthorn cuttings (*Hippophae rhamnoides*).....41

Zasukha A.A. Changes in biometric parameters of corn plants depending on the use of fertilizers and plant growth regulators.....46

Kyrnasivska N.V., Nikitin P.S., Kyrnasivskyi O.O. Analysis of Agrometeorological Conditions during the Vegetative Period of Winter Wheat in Vinnytsia Region.....55

Kovalov M.M., Medvedieva O.V., Kropivnyi V.M., Mirzak T.P. Biodegradation of organic household waste using vermicomposting.....63

Leus V.V., Shubenko L.A., Mulienok Ya.O. Mechanised pruning of intensive apple trees in the conditions of the left bank forest steppe of Ukraine.....69

Marynchenko Ye.O. Innovations in the field of agricultural production: content and classification features.....74

Mostoviak I.I., Krykunov I.V., Krasiuk L.M., Senyk I.I., Sydoruk G.P. White rot *Sclerotinia Sclerotiorum* – a threat to the growing of oil crops in the conditions of failure to comply with crop rotation.....80

Muntyan S.V., Shatkovskyi A.P., Fedorchuk M.I., Saidak R.V. Normalized differential vegetative index of maize depending on the norms of nitrogen fertilizers and nitrification inhibitor.....85

Poberezhsky O.R., Bashta O.V. Peppermint leaf spots.....92

Tolmachov V.S., Marynchenko Ye.O. Features of learning the principles and use of FPV drones in the preparation of future vocational education specialists.....97

Khromova A.V. Formation of marketable yield and product quality of broccoli depending on fertilizer.....101

Tsyliuryk O.I., Ostapchuk Ya.V. Plant growth regulators in sunflower crops of Northern Steppes of Ukraine.....108

Yashchenko L.A., Yuvchik N.O. Nutrient regime of ameliorated sod-podzolic soil under different rates of mineral fertilization of winter wheat.....118

BREEDING, SEED PRODUCTION.....125

Ignatenko O.O., Moiseichenko N.V. Features of the growth of apricot (*Prunus armeniaca* L.) of domestic and foreign selection during primary varietal study in the Lisosteppe of Ukraine.....125

Konovalova V.M., Tyshchenko A.V., Bazalii H.G., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D., Reznichenko N.D., Konovalov V.O. Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (Part 3 – years with different moisture supply).....132

Okselenko O.M., Nazarenko M.M. Depression effects in new winter wheat varieties under the influence of a chemical supermutagen.....144

Sadygov Aladdin Nemet oglu. Combinational Ability of Apple Selection Varieties.....150

Samoilyk M.O., Lozinskyi M.V. Peculiarities of inheritance in F_1 and transgressive variability in F_2 populations of grain weight per main spike in crosses of winter wheat of different ecotypes.....154

Tyshchenko A.V., Stepanov S.S., Tyshchenko O.D., Konovalova V.M., Ochkala O.S. Reaction of sunflower hybrids of the early maturity group to moisture deficit in the conditions of the Steppe of Ukraine.....162

ECONOMICS……175

Antoshchenkova V.V., Peresada M.O. The role of innovations in agriculture……175

PAGE OF A YOUNG SCIENTIST……180

Nikitenko M.P. The effect of biofertilizers and complex biopreparations on millet productivity under conditions of different moisture availability……180

OBITUARY NOTICE……186

Kovalenko Anatolii Mykhailovych (1948-2023)
Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher……186

AUTHOR INDEX……187

УДК 633.12:631.531
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.1

ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ГРЕЧКИ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

АВЕРЧЕВ О.В. – д.с.-г.н., професор кафедри землеробства,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0002-8333-2419
ЙОСИПЕНКО І.В. – здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0009-0001-6955-4875
НІКІТЕНКО М.П. – здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,
асистентка кафедри землеробства
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0001-7453-6682

Постановка проблеми. Гречка є традиційним продуктом харчування для пересічного українця і вважається «королевою круп». В Україні вона відіграє не лише важливу роль як ключовий елемент харчування, а є також символом національної традиції та культури. Гречка має багатий історичний шлях у нашій країні та надалі залишається невід'ємною частиною українського столу та господарства. Вона рекомендована як універсальний компонент оздоровчого, дитячого та лікувально-профілактичного, у тому числі дієтичного харчування. У раціоні їстівних продуктів українців значне місце посідають зернові, в тому числі круп'яні культури – 45% від загалу [1].

Одним із шляхів збільшення врожаю цієї культури є впровадження у виробництво високоефективної конкурентоспроможної технології її вирощування, яка б забезпечила максимальну реалізацію потенціалу сучасних сортів гречки. Основні причини низької урожайності зерна гречки та проса, при високому біологічному потенціалі врожайності, можна узагальнити в дві основні групи: біологічні та агротехнічні. Перша група включає в себе відсутність високоадаптивних сортів, а друга – необхідність постійного вдосконалення зональних методів вирощування. Враховуючи це, прискорений розвиток зерновиробництва тісно пов'язаний з впровадженням нових високопродуктивних сортів та ресурсозберігаючих зональних технологій.

Сорт гречки повинен бути технологічним, а його генотип – забезпечувати високий рівень захищеності від негативного впливу факторів середовища. Важливо, щоб технологія вирощування була адаптована до агрокліматичних районів. Низький рівень реалізації генетичного потенціалу сучасних сортів пояснюється відсутністю регіонально адаптованих технологій, спроектованих з урахуванням біологічних особливостей сортів.

Зростає важливість поглибленого вивчення строків посіву з урахуванням глобальних змін клімату вирощування гречки, спрямованого на створення оптимальних умов для росту рослин в екстремальних умовах середовища.

У цьому контексті вивчення сортів та строків посіву гречки в конкретних умовах вирощування стає актуальним завданням для сільськогосподарської науки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сьогоднішній день, вченими проведено доволі велику кількість досліджень з впливу агрокліматичних умов і строків посіву на продуктивність гречки різних сортів. Виявлено, що в умовах стійкого зволоження врожай сільськогосподарських культур може змінюватися в 2-3 рази в залежності від погодних умов, а в зонах нестійкого зволоження ці зміни можуть досягати 5-6 разів і більше. Навіть при високому рівні інтенсифікації рослинництва несприятливі погодні умови можуть призводити до коливань у врожайності на рівні 70-80%. У останні роки в науковому середовищі велика увага приділяється вивченню особливостей продукційного процесу сільськогосподарських культур у різних агрокліматичних зонах. Однією із задач вчених-аграріїв є підбір сортів гречки та строків посіву [2].

Південний регіон України характеризується теплим континентальним кліматом з великою кількістю сонячних днів. Такі умови створюють сприятливий фон для вирощування гречки, але вибір строку сівби може виявитися критичним фактором для отримання високих врожаїв.

Вибір оптимального строку сівби гречки в умовах півдня України визначається кількома факторами, такими як температура повітря, вологість ґрунту та тривалість світлового дня [2]. Важливо також враховувати вимоги конкретних сортів гречки до цих умов. *Температурні умови:* Гречка відзначається високою різновидністю, і різні сорти можуть мати різні вимоги до температури. Деякі сорти можуть більше підходити для ранньої сівби весною, коли імовірні заморозки ще можуть відчуватися, тоді як інші можуть вимагати теплого ґрунту для успішного росту. *Вологість ґрунту:* Однією з ключових умов для успішної сівби є вологість ґрунту. Важливо обирати такий строк, коли ґрунт достатньо прогрітий і вологий для сприяння проростанню насіння та розвитку кореневої системи. *Світловий день:* Тривалість світлового дня

також може впливати на ріст гречки. Вибір сівби таким чином, щоб рослини мали достатньо часу для фотосинтезу та формування плодів, може сприяти високій продуктивності.

В результаті проведених наукових досліджень і врахування досвіду передовиків сільського господарства, ряд вчених рекомендує для степової зони України висівати гречку у третій декаді квітня та першій половині травня. Також вказується, що в пізні терміни посіву гречки може призводити до збитків у врожаї через осінню негоду, що спричиняє значні втрати зерна. Важливо враховувати, що гречка не витримує тривалих заморозків, і при ранній весняній посіві в холодний ґрунт її насіння може пропадати та стикатися з проблемами пліснявіння, що може вплинути на польову схожість [3, 4]. Є.С. Алексєєва відзначає, що погані погодні умови можуть призводити до недружніх та зріджених сходів, які в подальшому конкуруючи з бур'янами можуть загинути. Враховуючи ці аспекти, визначення оптимального часу посіву гречки є ключовим фактором, особливо враховуючи географічне положення, ґрунтові умови, клімат та інші фактори [5]. На півдні України терміни посіву гречки вивчали Ю.В. Аверчев, І.Т. Івахненко, О.С. Мусійко, П.Ф. Ключко, В.Ф. Заінчковський [6, 7] та інші дослідники. Результати їхніх досліджень показують, що для успішного росту та розвитку гречки необхідні високі температури повітря та ґрунту, ясна сонячна погода з періодичними дощами. Найоптимальніший час для посіву гречки визначається, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягає 10-12 °С і відсутня загроза заморозків [8]. Результати досліджень показують, що у степовій зоні України оптимальні терміни посіву гречки варіюються залежно від року та погодних умов, і вони можуть бути доцільні як в квітні, так і в травні в залежності від конкретних обставин. Вплив строку сівби на продуктивність сортів гречки в умовах півдня України є складною та багатоплановою проблемою. Оптимальний вибір строку сівби вимагає комплексного підходу, який базується на врахуванні температурних умов, вологості ґрунту та тривалості світлового дня. Тому проведення подальших досліджень в умовах глобальних змін клімату півдня України є актуальним.

Мета дослідження – встановити оптимальний строк сівби гречки в умовах півдня України, за якого формуватиметься максимальна продуктивність сорту.

Завдання дослідження – вивчення впливу строків сівби на продуктивність сортів гречки залежно від агрокліматичних умов вирощування. Півдня України.

Матеріали та методи дослідження. Польові дослідження проводилися впродовж 2020–2021 рр. на землях ТОВ «Сільськогосподарське підприємство «Злато Таврії» Бериславського району Херсонської області.

Ґрунтовий покрив дослідних ділянок представлений – темно-каштановими середньо-суглинистими залишково слабо-солонцюватими ґрунтами. Рельєф ґрунту – рівнинно-хвилястий. Реакція ґрунтового середовища близька до нейтрального – РН – 6,8-7,3. Основними особливостями цих ґрунтів є невелика потужність гумусового шару (45-56, іноді до 60 см).

Суттєвою ознакою ґрунтів є відносно низький вміст у них органічних речовин. Так, гумусу в шарі 0-18 см міститься 2,56 %, 18-30 см – 2,45 %, 30-40 см – 1,02 %, 40-50 см – 0,82 %, 0-50 см – 1,71 %, 60-70 см – 0,62 %, 90-100 см – 0,52 %. Ґрунтові ділянки мають слабку нітрифікуючу здатність. Вміст нітратів в орному шарі ґрунту – від 1,6 до 2,0 мг на 100 г ґрунту. Запаси калію в ґрунті великі – 22-33,0 мг на 100 г ґрунту. Ґрунти добре забезпечені фосфорними сполуками. Вміст рухомого фосфору не нижче 4,5-5,3 мг на 100 г ґрунту. За механічним складом ґрунти – середньо-суглинні.

Клімат посушливий, з великими ресурсами тепла і сонячного світла, з недостатньою кількістю опадів і нерівномірним розподілом їх по рокам і періодам вегетації сільськогосподарських культур. Середньорічна сума опадів становить 330-380 мм і коливається від 280 до 330 мм у посушливі і від 500 до 620 мм – у вологі роки. У вологі роки багато культур одержують достатню кількість вологи в усі періоди свого розвитку і можуть обходитися без зрошення [8].

Проведення дослідів супроводжувалося аналізом зразків ґрунту, спостереженнями за рослинами й метеорологічними умовами. Усі обліки та спостереження проводили у двох несуміжних повтореннях.

У польових дослідженнях вирощували сорти гречки Степова та Єлена.

Сорт Степова. Сорт виведений разом з Дослідною станцією рису УААН, методом родинного побору із гібридної популяції сортів Галея і Космея. В державному сортовипробуванні з 1993 року. Підвид вульгаре, різновидність алята. Середньоранньостиглий. Вегетаційний період 78-80 діб починає цвісти на 22 добу. Висота рослин 95-99 см. Вузлів на стеблі 10-12, гілок 2-3, в т.ч. 1-го порядку 1-2, суцвіть 15-18. Форма рослини звичайна. Квітки і бутони блідо-рожеві середнього розміру. Плоди середньокрупні, округлої форми із слабо помітними крилами, верхівка витягнута, коричневі з ледве помітним малюнком.

Маса 1000 зерен 25,4-28,0 г, вирівняність зерна 54%, плівчастість 21,2%, вихід крупи 72,0-73,0%. Урожайність висока. Максимальний урожай 42,0 ц/га, сорт дав у 1993 році на Васильківській сортодільниці Київської області. Характеризується посухостійкістю і придатністю до вирощування в умовах зрошувального землеробства.

Переваги сорту Степова – висока потенціальна урожайність, придатність до вирощування в літніх посівах в агромеліоративному полі рисової сівозміни на зрошенні, та в проміжних посівах Лісостепу, посухостійкість [9].

Сорт Єлена. Виведений в Науково-дослідному інституті круп'яних культур Подільської державної аграрно-технічної академії методом родинного добору з оцінкою за Кгосп та радіорезистентністю сорту Рада.

В державному сортовипробуванні з 2001 року. Підвид вульгаре, різновидність алята. Рослини висотою 75-78 см, вузлів на стеблі 9-10, добре облистяні, добре гілкуються, гілок 1-го порядку 2-2,5, суцвіть 22-25. Рослина компактна. Квітки і бутони блідо-рожеві, середнього розміру, цвітіння дружнє, плоди крупні, грані випуклі, крила слабо виражені. Форма звичайна, забарвлення коричневе з малюнком. Маса 1000 зерен 30-35 г,

вирівняність 87-92 %, натура зерна 627 г/л, плівчастість 22,0, вихід крупи 75 %, вміст білку 14 %.

Сорт середньостиглий. Вегетаційний період 80-86 днів, починає цвісти на 26-28 добу. Добре відвідується бджолами. Сорт високоврожайний, в Степу на Новоодеській сортодільниці Миколаївської області у 2001 році врожайність становила 49,0 ц/га.

Переваги сорту Єлєна. Придатний до вирощування в квітково-медоносному конвеєрі при сівбі від кінця квітня до середини липня. Вегетаційний період 73-87 діб. Доданий в Держреєстр по Україні з 2010 року. Високоврожайний сорт. Формує врожайність на рівні 36,3 ц/г. [9]

Агротехніка у досліді була загальноприйнятою для Півдня України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Формування продуктивності рослини – дуже складний процес, на який впливає велика кількість факторів. Уміле регулювання контрольованих елементів дає змогу наблизити реальну, отриману в реальних умовах урожайність до генетично обумовлених.

Проведені нами дослідження показали, що погодні мають значний вплив на густоту стояння посівів гречки. Наприклад, кількість рослин гречки сортів Степова та Єлена на етапі повних сходів в 2020 році коливалася від 176 до 172 штук на квадратний метр, в той час як у 2021 році ця кількість складала в середньому від 168 до 173 рослин на 1 м^2 в залежності від термінів сівби. До періоду збирання найбільша кількість рослин залишалася в умовах волого-сприятливого 2020 року – в середньому 166-163 штук/м^2 (або 94 %), а найменше у 2021 році – в середньому 122-120 штук/м^2 (або 71 %).

Наші дослідження показали, що оптимізація строків сівби сприяє збільшенню виживаності рослин гречки. Період повних сходів характеризувався приблизно однаковою густотою рослин на одиниці площі у всіх варіантах. Проте, до періоду збирання врожаю кількість рослин гречки, висіяних у більш ранні строки (перший та другий), була вищою на 5-14 рослин/м^2 (середнє значення для різних сортів і років). Це вказує на те, що в цих випадках виживало на 3-6 % більше рослин порівняно з третім строком сівби.

У відношенні до строків сівби, найвищу густоту рослин зафіксовано при висіві культури в І декаду травня (другий строк). У середньому за 2020-2021 роки для сортів Степова та Єлена ця густота становила відповідно 148 і 152 рослини/м^2 на період збирання врожаю. У цьому варіанті також спостерігався найвищий коефіцієнт виживаності рослин, досягаючи 84,2 % для сорту Степова та 88,0 % для сорту Єлена.

Висота рослин, а також їхня облистяність і загальна площа листової поверхні, є ключовими морфологічними характеристиками при вирощуванні будь-якої сільськогосподарської культури. Ці параметри залежать

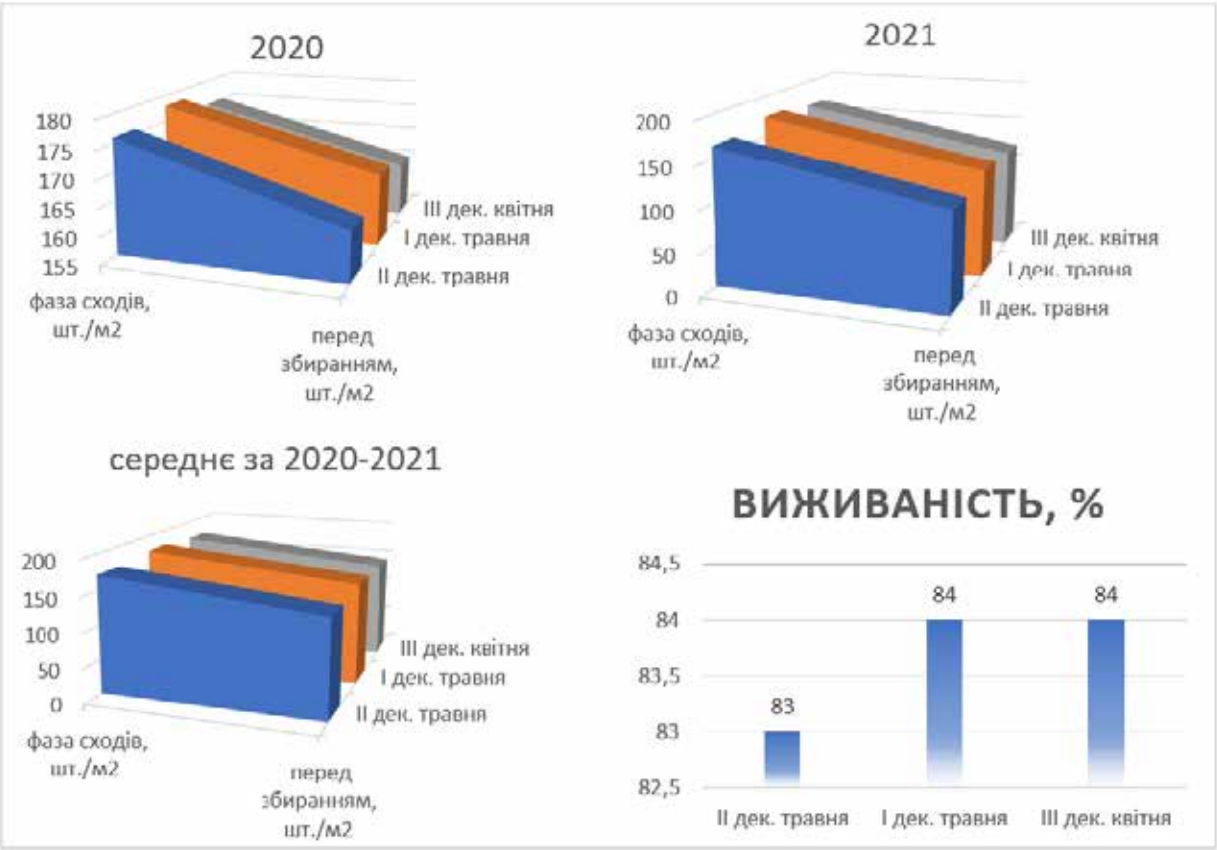


Рис. 1. Вплив строків сівби на виживаність сортів гречки сорту Степова за роки дослідження 2020-2021 рр.

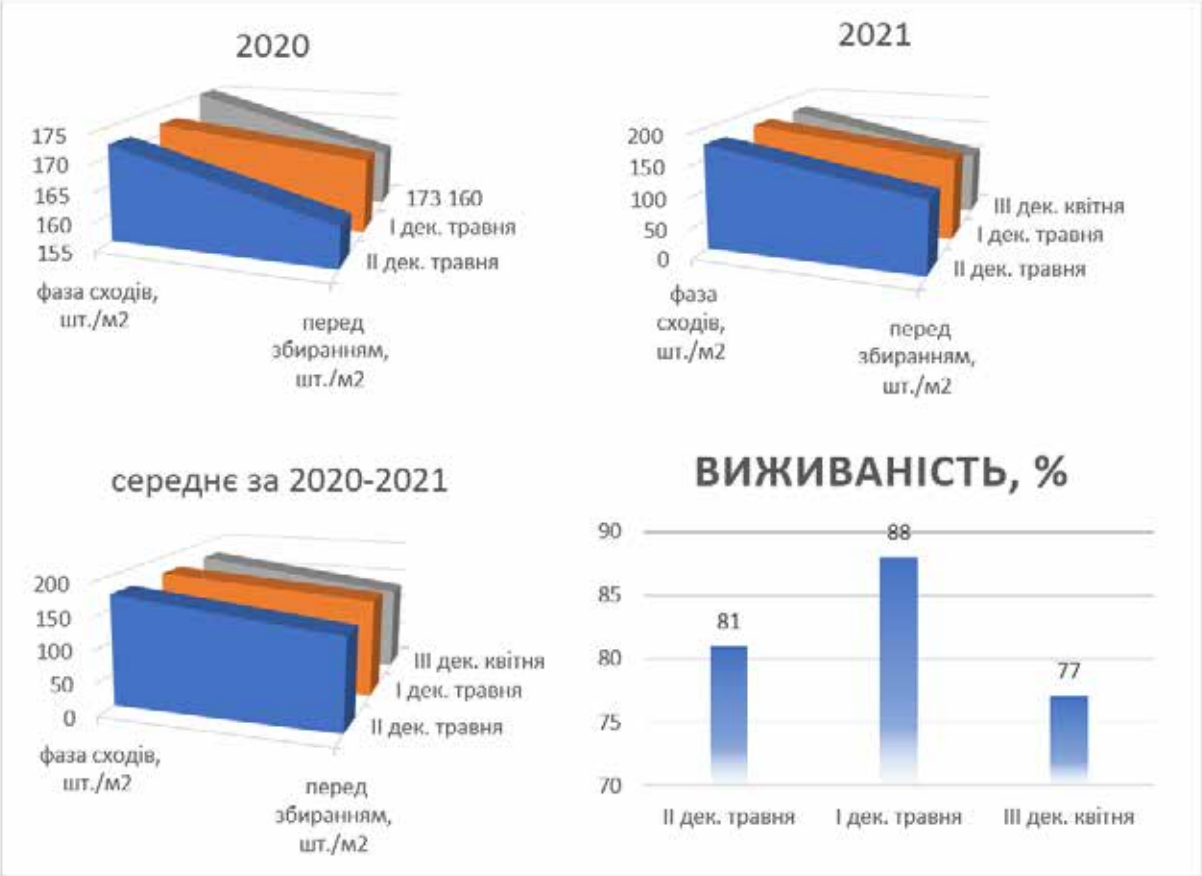


Рис. 2. Вплив строків сівби на виживаність сортів гречки сорту Єлена за роки дослідження 2020-2021 рр.

від особливостей сорту, рівня вологозабезпеченості, рівня мінерального живлення, температури повітря та інших факторів зовнішнього середовища. Висота стебла надає можливість визначити оптимальні умови для формування високопродуктивних агрофітоценозів сільськогосподарських рослин, включаючи гречку [10].

У ході наших досліджень виявлено, що строки сівби та вибір сортів також впливають на висоту гречки (рис. 3).

Отже, спостереження за лінійним ростом рослин гречки показали, що у період від сходів до початку цвітіння він був незначним. У проведених дослідженнях залежно від умов вегетації, строків сівби та сортів висота рослин гречки була від 24,1 см у сорту Степова до 24,7 см у сорту Єлена (середнє за два роки по строкам сівби).

У період між фазами цвітіння-початок плодоутворення та плодоутворення – початок побуріння темпи росту рослин гречки значно прискорювалися. В подальшому приріст технічної частини рослини знижувався, а збільшення висоти відбувалось за рахунок приросту квітконосів.

Згідно з проведеними дослідженнями, висота рослин гречки коливалася від 24,1 см у сорту Степова до 24,7 см у сорту Єлена (середнє значення за два роки в залежності від умов вегетації, строків сівби та сортів).

У період між фазами цвітіння-початок плодоутворення та плодоутворення-початок побуріння темпи росту рослин гречки значно сповільнювалися. Подальший приріст вегетативної частини рослини зменшувався, а збільшення висоти відбувалося за рахунок приросту квітконосів.

Згідно отриманих результатів, ростові процеси гречки істотно змінювалися і від строків сівби. Так, сівба культури в другий строк сприяла збільшенню висоти рослин на 8-12 % залежно від сорту (середнє за 2020-2021 рр.). Найбільшу висоту мали посіви другого строку сівби – у середньому за сортами вона складала 84 см.

Результати вимірювання, показали що висота рослин була практично однаковою в середньому за всіма строками сівби, складаючи 79,9-80,6 см на фазі повної стиглості насіння. Таким чином, здійснені вимірювання приросту рослин гречки в окремі фази росту і розвитку дозволили визначити ступінь залежності їх змін від строків сівби та сортів.

Врожаї виявили здатність забезпечувати рослини різною площею листкової поверхні. Згідно з даними вчених, оптимальною площею листків для гречки є значення від 40 до 50 тис. м^2/га. У таких посівах площа листкової поверхні тривалий час перебуває в активному стані, після чого поступово зменшується, проходячи процес відмирання та надання пластичних речовин для формування репродуктивних органів [11, 12].

На основі результатів наших досліджень встановлено динамічну залежність між наростанням листкової поверхні сортів гречки та строками сівби. Для сортів

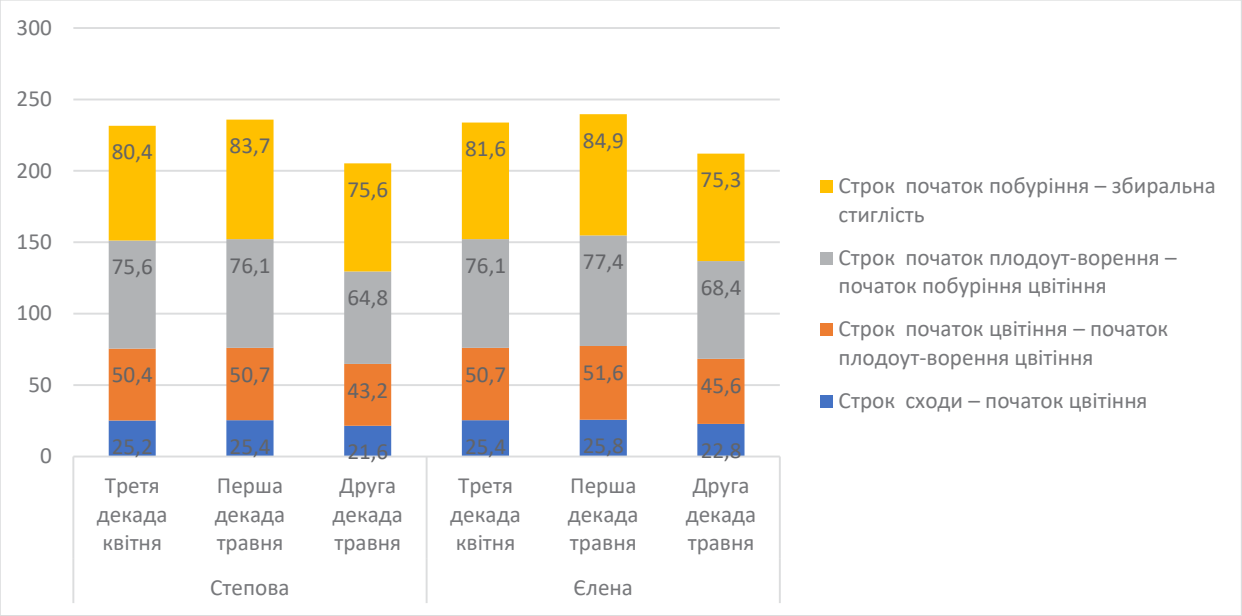


Рис. 3. Висота рослин сортів гречки залежно від строків сівби за фазами розвитку (середнє за 2020-2021 рр.), см

Таблиця 1

Динаміка наростання площі листкової поверхні гречки залежно від сорту та строку сівби (середнє за 2020-2021 рр.)

Сорт	Строк сівби	Фаза розвитку			
		Цвітіння		Початок плодоутворення	
		площа листків однієї рослини, см²	площа листків, тис. м²/га	площа листків однієї рослини, см²	площа листків, тис. м²/га
Степова	III декада квітня	117,3	32,0	128,5	33,2
	I декада травня	131,4	36,3	144,2	39,3
	II декада травня	132,8	35,9	146,2	38,4
Єлена	III декада квітня	136,2	35,7	145,7	36,9
	I декада травня	154,7	45,0	165,7	47,5
	II декада травня	142,5	40,6	153,0	42,7

Степова та Єлена у фазі початку плодоутворення за другого та третього строку сівби (третя декада квітня та перша декада травня) була зафіксована найвища площа листкової поверхні, відповідно 39,3-47,5 тис. м²/га (табл. 1).

За тими самими строками отримано найвищі значення листкової поверхні на фазі цвітіння – 35,9-45,0 тис. м²/га, хоча вони були трошки меншими в порівнянні з початковою фазою плодоутворення. Важливо відзначити, що сприятливі погодні умови під час першого та другого строків сівби сприяли наростанню листкової поверхні та позитивно вплинули на ріст вегетативних органів рослин, які формують суцвіття та квіти.

Рослини в цих варіантах активно розвивалися від самого початку сходів, листки швидко закривались над ґрунтом, що допомагало знижувати випаровування вологи і запобігало росту бур'янів. У випадку пізнього посіву (друга декада травня) спостерігалося зменшення показника листкової поверхні, що було обумовлено, передусім, несприятливими погодними умовами, що виникли наприкінці травня.

Динаміка наростання площі листкової поверхні гречки залежно від сорту та строку сівби (середнє за 2020-2021 рр.).

На основі вище наведеного можна зробити висновок про те, що досліджувані строки сівби суттєво впливають на ріст та розвиток асиміляційної поверхні сортів гречки посівної. Так як, у фазу цвітіння, так і на початку плодоутворення кращим розвитком листкового апарату характеризувались рослини гречки сорту Єлена за другого строку сівби – відповідно 45,0 та 47,5 тис. м²/га.

Наші дослідження з цього приводу показали (табл. 2), що більш урожайним у середньому за строками сівби був сорт Єлена (на 0,15 т/га), максимальна урожайність якого становила за сівби у другий строк – 1,63 т/га.

Сорт Степова дещо поступався за урожайністю сорту Єлена. За максимальної урожайності за другого строку сівби (1,50 т/га) він поступився сорту Єлена на

Таблиця 2

Урожайність сортів гречки залежно від строків сівби, т/га

Сорт (А)	Строк сівби (В)	Рік досліджень		Середнє за 2020-2021 рр.	± до 20.04.	
		2020	2021		ц/га	%
Степова	III декада квітня	1,46	1,01	1,24	-	-
	I декада травня	1,65	1,35	1,50	+0,26	+21
	II декада травня	1,12	0,59	0,86	-0,38	- 31
Єлена	III декада квітня	1,60	1,24	1,42	-	-
	I декада травня	1,78	1,47	1,63	+0,21	+15
	II декада травня	1,20	0,78	0,99	-0,43	- 30

НІР05, т/га (2020 р.): А – 0,28, В – 0,34, АВ – 0,48.
НІР05, т/га (2021 р.): А – 0,21, В – 0,26, АВ – 0,36.

0,13 т/га. Цікавим було те, що прирости врожаю зерна за сівби 3.05. були близькими як по сорту Єлена, так і по сорту Степова – 0,21-0,26 т/га. Однак сорт Єлена за продуктивністю мав перевагу перед сортом Степова і за сівби у інші строки.

Результати проведених досліджень з сортами гречки показали, що сівба у оптимальний строк (перша декада травня) позитивно впливає на урожайність культури. Так, середня урожайність по сортах за два роки досліджень була найнижчою за запізнення із сівбою або сівбі у третій строк (друга декада травня) – на 0,41- 0,64 т/га (або на 43-68 %), порівняно з першим та другим строками сівби. Формування такого врожаю гречки за сівби в другій декаді травня можна пояснити негативною дією посушливих умов у період формування та наливу зерна, внаслідок чого, посіви пізніх строків сівби знаходились під дію посухи, у період формування та наливу зерна, в той час, як за сівби у інші строки вони вже сформували зерно, і меншою мірою постраждали від дії посухи.

Порівнюючи урожайність гречки в залежності від строків сівби, варто відзначити, що найбільша врожайність була зафіксована при посівах у першій декаді травня, при цьому середній врожай зерна становив 1,57 т на гектар для всіх сортів. Ця тенденція спостерігалася для обох досліджуваних сортів. З іншого боку, пізня сівба (третя декада квітня) виявилася менш ефективною, призводячи до зниження врожайності культури на 0,24 т на гектар порівняно з другим строком сівби (у середньому по сортах).

Важливими факторами, які впливають на урожайність зерна гречки, є погодні умови, оскільки вони визначаються кількістю опадів і температурою повітря протягом різних періодів росту та розвитку рослин. Аналіз результатів досліджень підтвердив, що найвищий рівень урожайності зерна гречки був зафіксований в умовах більш волого забезпеченого 2020 року. У цьому році середні варіанти дозволили отримати урожайність 1,41 т/га для сорту Степова та 1,53 т/га для сорту Єлена. З іншого боку, менша врожайність гречки була зафіксована у 2021 році, який був відзначений низькою вологозабезпеченістю. У цьому році урожайність становила 9,8 ц/га для сорту Степова та 11,6 ц/га для сорту Єлена, що у 1,3-1,4 рази менше, ніж у 2020 році.

Висновки та пропозиції. За результатами проведеного дослідження встановлено, що вплив строку сівби на продуктивність сортів гречки в умовах півдня України є складною та багатоплановою проблемою.

Оптимальний вибір строку сівби вимагає комплексного підходу, який базується на врахуванні температурних умов, вологості ґрунту та тривалості світлового дня. Нашими дослідженнями встановлено, що найбільш оптимальні умови для росту і розвитку рослин гречки складаються при посіві в першій декаді травня. Саме при посіві в такий період, гречка формує максимальну площу листової поверхні – 39,3 та 47,5 тис. м^2/га. При цьому ж строку сівби зафіксована найвища врожайність всіх досліджуваних сортів гречки. Сорт Єлена показав найкращий результат, досягнувши максимальної урожайності 1,63 т/га за сівби у цей строк.

Подальші дослідження в вивченні впливу строків сівби на продуктивність сортів гречки можуть стати ключовим чинником в досягненні стійкого та високоякісного вирощування гречки в умовах глобальних змін клімату Півдня України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аверчев О.В., Фесенко Г.О. Розвиток ринку круп`яних культур в умовах пандемії Covid-19. Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка: Науковий журнал. Вип. 6. – Херсон: Видавни-чий дім «Гельветика», 2021. Стр.31-43.
2. Аверчев О.В., Аверчев Ю.В., Білоножко В.Я. Ріст, розвиток і продуктивність гречки в залежності від строків, способів і норми висіву насіння. Збірник наукових праць Уманської державної аграрної академії. – Умань, 2001. – Вип. 53. – С. 61-67.
3. Агробіологічні та екологічні основи виробництв гречки: Монографія / В.Я. Білоножко, А.П. Березовський, С.П. Полторецький, Н.М. Полторецька ; За ред. В.Я. Білоножка. – Миколаїв: Видавництво Ірини Гудим, 2010. – 332 с.
4. Алексєєва О.С. Гречка. Київ: Урожай, 1976. 134 с.
5. Ульянченко М.С. Вплив строків сівби на продуктивність гречки. ВІСНИК Полтавської державної аграрної академіїСторінка молодого вченого. № 2. 2018. С. 166-171
6. Рарок А.В. Удосконалення технології вирощування гречки оптимізацією способів сівби / Вісник аграрної науки. 2015. Листопад. С. 73-75
7. Marek Ruszkovsky. Structure of yield, yield architecture and buckwheat productivity // Proceedings of the 4th Intern.Symp. on Buckwheat, 1989, V.I – p. 5.

8. Природа Херсонської області. Фізико-географічний нарис. – Під ред. М.Ф. Бойко. – К.: Фітосоціоцентр, 1998. – 120 с.
9. Онлайн-каталог сортів гречки https://pdatu.edu.ua/pro-universytet/onlajn-katalog-sortiv-grechki.html (дата звернення 27.11.2023)
10. Мізерний В. Обираємо сорти гречки / В. Мізерний. – Agroexpert. – 2013. – Вип. 4 (33). – С. 44-45.
11. Науково-виробничі рекомендації по технології вирощування гречки / В.М. Івченко, С.П. Сідліченко, М.П. Бондаренко, Д.Я. Єфіменко та ін. – Суми: Сад, 2008.– 12 с.
12. Полторецький С. П. Удосконалення елементів технології вирощування гречки на насіння в підзоні нестійкого зволоження південного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». / С. П. Полторецький. – Київ, 2002. – 21с.

REFERENCES:

1. Averchev O.V., Fesenko H.O. Rozvytok rynku krup`ianykh kultur v umovakh pandemii Sovid-19. Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriia: Ekonomika: Naukovyi zhurnal. Vyp. 6. – Kherson: Vydavny-chyi dim «Helvetyka», 2021. Str.31-43.
2. Averchev O.V., Averchev Yu.V., Bilonozhko V.Ia. Rist, rozvytok i produktyvnist hrechky v zalezhnosti vid strokiv, sposobiv i normy vysivu nasinnia. Zbirnyk naukovykh prats Umanskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. – Uman, 2001. – Vyp. 53. – S. 61-67.
3. Ahrobiolohichni ta ekolohichni osnovy vyrobnytstv hrechky : Monohrafiia / V.Ia. Bilonozhko, A.P. Berezovskyi, S.P. Poltoretskyi, N.M. Poltoretska ; Za red. V.Ia. Bilonozhka. – Mykolaiv: Vydavnytstvo Iryny Hudym, 2010. – 332 s.
4. Aleksieieva O.S. Hrechka. Kyiv: Urozhai, 1976. 134 s.
5. Ulianchenko M.S. Vplyv strokiv sivby na produktyvnist hrechky. VISNYK Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademiiStorinka molodoho vchenoho. № 2. 2018. S. 166-171
6. Rarok A.V. Udoskonalennia tekhnolohii vyroshchuvannia hrechky optymizatsiieiu sposobiv sivby / Visnyk ahrarnoi nauky. 2015. Lystopad. S. 73-75
7. Marek Ruszkovsky. Structure of yield, yield architecture and buckwheat productivity // Proceedings of the 4th Intern.Symp. on Buckwheat, 1989, V.I – p. 5.
8. Pryroda Khersonskoi oblasti. Fizyko-heohrafichnyi narys. – Pid red. M.F. Boiko. – K.: Fitosotsiotsentr, 1998. – 120 s.
9. Onlain-kataloh sortiv hrechky https://pdatu.edu.ua/pro-universytet/onlajn-katalog-sortiv-grechki.html (data zvernennia 27.11.2023)
10. Mizernyi V. Obyraiemo sorty hrechky / V. Mizernyi. – Agroexpert. – 2013. – Vyp. 4 (33). – S. 44-45.
11. Naukovo-vyrobnychi rekomendatsii po tekhnolohii vyroshchuvannia hrechky / V.M. Ivchenko, S.P. Sidlichenko, M.P. Bondarenko, D.Ia. Yefimenko ta in. – Sumy: Sad, 2008.– 12 s.
12. Poltoretskyi S. P. Udoskonalennia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia hrechky na nasinnia v pidzoni nestiikoho zvolozhennia pivdennoho Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stup. kand. s.-h. nauk: spets. 06.01.09 «Roslynnytstvo». / S. P. Poltoretskyi. – Kyiv, 2002. – 21s.

Аверчев О.В., Йосипенко І.В., Нікітенко М.П. Вплив строків сівби на продуктивність сортів гречки в умовах півдня України

Анотація. У статті представлено результати дослідження впливу строків сівби на продуктивність сортів гречки в умовах Півдня України. За результатами проведеного дослідження встановлено, що вплив строку сівби на продуктивність сортів гречки в умовах півдня України є складною та багатоплановою проблемою.

Оптимальний вибір строку сівби вимагає комплексного підходу, який базується на врахуванні температурних умов, вологості ґрунту та тривалості світлового дня. Нашими дослідженнями встановлено, що найбільш сприятливі умови для росту і розвитку рослин було зафіксовано у 2020 році. Зафіксовано, що кращі умови для виживання рослин гречки були в 2020 році – 166-163 шт./м^2 (або 94 %), в той час як у 2021 році цей показник був найнижчим – 122-120 шт./м^2, або 71 %. Низьке виживання у 2021 році було пов'язане з випадінням рослин внаслідок посухи. Найвищий відсоток збереження рослин (84,2-88,0 %, в залежності від сорту) відзначено за сівби гречки у першій декаді травня. Сівба сортів гречки у першій декаді травня сприяла збільшенню висоти рослин на 8-12 %, в залежності від сорту (в середньому за роки досліджень). При цьому ж строку посіву зафіксовано інтенсивніше формування площі листової поверхні. У середньому за 2020-2021 рр. сорт Єлена виявився лідером за площею листкової поверхні у фазі цвітіння та на початку плодоутворення – 40,4 та 42,4 тис. м^2/га, що на 14-16 % перевищувало сорт Оранта (у середньому за строки сівби). При сприятливих агрометеорологічних умовах другого строку сівби посіви гречки мали на 6-24 % більшу асиміляційну площу листя порівняно з іншими строками.

За два роки найвища врожайність була зафіксована при сівбі в першій декаді травня для обох сортів. Сорт Єлена показав найкращий результат, досягнувши максимальної урожайності 1,63 т/га за сівби у цей строк.

Загальний висновок з проведених досліджень та розгляду практичного досвіду полягає в тому, що правильно обраний строк сівби може суттєво вплинути на високу якість та кількість врожаю гречки. Найбільшу увагу слід приділяти врахуванню температурних умов, вологості ґрунту та тривалості світлового дня при виборі оптимального періоду для сівби. Важливо враховувати специфіку кожного сорту гречки, оскільки різні сорти можуть виявляти різну реакцію на зміни у кліматичних умовах.

Ключові слова: гречка, сорт, строк посіву, площа листової поверхні, продуктивність, урожайність.

Averchev O.V., Yosypenko I.V., Nikitenko M.P. The influence of sowing time on the productivity of buckwheat varieties in southern Ukraine

The article presents the results of the study of the influence of sowing time on the productivity of buckwheat varieties in the conditions of southern Ukraine. According to the results of the study, it was found that the influence of sowing time on the productivity of buckwheat varieties in the conditions of southern Ukraine is a complex and multifaceted problem.

The optimal choice of sowing time requires an integrated approach based on temperature conditions, soil moisture and daylight hours. Our research has shown that the most favorable conditions for plant growth and development were recorded in 2020. It was recorded that the

best conditions for the survival of buckwheat plants were in 2020 – 166-163 units/m^2 (or 94%), while in 2021 this figure was the lowest – 122-120 units/m^2 or 71%. The low survival rate in 2021 was due to the loss of plants due to drought. The highest percentage of plant survival (84.2-88.0%, depending on the variety) was recorded when buckwheat was sown in the first ten days of May. Sowing buckwheat varieties in the first decade of May contributed to an increase in plant height by 8-12%, depending on the variety (on average over the years of research). At the same sowing date, more intensive formation of leaf surface area was recorded. On average, in 2020-2021, the variety Yelena was the leader in leaf surface area in the flowering phase and at the beginning of fruit formation – 40.4 and 42.4 thousand m^2/ha, which was 14-16% higher than the variety Oranta (on average for sowing dates). Under favorable agro-meteorological conditions of the second sowing term, buckwheat crops had 6-24% more assimilative leaf area compared to other terms.

For two years, the highest yield was recorded when sown in the first decade of May for both varieties. The variety Yelena showed the best result, reaching a maximum yield of 1.63 t/ha when sown at this time.

The general conclusion from the research and practical experience is that the right sowing date can significantly affect the high quality and quantity of buckwheat harvest. The greatest attention should be paid to temperature conditions, soil moisture and daylight hours when choosing the optimal sowing period. It is important to take into account the specifics of each buckwheat variety, as different varieties may show different responses to changes in climatic conditions.

Key words: buckwheat, variety, sowing time, leaf area, productivity, yield.

УДК 631.58:631.51:(502.06)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.2

ТОЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО ЯК ЧИННИК ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ТА ЗАХИСТУ ҐРУНТІВ

БОЙКО М.О. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0009-0001-2291-3164
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Термін «точне землеробство» (Precision Agriculture) з'явився в кінці 20-го століття, але сама ідея точного землеробства виникла раніше, починаючи з 1980-х років. Перша згадка про точне землеробство у літературі може бути пов'язана з розвитком технологій, таких як глобальні позиційні системи (GPS), які стали використовуватися в аграрному секторі для отримання точних геопросторових даних. Одним із перших використань терміна «точне землеробство» у літературі є стаття J. P. Lavett «Precision Agriculture» опублікована в журналі «Agricultural Engineering» у 1988 році. Однак сама ідея використання точних технологій для оптимізації сільськогосподарського виробництва розвивалася протягом багатьох років, підходи точного землеробства широко використовували малі фермерські господарства у Японії [1].

Майже 30 років тому фермери США почали впроваджувати «точні» технології: використовувати GPS, дані супутників, змінні норми внесення ресурсів та ін. І цей «американський прорив» полягав не лише у застосуванні космічних технологій і модернізації обладнання, але й у зміні підходу до землеробства: поки в деяких країнах світу ще тривала «гонка за врожайністю», американські фермери намагалися досягнути максимального «профіту» через оптимізацію використання ресурсів [2].

З часом точне землеробство стало все більш популярним і використовуваним у сільському господарстві завдяки розвитку сучасних технологій, які дозволяють фермерам ефективніше управляти своїми ресурсами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Закордонний і вітчизняний досвід свідчить про високу ефективність технологій точного землеробства. Зокрема, у своїх дослідженнях John V Stafford висвітлює популярність точного землеробства у сільськогосподарській галузі протягом останнього десятиліття. З появою супутникової системи глобального позиціонування фермери отримали можливість враховувати просторову мінливість. Ця тема «керована технологіями», багато інженерних розробок використовувались, а розуміння біологічних процесів у локальному масштабі відстає. Тому, науковцем було визначено про необхідність подальшого розвитку технологій, особливо в області систем зондування та картографування для надання просторово пов'язаних даних про врожай, ґрунт і фактори навколишнього середовища. Точне землеробство є «інформативним» і не може бути реалізоване без зростаючого прогресу в мережевих і комп'ютерних обчислювальних потужностях. Точне землеробство, як концепція управління врожаєм, може відповідати значному зростаючому екологічному, економічному, ринковому та громадському тиску на орне сільське господарство [3].

Дослідження Rodrigues H. та ін. не лише підкреслюють глобальну застосовність методів проксимального та дистанційного зондування у точному землеробстві, але й розкривають певні нюанси їх інтеграції у виробництво. Результати розвідок науковців підтверджують ефективність передових технологій у вирішенні проблем, пов'язаних із неоднорідністю ґрунту, прокладаючи шлях до більш прогресивних та індивідуальних сільськогосподарських методів у всьому світі [4]. Інформація про просторово-часову мінливість властивостей і стану ґрунту у межах сільськогосподарського ландшафту є життєво необхідною для визначення зон управління, що підтримують точне землеробство (PA). Для оцінки властивостей ґрунту, стану, процесів та їх просторово-часової мінливості, Pathirana S. та ін. рекомендують застосовувати методи георадару (GPR) і електромагнітної індукції (EMI) [5].

Вітчизняні науковці Бурляй А. П. та Охрименко Б. О. розглядають значення точного землеробства як напрям модернізації аграрного виробництва. У результаті досліджень науковці сформулювали власне визначення точного землеробства, а саме: це інтегрована інформаційно-технологічна система управління аграрним виробництвом на основі використання інноваційних цифрових технологій, яка полягає в зборі часових і просторових даних, їх обробці та аналізі з метою оптимального використання ресурсів, поліпшення якості продукції, підвищення ефективності виробництва та охорони навколишнього природного середовища [6].

Третяк А. М. та ін. зауважують що з урахуванням потужного земельного потенціалу Україна має всі можливості для повноцінного та більш широкого розвитку методів точного землеробства для виробництва органічних продуктів. Крім цього, нетрадиційне землекористування несе соціально-економічні та екологічні вигоди для суспільства, а саме: збереження і поліпшення родючості ґрунтів, відновлення біорізноманіття; розвиток сільських територій та підвищення зайнятості на селі; забезпечення продовольчої безпеки держави, збереження здоров'я нації шляхом насичення внутрішнього ринку України високоякісними сертифікованими органічними продуктами [7,8].

Бойко М.О. відзначає, що ефективним засобом точного землеробства на сьогодні є біотехнології, які спрощують та покращують традиційні процеси селекції рослин, що дозволяє підвищити ефективність агробізнесу. У багатьох країнах методами генетичної і клітинної інженерії були створені високопродуктивні і стійкі до

шкідників та хвороб сорти і гібриди сільськогосподарських рослин, також розроблена техніка оздоровлення рослин від накопичених інфекцій, що особливо важливо для культур, які розмножуються вегетативно (картопля й ін.) [9, 10]. Але розвиток сучасного агробізнесу вимагає глибших досліджень у цьому конкретному напрямі.

Мета: висвітлити роль точного землеробства як ключового чинника забезпечення екологічної стійкості та захисту ґрунтів в умовах сучасного ведення агробізнесу.

Результати досліджень. Точне землеробство може відігравати важливу роль у забезпеченні екологічної стійкості та захисту ґрунтів у сільськогосподарському виробництві. Кожне поле – неоднорідне і має свої екстраординарні характеристики. Зважуючи на них, можна суттєво оптимізувати використання ресурсів, значно збільшити врожайність культур та підвищити їх рентабельність. Досягнути цього можна за допомогою методів точного землеробства. Для цього використовують сучасні технології, такі як супутникові системи та датчики, для отримання точних геопросторових даних про ґрунт, які потім аналізують для визначення особливостей кожного поля та розробки індивідуальних стратегій обробітку для кожної ділянки.

Для мінімізація впливу на ґрунт застосовують системи точного землеробства, такі як GPS-контрольовані трактори та обприскувачі, щоб уникнути непотрібного процесу зміни структури ґрунту. За допомогою методів точного землеробства встановлюються точні дози для внесення добрив та засобів захисту рослин залежно від потреб кожного сегмента поля. Диференційоване внесення добрив передбачає застосування добрив на різних ділянках відповідно до заздалегідь встановленої карти поля, яка розроблена на основі різних типів інформації: ґрунтові відмінності, аналіз ґрунту, карти урожайності, рельєф, карта електропровідності ґрунту, NDVI, ділянки за потенціалом тощо. Використання необхідної кількості продукту в потрібному місці допомагає ефективно використовувати потенціал кожної неоднорідної ділянки поля та вхідних ресурсів і отримати додатковий економічний ефект [11].

Також, при точному землеробстві використовуються системи автоматизованого поливу, які можуть прецизійно регулювати обсяг води в залежності від потреб рослин і вологості ґрунту. Удосконалені зрошувальні системи у поєднанні з датчиками ґрунту приносять більший прибуток, ніж традиційні зрошувальні системи. Технологія змінної норми висіву насіння дозволяє розрахувати густоту росту рослин по полю в залежності від родючості ґрунту, запасів вологи і рельєфу. Сівалка з системою диференційованого посіву збільшує норму висіву на більш продуктивних ділянках і зменшує там, де рослини ростуть гірше. У результаті – економія насіння сягає 3-8%, а це $4,5-12/га [12].

Щодо останніх розробок методів точного землеробства у світі можна привести такі приклади. У лютому 2022 р. компанія Deere & Company відкрила центр розробки в Остіні (США), який зосереджується на розробці програмного забезпечення, що використовується в автономних тракторах і допомагає техніці брати дані з хмари та сигнали GPS, щоб їхати точним шляхом. А компанія Trimble Inc. запустила віртуальну ферму – це інтерактивний онлайн-досвід для фермерів у всьому світі, щоб зануритися в точне землеробство. У цьому новому онлайн-інструменті користувачі проходять через цифрову ферму та визначають загальні проблеми, з якими вони стикаються щодня.

У вересні 2022 р. компанія Trimble Inc. придбала французьку компанію Bilberry, яка спеціалізується на системах технології селективного обприскування для сталого землеробства. Завдяки цьому Trimble Inc. отримує доступ до технології штучного інтелекту (ШІ) від Bilberry, яка в режимі реального часу визначає різноманітні види бур'янів для широкого діапазону типів культур. У червні цього ж року корпорація Kubota у партнерстві з Національним центром електроніки та комп'ютерних технологій (NECTEC-NSTDA) розробила таїландську програму KAS Crop Calendar, програму календаря врожаю рису на базі KUBOTA Agri Solution [13]. Світовий ринок точного землеробства у 2022 р. оцінювався в $7,9 млрд, а прогнозується, що у 2027 р. він сягне $14,6 млрд.

Аграрії, які впроваджують інновації у технологічні процеси, повинні здійснювати повний моніторинг сільськогосподарських угідь за допомогою сучасних інформаційних засобів контролю та обліку. Механічне обладнання, традиційні методи землеробства відійшли на другий план. На даний час застосовування їх, це даремна витрата матеріальних і фінансових ресурсів, а також часу, так як сучасний світ дуже швидко змінюється та постійно вдосконалюється. Крім того необхідно враховувати постійні кліматичні зміни, які безпосередньо негативно впливають на аграрний сектор економіки, вимагаючи від сільськогосподарських товаровиробників бути більш обачливими у виборі новітніх наукових розробок та технологій.

Хоча точне землеробство має багато переваг, таких як підвищення врожаїв та оптимізація використання ресурсів, існують також потенційні ризики та проблеми для українських аграріїв. Впровадження точних технологій вимагає значних витрат на спеціалізоване обладнання, що може бути фінансово важким для малих сільськогосподарських підприємств. Робота з точними технологіями вимагає від фермерів високого рівня технічної компетентності та навичок, а це потенційний виклик для тих, хто не має доступу до достатньої технічної підготовки [14, 15].

Також, підприємства які використовують точне землеробство, можуть стати більш залежними від технологій, і у випадку форс-мажору або якихось неполадок техніки виникають ризики для отримання стабільного врожаю. Використання сучасних технологій, таких як датчики та системи GPS, породжують проблеми з конфіденційністю даних щодо зібраних врожаїв, робочих методів та рівня продуктивності. І головне, впровадження автоматизованих технологій може призводити до втрати робочих місць у сільському господарстві та інших галузях, а це викликає соціальні та економічні труднощі у сільських громадах.

Без перебільшення можна сказати, що до початку повномасштабної війни України з росією майже поло-

вина вітчизняних сільськогосподарських суб'єктів господарювання, які мали в обробітку більше ніж 2,0 тис. га ріллі, частково застосовували на практиці елементи точного землеробства або мали наміри використовувати їх. Практично у більшості потужних сільськогосподарських суб'єктів господарювання активно почали використовувати автоматичні системи управління сільськогосподарською технікою, визначати точні обриси полів та проводити нерегулярні аналізи мінерального складу ґрунтів.

Слід зазначити, що на даний час технології точного землеробства не завжди можна використовувати у повній мірі через воєнний стан в державі. Наразі у прифронтових територіях фермерам вже надано можливість працювати із застосуванням агродронів, але немає впевненості у тому, що безпілотник не буде втрачено через випадкове збиття. Крім цього, для нормального використання та управління цивільним безпілотником необхідно мати потужний та стабільний сигнал, який на даний час оператор не гарантує надати.

Невтішним є приклад аграрного підприємства на Миколаївщині, коли його власник у 2020 р. припинив використовувати методи точного землеробства після аномальної посухи у регіоні. Своє рішення аграрій аргументував тим, що через відсутність вологи у метровому шарі ґрунту немає сенсу проводити складні аналізи ґрунтів та задарма експериментувати і витрачати дороговартісні добрива. На його думку краще контролювати наявність продуктивної вологи і визначати ступінь інтенсивності технології саме за цим критерієм. Але, незважаючи на цей негативний приклад в Україні достатньо інших ствердних випадків реальної економічної ефективності застосування методів точного землеробства [16].

На сьогодні аграріям важливо зважати на різноманітні фактори при веденні сільськогосподарської практики та впроваджувати точне землеробство з урахуванням всіх можливих викликів та переваг.

Висновки. На даний час український народ на власній території відстоює мир і свою незалежність, надаючи відсіч російським агресорам. В економіці сільськогосподарського сектору передбачуваність і економічна стабільність є вагомими для успіху агровиробників, особливо в умовах невизначеності. Використання сучасних технологій допоможе агровиробникам ефективно використовувати ресурси, такі як вода, добрива та енергія, що призводить до зменшення витрат і підвищення економічної ефективності виробництва. Точне землеробство дозволяє зменшити використання хімічних речовин, таких як добрива та пестициди, за рахунок їхньої більш точного і спрямованого використання, при цьому буде зменшено негативний вплив на ґрунт, водне середовище та біорізноманіття. Точне землеробство часто пов'язане з використанням сучасних інформаційних технологій, таких як системи глобального позиціонування (GPS) та датчики. Це дозволить агровиробникам збирати та аналізувати дані для прийняття більш обґрунтованих рішень у виробничому процесі. Загальною метою точного землеробства є оптимізація процесів виробництва, зменшення втрат та максимізація виробничої ефективності. Це може суттєво сприяти ревіталізації аграрного сектору і забезпечити стабільне та продуктивне сільське господарство і продовольчу безпеку країни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Sasao A. & Shibusawa S. Prospects and Strategies for Precision Farming in Japan. 2020. URL: https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/jarq/34-4-233-238_0.pdf (дата звернення: 20.01.24).
2. Точне землеробство по-американськи: не впроваджувати інновації – дорого! URL: https://www.agrilab.ua/tochne-zemlerobstvo-po-amerykansky-ne-vprovadzhuvaty-innovatsiyi-dorogo/ (дата звернення: 21.01.24).
3. John V Stafford. Implementing Precision Agriculture in the 21st Century. *Journal of Agricultural Engineering Research.* 2020. Vol. 76, Issue 3. Pp. 267-275. https://doi.org/10.1006/jaer.2000.0577
4. Rodrigues, H., Ceddia, M.B., Vasques, G.M., (…), Neves, M.L., Tavares, S.R.L. Remote Sensing and Kriging with External Drift to Improve Sparse Proximal Soil Sensing Data and Define Management Zones in Precision Agriculture. *AgriEngineering.* 2023. 5(4), 2326-2348; https://doi.org/10.3390/agriengineering5040143
5. Pathirana, S., Lambot, S., Krishnapillai, M., (…), Smeaton, C., Galagedara, L. Ground-Penetrating Radar and Electromagnetic Induction: Challenges and Opportunities in Agriculture. *Remote Sens.* 2023. 15(11), 2932; https://doi.org/10.3390/rs15112932
6. Бурляй А. П., Охрименко Б. О. Точне землеробство як напрям модернізації аграрного виробництва. *Modern Economics.* 2021. № 29(2021). С. 29-34. DOI: https://doi.org/10.31521/modecon.V29(2021)-05
7. Третяк А. М., Москаленко А. М., Ляшинський В. Б. Світові та українські тенденції розвитку нетрадиційного сільськогосподарського землекористування. *Агросвіт.* 2022. № 3. С. 19–30. DOI: 10.32702/2306-6792.2022.3.19.
8. Бойко М. О. Органічне виробництво – пріоритетний аспект екологічного розвитку країни. Екологічний стан навколишнього середовища та раціональне природокористування в контексті сталого розвитку : матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (26–27 жовтня 2023, м. Херсон) / О. А. Дюдяєва, О. Т. Євтушенко; ХДАЕУ. Одеса: Олді+, 2023. С. 29-32.
9. Бойко Л., Бойко М. Біотехнології як елемент екологічних інновацій в агробізнесі. Інноваційні екологобезпечні технології рослинництва в умовах воєнного стану: Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ 31 серпня 2023 року). 2023. С. 34-36.
10. Бойко М. О. Посухостійкі культури для зернового клину півдня України. Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference. Copenhagen, Denmark. 2023. Pp. 23-25. URL: https://isg-konf.com/world-trends-realities-and-accompanying-problems-of-development/
11. Диференційоване внесення добрив URL: https://www.agrilab.ua/services/dyferentsijovane-vnesennya-dobryv/ (дата звернення: 22.01.24).
12. Змінні норми висіву насіння. URL: https://www.agrilab.ua/services/zminni-normi-visivu-nasinnya/ (дата звернення: 22.01.24).

13. Розвиток точного землеробства у світі та його вплив на сільське господарство. URL: https://hub.kyivstar.ua/articles/rozvytok-tochnogo-zemlerobstva-u-sviti-ta-jogo-vplyv-na-silske-gospodarstvo (дата звернення: 23.01.24).
14. Бойко, Л. О. (2024). Виклики та проблеми фермерських господарств у період невизначеності. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління,* (11). https://doi.org/10.54929/2786-5738-2024-11-04-02
15. Бойко Л. Перспективи розвитку сімейних фермерських господарств в умовах конкурентного ринку. *Таврійський науковий вісник. Серія «Економіка»*. 2020. № 2. С. 78–85.
16. Точне землеробство за умов війни: сенс та економічна доцільність. URL: https://agrobusiness.com.ua/tochne-zemlerobstvo (дата звернення: 23.01.24).

REFERENCES:

1. Sasao, A. & Shibusawa, S. (2020). Prospects and Strategies for Precision Farming in Japan. URL: https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/jarq/34-4-233-238_0.pdf (Last accessed:20.01.2024).
2. Tochne zemlerobstvo po-amerykansky: ne vprovadzhuvaty innovatsii – doroho! [Precision agriculture in an American way: it is expensive not to implement innovations!]. URL: https://www.agrilab.ua/tochne-zemlerobstvo-po-amerykansky-ne-vprovadzhuvaty-innovatsiyi-dorogo/ (Last accessed:21.01.2024).
3. John V Stafford. (2020). Implementing Precision Agriculture in the 21st Century. Journal of Agricultural Engineering Research. Vol. 76, Issue 3. Pp. 267-275. https://doi.org/10.1006/jaer.2000.0577
4. Rodrigues, H., Ceddia, M.B., Vasques, G.M., (…), Neves, M.L., Tavares, S.R.L. (2023). Remote Sensing and Kriging with External Drift to Improve Sparse Proximal Soil Sensing Data and Define Management Zones in Precision Agriculture. AgriEngineering. 5(4), 2326-2348; https://doi.org/10.3390/agriengineering5040143
5. Pathirana, S., Lambot, S., Krishnapillai, M., (…), Smeaton, C., Galagedara, L. (2023). Ground-Penetrating Radar and Electromagnetic Induction: Challenges and Opportunities in Agriculture. Remote Sens. 15(11), 2932; https://doi.org/10.3390/rs15112932
6. Burliai A. & Okhrymenko B. (2021). Tochne zemlerobstvo yak napriam modernizatsii ahrarnoho vyrobnytstva [Precision Agriculture as a Direction of Modernization of Agricultural Production]. Modern Economics. 29(2021), 29-34. DOI: https://doi.org/10.31521/modecon.V29(2021)-05. [in Ukrainian]
7. Tretiak, A., Moskalenko, A. and Liashynskyi, V. (2022). Svitovi ta ukrainski tendentsii rozvytku netradytsiinoho silskohospodarskoho zemlekorystuvannia [World and ukrainian trends in the development of non-conventional agricultural land use]. Ahrosvit [Agrosvit], vol. 3, pp. 19–30. DOI: 10.32702/2306-6792.2022.3.19 [in Ukrainian]
8. Boiko, M.O. (2023). Orhanichne vyrobnytstvo – priorytetnyi aspekt ekolohichnoho rozvytku krainy [Organic production is a priority aspect of the country's ecological development]. Ekolohichnyi stan navkolyshnoho seredovyshcha ta ratsionalne pryrodokorystuvannia v konteksti staloho rozvytku : materialy VI Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (26–27 zhovtnia 2023, m. Kherson) / O. A. Diudiaieva, O. T. Yevtushenko ; KhDAEU. Odesa : Oldi+ [Ecological condition of the environment and efficient nature management in the context of sustainable development : Materials of the 6th International Scientific-Practical Conference (October 26–27, 2023, Kherson) / O. A. Diudiaieva, O. T. Yevtushenko; KSAEU. Odesa: Oldi+,]. С. 29-32. URL: https://dspace.ksaeu.kherson.ua/bitstream/handle/123456789/8755/ [in Ukrainian]
9. Boiko, L. & Boiko, M. (2023). Biotekhnolohii yak element ekolohichnykh innovatsii v ahrobiznesi [Bio-technologies as an element of ecological innovations in agribusiness]. Innovatsiini ekolohobezpechni tekhnolohii roslynnytstva v umovakh voiennoho stanu: Materialy II Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Kyiv 31 serpnia 2023 roku) [Innovative environmentally friendly technologies of crop production under martial law: Materials of the 2nd National Scientific-Practical Conference (Kyiv, August 31, 2023)]. С. 34-36. URL: https://dspace.ksaeu.kherson.ua/bitstream/handle/123456789/8137 [in Ukrainian]
10. Boiko, M.O. (2023). Posukhostiiki kultury dlia zernovoho klynu pivdnia Ukrainy [Drought-resistant crops for the grain area of the South of Ukraine]. Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference. Copenhagen, Denmark – Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference. Copenhagen, Denmark. Pp. 23-25. URL: https://isg-konf.com/world-trends-realities-and-accompanying-problems-of-development/ [in Ukrainian]
11. Dyferentsiiovane vnesennia dobryv [Differentiated application of fertilizers]. URL: https://www.agrilab.ua/services/dyferentsijovane-vnesennya-dobryv/ (Last accessed: 22.01.2024).
12. Zminni normy vysivu nasinnia [Changeable seeding rates]. URL: https://www.agrilab.ua/services/zminni-normi-visivu-nasinnya/ (Last accessed:22.01.2024).
13. Rozvytok tochnoho zemlerobstva u sviti ta yoho vplyv na silske hospodarstvo. [The development of precision agriculture in the world and its impact on the agrarian sector]. URL: https://hub.kyivstar.ua/articles/rozvytok-tochnogo-zemlerobstva-u-sviti-ta-jogo-vplyv-na-silske-gospodarstvo (Last accessed:23.01.2024).
14. Boiko, L. O. (2024). Vyklyky ta problemy fermerskykh hospodarstv u period nevyznachenosti [Challenges and Problems of Farms in the Period of Uncertainty]. Problemy suchasnykh transformatsii. Seriia: ekonomika ta upravlinnia [Problems of Modern Transformations. Series: Economics and Management], (11). https://doi.org/10.54929/2786-5738-2024-11-04-02 [in Ukrainian]
15. Boiko, L. (2020) Perspektyvy rozvytku simeinykh fermerskykh hospodarstv v umovakh konkurentnoho rynku [Prospects of the development of family farms under conditions of a competitive market]. Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriia: Ekonomika [Tauride scientific bulletin. Series: Economics], vol. 2, pp. 78–85. [in Ukrainian]
16. Tochne zemlerobstvo za umov viiny: sens ta ekonomichna dotsilnist [Precision agriculture under war conditions: the meaning and economic appropriateness]. URL: https://agrobusiness.com.ua/tochne-zemlerobstvo (Last accessed:23.01.2024).

Бойко М.О. Точне землеробство як чинник забезпечення екологічної стійкості та захисту ґрунтів

Мета дослідження: висвітлити роль точного землеробства як ключового чинника забезпечення екологічної стійкості та захисту ґрунтів в умовах сучасного ведення агробізнесу. **Результати досліджень.** Дослідження підтверджують, що точне землеробство може мати позитивний вплив на екологію та ґрунти, зокрема шляхом зменшення адверсного ефекту на навколишнє середовище та оптимізації використання ресурсів. Точне землеробство дозволяє агровиробникам точно та спрямовано вносити добрива та пестициди на поле, уникнувши перекриття та надмірного використання, це зменшує витрати на хімічні речовини та мінімізує їх потенційний вплив на водні ресурси та ґрунт. Сучасні агротехнічні методи, включаючи точне землеробство, сприяють збереженню родючого шару ґрунту, це зменшує ризик ерозії та допомагає утримати ґрунтові ресурси. Використання точного землеробства, включаючи сучасні системи поливу, може значно зменшити витрати води. Системи автоматичного поливу, які використовують дані сенсорів та інших технологій, дозволяють агровиробникам ефективно зберігати вологу та уникати перевитрат води. Впровадження точного землеробства сприяє оптимізації використання ресурсів, таких як паливо, енергія та добрива. Це допомагає зменшити вплив сільського господарства на екосистеми та забезпечує сталий розвиток. **Висновки.** Дослідження свідчать про те, що точне землеробство може сприяти створенню більш екологічно стійких та стало ефективних аграрних систем, зменшуючи вплив на довкілля та сприяючи сталому використанню ресурсів. Хоча точне землеробство має багато позитивних моментів, воно також може мати деякі негативні наслідки, особливо якщо його застосовувати без врахування екологічних та соціальних аспектів. Важливо враховувати ці рекомендації та розвивати точне землеробство з урахуванням збалансованого підходу.

Ключові слова: агробізнес, агровиробники, екологія, ґрунт, сучасні технології, агротехнічні методи.

Boiko M.O. Precision agriculture as a factor of ecological sustainability and soil protection

The research purpose: to define the role of precision agriculture as a key factor of ecological sustainability and soil protection under conditions of modern agribusiness practices. **The research results.** Studies confirm that precision agriculture can have a positive impact on ecology and soils, in particular, through reducing an adverse effect on the environment and optimizing the use of resources. Precision agriculture allows agricultural producers to precisely and accurately apply fertilizers and pesticides in the field, avoid overlapping and excessive use. It reduces expenses for chemical substances and minimizes their potential impact on water resources and soil. Modern agro-technological methods including precision agriculture contribute to retaining a fertile soil layer. It reduces a risk of erosion and assists in preserving soil resources. Using precision agriculture, including modern irrigation systems can considerably reduce water expenditure. Systems of automatic irrigation using sensor data and other technologies allow agricultural producers to efficiently retain moisture and avoid additional water expenditure. Implementation of precision agriculture contributes to optimization of utilizing resources such as fuel, energy and fertilizers. It assists in reducing the impact of agriculture on ecosystems and ensures sustainable development. **Conclusions.** The research shows that precision agriculture can contribute to creation of more ecologically sustainable and sustainably efficient agricultural systems, reducing the impact on the environment and assisting in sustainable use of resources. Though precision agriculture has many positive aspects, it can also have some negative consequences, especially when used without taking into consideration its ecological and social aspects. It is important to take into account these recommendations and develop precision agriculture taking a balanced approach.

Ключові слова: agribusiness, agricultural producers, ecology, soil, modern technologies, agro-technological methods.

УДК 631.559:633.35
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.3

СИМБІОТИЧНА АКТИВНІСТЬ ГОРОХУ ПОСІВНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВОГО СКЛАДУ ТА ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ

ВУЙКО О.М. – аспірант
orcid.org/0000-0002-1607-0869
Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Основою для складання науково обґрунтованої системи удобрення будь-якої сільськогосподарської культури є баланс поживних речовин у ґрунті [1-3].

У сучасних реаліях вирощування сільськогосподарських культур основну масу внесених добрив складають азотні, вартість придбання яких змушує багатьох аграріїв задуматися про інші джерела надходження азоту в ґрунт. Вирішення проблеми дефіциту азоту в ґрунті є актуальним завданням для багатьох аграріїв, одним із шляхів її вирішення є збільшення частки. симбіотичного азоту в агроценозах, це досягається шляхом створення симбіозу бобових з відповідними видами бульбочкових бактерій [4–7].

За технологією вирощування гороху провідну роль відіграє процес стимуляції азотфіксації, оскільки нестача азоту негативно позначається на інтенсивності ростових процесів, функціонуванні фотосинтетичного апарату та синтезі нітрогеновмісних органічних сполук, які в обмежує формування репродуктивних органів і призводить до зниження врожайності та зниження якості зерна. а також зменшує кількість накопиченого азоту в процесі симбіотичної азотфіксації [8-11]. Тому такі дослідження є актуальними у світовій економіці та їх розвиток має особливе значення для визначення зернобобових культур як незамінних джерел рослинного білка та поповнення ґрунту біологічним азотом [12-15].

Відомо, що первинна взаємодія мікроорганізмів і рослин під час утворення симбіозу починає відбуватися вже під час проростання насіння бобових, коли біологічно активні речовини, які інтенсивно виділяються насінням у навколишнє середовище, можуть впливати на властивості бульбочкових бактерій, а саме: вони можуть стимулювати активність росту ризобій. впливають на здатність специфічних бульбочкових бактерій утворювати симбіотичні стосунки з рослинами [16–18].

У свою чергу, бульбочкові бактерії ініціюють утворення на коренях бобових культур спеціалізованих органів – бульбочок, після чого між рослиною та бактеріями виникає симбіоз: бактерії зв'язують атмосферний молекулярний азот, передають його рослині, яка, у свою чергу, забезпечує їх поживними речовинами [19–21].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями багатьох учених доведено позитивний ефект передпосівної обробки насіння гороху інокулянтами. Болюра Є.В. у своїх дослідженнях показує, що обробка Binitro підвищує польову схожість насіння, і він виявив, що за роки досліджень польова схожість насіння становила 81,5% – у варіантах без інокуляції, а у варіантах з посівом інокульованого насіння вона зросла до 90,0%. Результати його досліджень також показали, що під впливом інокулянту висота рослин у фазі цвітіння зросла на 4,1 см, а інокуляція сприяла значному підвищенню врожайності в середньому на 3,5 ц/га [22].

Довбиш Л.Л. та Кравчук М.М. При застосуванні в наших дослідах препаратів Actiseed та Біоінокулянт-БТУ®-т ми спостерігали збільшення кількості зерен квасолі на 17,1–20 %, а також відзначили покращення якості насіння гороху, зокрема підвищення вмісту білка в зерні на 13,6–17,8 % порівняно з контролем [23].

Мета. Вивчення впливу предпосівної обробки насіння на симбіотичну активність рослин гороху посівного.

Матеріали та методи досліджень. Експериментальну частину роботи виконано протягом 2022-2023 р. На території науково-дослідного господарства «Агрономічне (с. Агрономічне, Вінницького району, Вінницької області) та у лабораторії аналітичних досліджень кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Схема досвіду: А – сорт: 1 – Гайдук; 2 – Карені; В – передпосівна обробка насіння: 1 – без обробки (контроль); 2 – Андеріз; 3 – Біомаг-горох; 4 – Оптимайз-Пульс;

1) Андеріз в нормі 3 л/т для інокуляції посівного матеріалу в день сівби;

2) Біомаг-горох в нормі 3 л/т для інокуляції посівного матеріалу в день сівби;

3) Оптімайз Пульс в нормі 3 л/т для інокуляції посівного матеріалу в день сівби.

Для бактеризації насіння гороху використовували 8–10 л води на 1 т посівного матеріалу, а також вище перелічені досліджувані препарати в рекомендованих нормах.

Бактеризацію насіння проводили на машині ПКС-20 Супер. Технологія вирощування гороху в контрольному варіанті була загальноприйнятою для зони Лісостепу.

Ґрунт дослідної ділянки сірий лісовий, середньо-суглинковий, вміст гумусу за Тюріним – 2,11%, рухомих форм фосфору та калію (за Чіріковим) 108 і 83 мг/кг відповідно, рНКСІ – 5,1. Площа облікової ділянки 25 м^2. Повторність досліду 4-кратна. Експериментальні дані оброблені статистичними методами з використанням програми MS Excel 2016.

Результати досліджень. Досить позитивним засобом покращення умов живлення та розвитку рослин гороху є використання біопрепаратів, які стимулюють симбіотичну азотфіксацію в гороху, за даними досліджень. Загалом застосування досліджуваних препаратів Андеріз, Біомаг-горох та Оптимайз Пульс дозволило збільшити кількість активних бульбочок на 32,4-36,4 % та збільшити їх загальну масу на 21-23 %.

За результатами досліджень можна встановити, що обробка насіння біологічними інокулянтами покращує умови контакту кореневої системи гороху з вірулентними формами ризобій та сприяє більш рясному утворенню ними на коренях активних азотфіксуючих пухирців. Загалом протягом вегетаційного періоду відмічено, що при обробці насіння культури більшість бульбочок мали рожевий колір і розташовувалися на головному корені, що свідчить про активну фіксацію в них молекулярного азоту.

За роки досліджень встановлено ефективність цього технологічного заходу, який разом із сортовими особливостями врожаю призвів до утворення бульбочок на одній рослині в межах 20,77–49,37 шт. і їх маса 0,082-0,237 г залежно від фази росту і розвитку гороху (табл. 1).

Спостереженнями встановлено підвищення симбіотичної активності бульбочок перед фазою цвітіння та пік кількості їх утворення у фазі повного цвітіння, після чого їх кількість і маса зменшуються, що в свою чергу не залежить від фактора та рік дослідження.

Найбільше бульбочок утворювалося на коренях рослини Карені при одночасній обробці насіння Оптимайз Пульс – 38,76 шт. Рослини сорту Гайдук за такого способу обробки насіння мали дещо меншу кількість бульбочок на коренях порівняно з сортом Карені – на 2,06 шт. в середньому за роки досліджень.

Фаза цвітіння порівняно з бутонізацією характеризувалася незначним збільшенням кількості бульбочок на коренях рослин у всіх варіантах досліду. Таким чином, у середньому за роки та за даними досвіду кількість бульбочок зросла на 6,04 шт./рослину або на 16,5%. Водночас під впливом препаратів кількість бульбочок на коренях гороху достовірно відрізнялась від контролю незалежно від досліджуваного сорту – на 32,4–36,4 %.

Погодно-кліматичні умови відіграють важливу роль у формуванні бобів, тому через відсутність опадів у фазі цвітіння в один із років досліджень відбулося значне пригнічення симбіотичної діяльності рослин гороху та найменша кількість бульбочок, що утворилися в середньому за роки досліджень та варіанти обробки насіння, їх кількість. на коренях рослин залежно від сорту зменшилась на 12,6 шт. порівняно з їх кількістю у фазі цвітіння в роки з нормальними погодними умовами.

Важливим показником ефективності взаємодії рослини з азотфіксуючими бактеріями є також маса активних бульбочок. Протягом життєвого циклу досліджуваних сортів він зростав, а також їх кількість перед фазою цвітіння. У середньому за період досліджень маса бульбочок у цій фазі залежно від сорту становила 0,171–0,225 г на одну рослину, що на 9,5 % перевищувало фазу бутонізації та на 23 % фазу формування бобів.

Слід зазначити, що передпосівна обробка насіння гороху відігравала вирішальну роль у формуванні кількості та маси бульбочок на одній рослині. Так, передпосівна інокуляція Андерізом у середньому за роки досліджень та за фазами росту і розвитку рослин сприяла достовірному збільшенню маси бульбочок порівняно з контролем на 0,03-0,06 г, а Біомаго-горох – на 0,06–0,07 г і Оптиміз Пульс – на 0,07–0,09 г залежно від досліджуваного сорту та фази розвитку гороху.

Висновки. У цьому дослідженні встановлено, що найбільшу масу кореневих бульбочок у середньому за роки досліджень відмічали при обробці насіння Оптимайз Пульс – 0,19–0,22 г залежно від сорту, що було найкращим показником серед досліджуваних варіантів

Що стосується ознак сорту, то вони також мали значний вплив на формування симбіотичного апарату рослин гороху незалежно від фази їх росту та розвитку. У середньому за роки досліджень гороху найбільша кількість бульбочок на коренях однієї рослини була у фазі цвітіння сорту Гайдук – 46,5 шт., а їх маса становила 0,225 г.

Таблиця 1

Симбіотична активність бульбочкових бактерій рослин гороху посівного залежно від сортового складу та передпосівної обробки насіння (середнє за 2022–2023 рр.)

Сорт (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Фаза розвитку					
		Бутонізація (ВВСН 51–61)		Цвітіння (ВВСН 65–71)		Формування насіння (ВВСН 71–79)	
		Кількість бульбочок, шт./рослину	Маса бульбочок, г/1 рослину	Кількість бульбочок, шт./рослину	Маса бульбочок, г/1 рослину	Кількість бульбочок, шт./рослину	Маса бульбочок, г/1 рослину
Гайдук	Контроль (вода)	21,40	0,105	27,50	0,133	17,42	0,091
	Андеріз	33,71	0,170	38,20	0,184	22,85	0,118
	Біомаг-горох	35,42	0,178	42,90	0,207	28,63	0,148
	Оптимайз Пульс	36,62	0,187	46,55	0,225	32,24	0,166
Карені	Контроль (вода)	23,43	0,116	27,94	0,121	18,24	0,092
	Андеріз	31,25	0,157	35,34	0,171	25,83	0,130
	Біомаг-горох	32,84	0,166	39,27	0,190	26,60	0,134
	Оптимайз Пульс	38,76	0,196	44,36	0,214	32,22	0,162
$НІР_{05}$		0,62	0,003	0,399	0,004	0,28	0,004
		0,36	0,002	0,426	0,003	0,45	0,004

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дідур І. М., Шевчук В. В. Підвищення родючості ґрунту в результаті накопичення біологічного азоту бобовими культурами. *Сільське господарство та лісівництво.,* 2020. № 16. С. 48–60.
2. Гирка А. Д., Сидоренко Ю. Я., Бочевар О. В., Іщенко В. А. Ефективність добрив, норм висіву та інокуляції насіння у підвищенні зернової продуктивності гороху вусатого морфотипу в північному Степу. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2013. № 14. С. 37–46.
3. Рябокінь,Т. М., Дворецька С. П., Єфіменк Г. М. Продуктивність сортів гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2014. № 16. С. 212–217.
4. Лемішко С. М., Черних С. А., Ярчук І. І. Підвищення прояву ефекту симбіотичної азотфіксації гороху та продуктивності посівів за застосування регуляторів росту, препаратів азотфіксуючих бактерій та органічних біостимуляторів в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2022. № 15. С. 47–52.
5. Венглінський М. О., Глущенко М. К., Годинчук Н. В., Хмара Т. І. Роль мікроелементів у живленні рослин та покращенні родючості ґрунтів. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сер.: Сільськогосподарські науки*. 2014. № 1. С. 73–79. doi: 10.32412/ 2306-5478- (1)2014.02
6. Яцук І. П., Панасенко, В. М., Науменко А. С., Венглінський М. О., Годинчук Н. В. Особливості забезпечення мікроелементами ґрунтів України. *Агроекологічний журнал*. 2015. № 4. С. 63–69. doi: 10.26886/2414-634X.6(42)2020.8
7. Гутянський Р. А., Ільченко Н. К., Шелякіна Т. А., Посилаєва О. О. Урожайність і якість насіння гороху, нуту, сої за впливу забур'яненості, інокуляції та гербіциду. *Селекція і насінництво*. 2018. № 113. С. 179–188.
8. Чинчик О. С. Вплив обробки насіння біопрепаратами на показники структури урожаю та урожайність сортів гороху. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Сільськогосподарські науки*. 2016. № 24 (1) С. 222–229.
9. Огурцов Ю. Є. Урожайність рослин залежно від застосування регуляторів росту рослин і мікродобрива на різних фонах живлення. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2015. № 2 (51). С. 24–28.
10. Телекало Н. В., Мордванюк М. О. Вплив елементів технології на накопичення біологічного азоту посівами гороху посівного. *Сільське господарство та лісівництво.* 2021. № 21. С. 62–68.
11. Камінський В. Ф., Дворецька С. П., Костина Т. П. Вплив передпосівної обробки насіння мікроелементами та біологічними препаратами на урожайність гороху. *Землеробство.* 2012. № 84. С. 82–87. doi: 10.32702/2306-6792.2020.17-18.60
12. Коць С. Я. Дослідження біологічної фіксації азоту в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України. *Фізіологія рослин і генетика*. 2016. № *48* (3). С. 215–231. doi: 10.1407/frg2018.06.463
13. Коваленко О. А. Застосування мікродобрив та біопрепаратів в зоні південного степу України за вирощування гороху. *Сільськегосподарство і лісівництво.* 2021. № 22. С. 22–23. doi: 10.37128/2707-5826-2021-3-2
14. Москалець В. В., Шинкаренко, В. К. Застосування мікробних препаратів і мікроелементних добрив та якість зерна сої. *Агроекологічний журнал*. 2004. № 3. С. 19–24. doi: 10.26886/2414-634X.4(12)2004.06
15. Іщенко В. А. Ефективність використання Ризогуміну і Поліміксобактерину у поєднанні з мікродобривом та регулятором росту при вирощуванні гороху вусатого типу в Північному Степу. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2013. № 17. С. 89–100.
16. Мельникова,Н. М. Формування бобово-ризобіального симбіозу за дії ексудатів насіння люпину. *Наукові записки Тернопільської області НПУ імені Володимира Гнатюка.* 2014. № 60. С. 131–134.
17. Мурач О. М., Волкогон В. В. Формування симбіотичного апарату гороху за впливу бактеріальних препаратів, мікроелементів і стимулятора росту. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 4. С. 55–59.
18. Телекало Н. В. Формування симбіотичної та зернової продуктивності гороху посівного в умовах Лісостепу правобережного. *Таврійський наковий вісник.* 2014. № 89.
19. Гончар, Л. М., Пилипенко, В. С. Польова схожість насіння та густота стояння рослин гороху посівного залежно від удобрення та інокуляції. *Рослинництво та ґрунтознавство.* 2017. № 269. С. 30–36.
20. Князюк О. В., Липовий В. Г., Підпалий І. Ф. Вплив технологічних прийомів вирощування на фотосинтечичну продуктивність гібридів кукурудзи. *Агробіологія*. 2012. № 9. С. 116–120.
21. Пилипенко,В. С., Гончар Л. М., Каленська, С. М. Формування продуктивності гороху залежно від елементів технології вирощування. *Землеробство*. 2016. № 2. С. 51–56.
22. Болюра Є. В. Врожайність гороху залежно від інокуляції насіння препаратом Бінітро. *Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика.* 2019. С. 44–45.
23. Довбиш Л. Л., Кравчук М. М. Вплив біологічних інокулянтів на урожайн. сть та якість гороху посівного (pisum sativum) у органічному виробництві. *Наукові читання 2020: збірн. тез доп. наук.-практ. конф. наук.-пед. працівн., докторантів, аспірантів та молодих вчених агрон. ф-ту.*

REFERENCES:

1. Didur, I. M., Shevchuk, V. V. (2020), *Pidvyshchennia rodiuchosti gruntu v rezultati nakopychennia biolohichnoho azotu bobovymy kulturamy. Agriculture and forestry* [Increasing soil fertility as a result of the accumulation of biological nitrogen by leguminous crops], Vinnytsia. [in Ukrainian]
2. Hyrka A. D., Sydorenko,Yu. Ya., Bocheva, O. V., Ishchenko, V. A. (2013), *Efektyvnist dobryv, norm vysivu ta inokuliatsii nasinnia u pidvyshchenni zernovoi produktyvnosti horokhu vusatoho morfotypu v pivnichnomu Stepu*. *Bulletin of the Center for Scientific Support of APV of Kharkiv Region* [Effectiveness of fertilizers, sowing rates and seed inoculation in increasing the grain productivity of peas of the moustached morphotype in the northern Steppe]. [in Ukrainian]
3. Ryabokin T.M., Dvoretskaya S.P., Efimenko G.M. (2014), *Produktyvnist sortiv horokhu zalezhno vid rivnia*

intensyfikatsii tekhnolohii vyroshchuvannia. *Bulletin of the Center for Scientific Support of Agro-Industrial Production of Kharkiv Region* [Productivity of pea varieties depending on the level of intensification of cultivation technology]. [in Ukrainian]

4. Lemishko, S. M., Chernykh, S. A., Yarchuk, I. I. (2022), *Pidvyshchennia proiavu efektu symbiotychnoi azotfiksatsii horokhu ta produktyvnosti posiviv za zastosuvannia rehuliatoriv rostu, preparativ azotfiksuiuchykh bakterii ta orhanichnykh biostymuliatoriv v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy*. *Agrarian innovations* [Increasing the manifestation of the effect of symbiotic nitrogen fixation of peas and the productivity of crops with the use of growth regulators, preparations of nitrogen-fixing bacteria and organic biostimulants in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine]. [in Ukrainian]
5. Venglinsky M.O., Glushchenko M.K., Hodynchuk N.V., Khmara T.I. (2014), *Rol mikroelementiv v zhyvlenni roslyn i polipshenni rodiuchosti gruntu*. *Bulletin of the National University of Water Management and Environmental Sciences* [The role of trace elements in plant nutrition and improved soil fertility]. doi: 10.32412/2306-5478-(1)2014.02[in Ukrainian].
6. Yatsuk I.P., Panasenko V.M., Naumenko A.S., Venglinsky M.O., Godinchuk N.V. (2015), *Osoblyvosti zabezpechennia mikroelementamy gruntiv Ukrainy*. *Agroecological Journal* [Features of providing trace elements of soils of Ukraine]. doi: 10.26886/2414-634X.6(42)2020.8[in Ukrainian].
7. Hutianskyi, R. A., Ilchenko, N. K., Sheliakina, T. A., Posylaieva, O. O. (2018), *Urozhainist i yakist nasinnia horokhu, nutu, soi za vplyvu zaburianenosti, inokuliatsii ta herbitsydu*. *Breeding and seed production* [Yield and quality of pea, chickpea, and soybean seeds under the influence of weeding, inoculation, and herbicide]. [in Ukrainian]
8. Chynchyk O.S. (2016), *Vplyv obrobky nasinnia biopreparatamy na pokaznyky struktury urozhaiu ta urozhainist sortiv horokhu*. *Collection of scientific works of Podilsk State Agrarian and Technical University: Agricultural Sciences* [The influence of seed treatment with biological preparations on the parameters of crop structure and yield of pea varieties]. [in Ukrainian]
9. Ogurtsov Y.E. (2015), *Urozhainist roslyn zalezhno vid zastosuvannia rehuliatoriv rostu roslyn i mikrodobryva na riznykh fonakh zhyvlennia*. *Scientific reports of NULES of Ukraine* [Plant yields depending on the use of plant growth regulators and microfertilizers on different food backgrounds]. [in Ukrainian]
10. Telekalo, N. V., Mordvaniuk, M. O. (2021), *Vplyv elementiv tekhnolohii na nakopychennia biolohichnoho azotu posivamy horokhu posivnoho. Agriculture and forestry* [The influence of elements of technology on the accumulation of biological nitrogen by sowing peas]. [in Ukrainian]
11. Kaminsky V.F., Dvoretskaya S.P., Kostina T.P. (2012), *Vplyv peredposivnoi obrobky nasinnia mikroelementamy ta biolohichnymy preparatamy na urozhainist horokhu*. *Agriculture* [Influence of pre-sowing treatment of seeds with microelements and biological preparations on pea yield]. doi: 10.32702/2306-6792.2020.17-18.60[in Ukrainian].
12. Kot S.Ya. (2016), *Doslidzhennia biolohichnoi fiksatsii azotu v instytuti fiziolohii roslyni henetyky NAAN Ukrainy. Plant Physiology and Genetics* [Research of biological nitrogen fixation at the Institute of Plant Physiology and Genetics of NAAS of Ukraine]. doi: 10.1407/frg2018.06.463[in Ukrainian].
13. Kovalenko O.A. (2021), *Zastosuvannia mikrodobryv ta biopreparativ v zoni pivdennoho stepu Ukrainy za vyroshchuvannia horokhu. Agriculture and forestry* [Application of microfertilizers and biological products in the southern steppe zone of Ukraine for pea cultivation]. doi: 10.37128/2707-5826- 2021-3-2[in Ukrainian].
14. Moskalets V.V., Shinkarenko V.K. (2004), *Zastosuvannia mikrobnykh preparativ i mikroelementnykh dobryv na yakist zerna soi*. *Agroecological journal* [Application of microbial preparations and microelement fertilizers on soybean grain quality]. doi: 10.26886/2414-634X.4(12) 2004.06[in Ukrainian].
15. Ishchenko V.A. (2013), *Efektyvnist vykorystannia ryzohuminu i poli miksobakterynu u poiednanni z mikrodobryvom ta rehuliatorom rostu pry vyroshchuvanni horokhu vusatoho typu v pivnichnomu Stepu*. *Interdepartmental thematic scientific collection Agricultural microbiology* [Effectiveness of using rhizohumin and poly myxobacterin in combination with microfertilizer and growth regulator in the cultivation of moustached peas in the Northern Steppe]. [in Ukrainian]
16. Mel'nykova H.M. (2014), *Formuvannia bobovo-ryzobialnoho symbiozu pid diieiu eksudativ nasinnia liupynu. Scientific notes of Ternopil region of the Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University* [Formation of bean-rhizobial symbiosis under the action of lupine seed exudates]. [in Ukrainian]
17. Murach O. M., Volkohon, V. V. (2014), *Formuvannia symbiotychnoho aparatu horokhu za vplyvu bakterialnykh preparativ, mikroelementiv i stymuliatora rostu*. *Agroecological Journal* [Formation of the symbiotic apparatus of peas under the influence of bacterial preparations, microelements and a growth stimulator]. [in Ukrainian]
18. Telekalo, N. V. (2014), *Formuvannia symbiotychnoi ta zernovoi produktyvnosti horokhu posivnoho v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho*. *Tavriyskyi nakovy vysnyk* [Formation of symbiotic and grain productivity of field peas in the conditions of the right-bank forest-steppe]. [in Ukrainian]
19. Honchar L. M.; Pylypenko V. S. (2017), *Polova skhozhist nasinnia ta hustota stoiannia roslyn horokhu posivnoho zalezhno vid udobrennia ta inokuliatsii. Vegetation and Soil Science.* [Field germination of seeds and stand density of pea plants depending on fertilization and inoculation]. [in Ukrainian]
20. Knazuk O.V. (2012), *Vplyv tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia na fotosyntetychnu produktyvnist hibrydiv kukurudzy*. *Agrobiology* [Influence of technological methods of cultivation on photosynthetic productivity of maize hybrids]. [in Ukrainian]
21. Pylypenko V. S., Honchar L. M., Kalenska S. M. (2016), *Formuvannia produktyvnosti horokhu zalezhno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia*. *Interdepartmental thematic scientific collection Agriculture* [Formation of pea productivity depending on elements of growing technology]. [in Ukrainian]
22. Bolyura E.V. (2019), *Vrozhainist horokhu zalezhno vidinokuliatsii nasinnia preparatom Binitro. Suchasnyi stan nauky v silskomuhospodarstvi ta pryrodokorystu-*

vanni. The current state of science in agriculture and nature management: theory and practice [Yield of peas depending on inoculation of seeds with the drug Binitro]. [in Ukrainian]

23. Dovbish L.L., Kravchuk M.M.(2020), *Vplyv biolohichnykh inokuliantiv na vrozhainist i yakist horokhu (pisum sativum) v orhanichnomu vyrobnytstvi. Scientific readings 2020: collection of abstracts of the scientific-practical conference of scientific and pedagogical workers, doctoral students, graduate students and young scientists.* [Influence of biological inoculants on yield and quality of pea (pisum sativum) in organic production]. [in Ukrainian]

Вуйко О.М. Симбіотична активність гороху посівного залежно від сортового складу та передпосівної обробки

Мета. Ввчення впливу предпосівної обробки насіння на симбіотичну активність рослин гороху посівного.

Методи. Польовий, лабораторний, математично-статистичий.

Результати. За даними досліджень досить позитивним засобом покращення умов живлення та розвитку рослин гороху є використання біопрепаратів, які стимулюють симбіотичну азотфіксацію в гороху. Загалом застосування досліджуваних препаратів Андеріз, Біомаг-горох та Оптимайз Пульс дозволило збільшити кількість активних бульбочок на 32,4-36,4% та збільшити їх загальну масу на 21-23%.

Під час дослідження виявлено, що урожайність гороху значною мірою залежить від ефективної взаємодії рослини-господаря та бульбочкових бактерій за оптимальних умов, а саме за роки досліджень встановлено ефективність цього технологічного заходу, який разом із сортовими особливостями, зумовили формування бульбочок на одній рослині в межах 20,77-49,37 шт.

Також відмічено, що передпосівна обробка насіння гороху відігравала важливу роль в утворенні маси бульбочок на одній рослині. Так, передпосівна інокуляція Андерізом у середньому за роки досліджень та за фазами росту і розвитку рослин сприяла достовірному збільшенню маси бульбочок порівняно з контролем на 0,03–0,06 г, Біомаг-гороху – на 0,06–0,07 г та Оптиміз Пульс – на 0,07–0,09 г залежно від досліджуваного сорту та фази розвитку гороху.

Висновки. У цьому дослідженні встановлено, що найбільшу масу кореневих бульбочок у середньому за роки досліджень відмічали при обробці насіння Оптимайз Пульс – 0,19–0,22 г залежно від сорту, що було найкращим показником серед досліджуваних варіантів.

Що стосується ознак сорту, то вони також мали значний вплив на формування симбіотичного апарату рослин гороху незалежно від фази їх росту та розвитку. У середньому за роки досліджень гороху найбільша кількість бульбочок на коренях однієї рослини була у фазі цвітіння сорту Гайдук – 46,5 шт., а їх маса становила 0,225 г.

Ключові слова: горох, азотфіксація, інокуляція, бактеріальні препарати.

Vuiko O.M. Symbiotic activity of field peas depending on varietal composition and pre-sowing treatment

Purpose. Study of the effect of pre-sowing seed treatment on the symbiotic activity of pea plants.

Methods. Field, laboratory, mathematical and statistical.

Results. According to research data, the use of biological preparations that stimulate symbiotic nitrogen fixation in peas is a rather positive means of improving the nutritional conditions and development of pea plants. In general, the use of the studied drugs Anderiz, Biomag-peas and Opimize Pulse made it possible to increase the number of active nodules by 32.4–36.4% and increase their total mass by 21–23%.

In the course of our research, it was found that the productivity of seed peas depended to a large extent on the effective interaction of the host plant and nodule bacteria in optimal conditions, namely, over the years of research, the effectiveness of this technological measure was established, which, in combination with the varietal characteristics of the crop, led to the formation of nodules on one plant in the range of 20.77–49.37 pcs.

It was also noted that the pre-sowing treatment of pea seeds played the most important role in the formation of a mass of nodules on one plant. Thus, pre-sowing inoculation with the drug Anderiz, on average over the years of research and by phases of plant growth and development, contributed to a significant increase in the mass of nodules compared to the control by 0.03–0.06 g, with the drug Biomag-pea – by 0.06–0, 07 g and Optimize Pulse – 0.07–0.09 g, depending on the investigated variety and phase of pea development.

Conclusions. In this study, it was established that the largest mass of root nodules on average over the years of research was noted for seed treatment with the drug Optimize Pulse – 0.19–0.22 g, depending on the variety, which was the best indicator among the studied options.

As for the characteristics of the variety, they also had a significant impact on the formation of the symbiotic apparatus of pea plants, regardless of their phase of growth and development. On average, over the years of pea research, the largest number of nodules on the roots of one plant was in the flowering phase in the Hayduk variety – 46.5 pieces, and their weight was 0.225 g.

Key words: peas, nitrogen fixation, inoculation, bacterial preparations.

УДК 631.816:631.811:[633.16
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.4

ВПЛИВ ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ВІДНОСНЕ ВИНЕСЕННЯ, КОЕФІЦІЄНТ ВИКОРИСТАННЯ ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ БАЛАНСУ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ ЯЧМЕНЮ ГОЛОЗЕРНОГО ЯРОГО

ГАВРИЛЕНКО В.С. – аспірант
orcid.org/0000-0002-1121-3867
Уманський національний університет садівництва

Постановка проблеми. Ячмінь (*Hordeum vulgare* L.) є однією з найважливіших культур, яку використовують на продовольчі, кормові та технічні цілі в багатьох країнах [1]. Незважаючи на його важливість, існує низка факторів, які впливають на його врожайність [2]. Найважливішими факторами, які знижують урожайність ячменю є низька родючість ґрунту, посуха, кислотність ґрунту (низький pH ґрунту), полягання посівів, хвороби і шкідники, недостатній сортовий склад [3]. Доведено, що ячмінь ярий має високу реакцію на поліпшення умов живлення рослин. При цьому отримання високої врожайності перешкоджає полягання посівів, що знижує ефективність агротехнологічних заходів [4]. Голозерні форми ячменю мають перспективу для перероблення порівняно з плівковими сортами. Проте досліджень щодо впливу удобрення на формування продуктивності таких сортів проведено недостатньо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Потребу рослин у поживних речовинах визначають з урахуванням їх відносного винесення. Біологічна потреба рослин у поживних речовинах протягом вегетаційного періоду значно більша за господарський винос, оскільки значна їх частина в процесі росту й розвитку переміщується і нагромаджується в різній кількості в урожаї, поживних рештках та кореневій системі [5, 6].

Показник відносного винесення основних елементів живлення змінюється залежно від сорту та системи удобрення. Так, встановлено, що відносне винесення азоту ячменю ярого становило 15,0–15,9 кг/т, фосфору – 9,7–10,5, калію – 15,6–16,3 кг/т зерна та відповідну кількість соломи на ділянках без добрив. За умови застосування добрив цей показник становив відповідно 20,4–22,9 кг/т, 12,7–13,8, 18,1–18,9 кг/т зерна та відповідну кількість соломи залежно від сорту ячменю ярого [7]. При цьому поліпшення умов живлення рослин у зв'язку з застосування добрив залежно від біологічних особливостей сорту збільшувало відносний винос поживних елементів з ґрунту. Винос азоту сортами ячменю ярого за роки досліджень зростав на 26–30 %, фосфору – на 22–24, калію – на 13–14 % у варіантах з внесенням високих доз добрив. У варіантах з внесенням низьких доз добрив відносний винос азоту сортами ячменю ярого зріс лише на 9–14 %, при цьому в обох випадках, найвищим він був у сорту Миронівський 92, а в сорту Звершення за низьких доз мінеральної системи удобрення і в сорту Гетьман – за низьких доз органо-мінеральної системи удобрення [8].

У дослідженнях з тритикале ярим відносне винесення азоту, фосфору та калію для формування однієї тонни зерна і відповідної маси соломи у варіанті без добрив становив 27,1, 7,8 і 16,1 кг/т, а за внесення $P_{90}K_{90}$ + N_{150} – відповідно 30,6; 8,8 і 18,1 кг/т. Внесення добрив, особливо азотних, підвищує надходження елементів живлення в рослини і відносне винесення їх з урожаєм [9]. При цьому коефіцієнт використання азоту з добрив знижувався від 68–71 % за N_{30} до 51–55 % за N_{150} [10].

Встановлено, що для формування 1 т основної і відповідної кількості соломи пшениця м'яка озима витрачає 20,5–28,2 кг азоту, 9,7–11,3 – фосфору та 16,2–19,7 кг калію залежно від удобрення. З соломою пшениці м'якої озимої у ґрунт від господарського винесення повертається 27–33 % азоту, 35–36 – фосфору й 74–76 % калію залежно від доз добрив. На формування одиниці врожаю зерна та відповідної кількості соломи пшениця озима засвоює N, P_2O_5 і K_2O у такому співвідношенні: 1 : 0,4 : 0,7 [11]. Отже, застосування добрив значно підвищує відносне винесення основних елементів з урожаєм. При цьому рівень його змінюється залежно від особливостей сорту та удобрення. Необхідно відзначити, що для ячменю ярого недостатньо вивчено особливості засвоєння основних елементів живлення та їх баланс у ґрунті. Тому дослідження цих параметрів живлення рослин ячменю голозерного ярого є актуальними.

Мета. Визначити відносне винесення, коефіцієнт використання та інтенсивність балансу основних елементів живлення ячменем голозерним ярим за тривалого застосування мінеральних добрив.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальну частину досліджень проведено в умовах Правобережного Лісостепу України у стаціонарному польовому досліді з географічними координатами за Гринвічем 48° 46' північної широти і 30° 14' східної довготи, закладеному у 2011 році на дослідному полі Уманського НУС упродовж 2021–2023 рр. Дослід одночасно розгорнутий на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані врожайності всіх культур сівозміни (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, соя). Повторення досліду триразове. Площа облікової ділянки 25 м^2. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом гумусу 3,8 %, вміст азоту легкогідролізованих сполук – низький, рухомих сполук фосфору та калію – підвищений, pH_{KCl} – 5,7.

У варіанті досліду виробничого контролю ($N_{150}P_{60}K_{80}$) доза добрив розрахована за господарським винесенням основних елементів живлення культурами сівозміни. Схему досліду складено так, щоб за результатами проведених досліджень можна було визначити можли-

вість зниження доз окремих видів мінеральних добрив і визначити оптимальне їх поєднання як у сівозміні, так і під окремі культури.

Схема застосування добрив у польовій сівозміні під ячмінь гол озерний ярий (сорт Ахіллес) включала такі варіанти: без добрив (контроль), N_{35}, N_{70}, $P_{60}K_{70}$, $N_{70}K_{70}$, $N_{70}P_{60}$, $N_{35}P_{30}K_{35}$, $N_{70}P_{60}K_{70}$, $N_{70}P_{30}K_{35}$, $N_{70}P_{60}K_{35}$, $N_{70}P_{30}K_{70}$. Відповідно до схеми досліду фосфорні та калійні добрива вносяться під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культивацію та в підживлення. Нетоварна частина врожаю культур сівозміни (солома, стебелиння) залишається на полі на добриво. За показниками господарського винесення основних елементів живлення визначали їх відносне винесення, коефіцієнт використання їх із добрив. Інтенсивність балансу (І, %) визначали за формулою:

$$I = \frac{H}{B} \times 100,$$

де Н – надходження елементу живлення, кг/га;

В – відчуження елементу живлення з урожаєм, кг/га.

Результати досліджень. Результати досліджень свідчать, що тривале застосування мінеральних добрив впливало на параметри винесення та баланс основних елементів живлення ячменем голозерним ярим. Встановлено, що частка азоту в господарському винесенні зерном була найвищою – 63,2–65,5 % (табл. 1). Частка калію була найнижчою – 13,9–15,4, а фосфору – 20,6–21,7 % залежно від варіанту досліду. Необхідно відзначити, що застосування добрив збільшувало частку азоту в господарському винесенні основних елементів живлення. Частка фосфору та калію при цьому майже не змінювалась.

У господарському винесенні соломою частка калію була найвищою – 59,0–62,8 %. Частка фосфору при цьому була найнижчою – 14,6–16,0 %, а частка азоту – лише 21,2–24,4 % залежно від варіанту досліду. Необхідно відзначити, що застосування лише азотних добрив знижувало частку фосфору та калію. Частка азоту при цьому зростала. Застосування фосфорних і калійних у складі повного мінерального добрива майже не змінювало частки фосфору та калію порівняно з варіантом без добрив.

Результати обрахунків свідчать, що тривале застосування мінеральних добрив по різному впливало на відносне винесення основних елементів живлення ячменем голозерним ярим. Так, застосування азотних добрив окремо та в складі повного мінерального добрива сприяло зростанню відносного винесення азоту від 27,2 до 29,1–29,8 кг/т зерна. Не змінювало цього показника застосування фосфорних і калійних добрив. Відносне винесення фосфору при цьому зростало від 9,1 до 9,2–10,1 кг/т зерна, а калію – від 6,2 до 6,3–7,1 кг/т зерна залежно від варіанту досліду. Необхідно відзначити, що застосування азотних добрив у складі повного мінерального добрива сприяло підвищенню цього показника. Описана тенденція була подібною для відносного винесення основних елементів ячменем голозерним ярим для зерна і відповідною кількістю соломи. Проте рівень його відрізнявся від відносного винесення для зерна.

Відносне винесення азоту зростало від 18,7 до 22,0–24,0 кг/т зерна та відповідну кількість соломи або на 18–28 % у варіантах, які містили азотну складову. Застосування фосфорно-калійної системи забезпечували цей показник на рівні 19,4 кг/т або на 4 %. Застосування мінеральних добрив збільшувало відносне винесення фосфору від 7,7 до 8,5–10,1 кг/т або на 10–31 %, а калію – від 13,7 до 15,0–18,9 кг/т зерна та відповідну кількість соломи ячменю голозерного ярого, або на 9–38 %.

Ефективність удобрення змінювалась залежно від системи застосування добрив (табл. 3). Розрахунки свідчать, що найвищий коефіцієнт засвоєння азоту був за внесення N_{35} – 76,3 %, а збільшення дози азотних добрив до 70 кг/га д. р. знижувало його до 51,9 %. Застосування фосфорних і калійних добрив сприяло підвищенню цього показника до 55,7–67,1 %, крім варіанту $N_{70}P_{30}K_{35}$.

Найнижчий коефіцієнт засвоєння фосфору з добрив отримано за фосфорно-калійної та азотно-фосфорної

Таблиця 1

Частка основних елементів живлення від суми господарського їх винесення ячменем голозерним ярим залежно від удобрення, 2021–2023 рр.

Варіант досліду	Частка від суми господарського винесення, %					
	зерном			соломою		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Без добрив (контроль)	63,9	21,4	14,6	21,2	16,0	62,8
N_{35}	65,5	20,6	13,9	23,1	15,7	61,3
N_{70}	65,3	20,6	14,1	24,4	15,9	59,7
$P_{60}K_{70}$	63,2	21,8	15,0	20,4	16,7	62,9
$N_{70}K_{70}$	64,4	20,2	15,4	22,5	14,6	62,9
$N_{70}P_{60}$	64,9	21,2	13,9	24,1	16,9	59,0
$N_{35}P_{30}K_{35}$	64,7	20,9	14,4	22,1	15,7	62,2
$N_{70}P_{60}K_{70}$	63,4	21,5	15,1	22,0	15,6	62,4
$N_{70}P_{30}K_{35}$	64,5	20,9	14,6	22,6	15,3	62,1
$N_{70}P_{60}K_{35}$	64,2	21,7	14,1	22,4	15,6	62,0
$N_{70}P_{30}K_{70}$	64,1	20,7	15,2	22,3	14,7	63,0

Таблиця 2

Відносне винесення основних елементів живлення зерном і соломою ячменем голозерним ярим залежно від удобрення (2021–2023 рр.), кг/т

Варіант досліду	Відносне винесення					
	зерном			зерном і відповідною кількістю соломи		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Без добрив (контроль)	27,2	9,1	6,2	18,7	7,7	13,7
N_{35}	29,3	9,2	6,2	22,0	8,5	15,0
N_{70}	29,1	9,2	6,3	22,9	8,8	15,5
$P_{60}K_{70}$	27,5	9,5	6,5	19,4	8,5	15,3
$N_{70}K_{70}$	29,3	9,2	7,0	23,7	9,1	18,2
$N_{70}P_{60}$	29,3	9,6	6,3	23,7	9,6	16,0
$N_{35}P_{30}K_{35}$	29,1	9,4	6,5	22,4	9,0	16,9
$N_{70}P_{60}K_{70}$	29,8	10,1	7,1	24,3	10,1	18,9
$N_{70}P_{30}K_{35}$	29,3	9,5	6,6	23,7	9,4	17,7
$N_{70}P_{60}K_{35}$	29,6	10,0	6,5	24,0	9,9	17,9
$N_{70}P_{30}K_{70}$	29,5	9,5	7,0	24,0	9,4	18,8

Таблиця 3

Коефіцієнт використання основних елементів живлення ячменем голозерним ярим з мінеральних добрив (2021–2023 рр.), %

Варіант досліду	Господарське винесення		
	N	P_2O_5	K_2O
N_{35}	76,3	–	–
N_{70}	51,9	–	–
$P_{60}K_{70}$	–	11,2	18,9
$N_{70}K_{70}$	67,0	–	26,3
$N_{70}P_{60}$	67,0	10,8	–
$N_{35}P_{30}K_{35}$	67,1	20,7	40,3
$N_{70}P_{60}K_{70}$	58,7	25,0	43,9
$N_{70}P_{30}K_{35}$	51,7	35,7	65,7
$N_{70}P_{60}K_{35}$	55,7	22,8	70,3
$N_{70}P_{30}K_{70}$	55,1	37,0	41,6

Примітка. За відсутності в схемі досліду варіантів з відповідними парними комбінаціями основних елементів живлення розрахунок їх використання з добрив проводили у порівнянні з їх винесенням у варіанті досліду без добрив (контроль).

системи удобрення – 10,8–11,2 %. Найвище засвоєння фосфору з добрив отримано на ділянках, де застосовували 30 кг/га д. р. фосфорних добрив – 35,7–37,0 %. Застосування 60 кг/га д. р. фосфорних добрив у складі повного мінерального добрива забезпечували 20,7–25,0 % засвоєння фосфору з добрив.

Подібну тенденцію визначено для коефіцієнта засвоєння калію з добрив. При цьому найвищим він був за внесення N_{70} у складі повного мінерального добрива за дози калійних добрив 35 кг/га д. р. – 65,7–70,3 %. Найменше ячменем голозерним ярим засвоювалось калію на фосфорно-калійній системі удобрення – 18,9 %.

Обраховано, що за умови видалення соломи із поля відчуження перевищувало надходження для азоту та калію в усіх варіантах досліду (табл. 4). Інтенсивність балансу була нижче 100 % – 31–98 %. Необхідно відзначити, що цей показник на фосфорно-калійній системі був на рівні 98 %. Надходження перевищувало відчуження для фосфору за внесення P_{60} у складі повного мінерального добрива. Внесення 30 кг/га д. р. фосфорних добрив не забезпечували навіть бездефіцитного балансу.

За умови залишення соломи на полі баланс азоту був дефіцитним на всіх системах удобрення, оскільки його інтенсивність була менше 100 %. Інтенсивність балансу для фосфору була вище 100 %, крім варіантів з неповним поверненням фосфорних добрив. При цьому цей показник був на рівні 91–92 %. Надходження значно перевищувало відчуження для калію на системах, які містили калійну складову у складі повного мінерального добрива. Інтенсивність при цьому становила 155–407 %.

Отже, екологічно безпечні показники інтенсивності для фосфору та калію забезпечують системи із застосуванням неповного повернення фосфорних і калійних добрив на тлі 35–70 кг/га д. р. азотних добрив.

Висновки. Встановлено, що тривале застосування мінеральних добрив впливає на відносне винесення,

Таблиця 4

Інтенсивність балансу за вирощування ячменю голозерного ярого залежно від удобрення (2021–2023 рр.), %

Варіант досліду	Інтенсивність балансу за умови					
	видалення соломи з поля			залишення соломи на полі		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Без добрив (контроль)	0	0	0	0	0	0
N_{35}	33	0	0	41	0	0
N_{70}	61	0	0	76	0	0
$P_{60}K_{70}$	0	152	98	0	239	407
$N_{70}K_{70}$	55	0	72	70	0	293
$N_{70}P_{60}$	55	117	0	70	183	0
$N_{35}P_{30}K_{35}$	31	66	41	39	103	173
$N_{70}P_{60}K_{70}$	53	110	68	67	170	282
$N_{70}P_{30}K_{35}$	55	60	37	70	92	155
$N_{70}P_{60}K_{35}$	54	113	36	68	173	155
$N_{70}P_{30}K_{70}$	54	59	70	69	91	289

коефіцієнт засвоєння та інтенсивність балансу основних елементів живлення за вирощування ячменю голозерного ярого. Встановлено, що частка азоту в господарському винесенні зерном найвища – 63,2–65,5 %. Частка калію найнижчою – 13,9–15,4, а фосфору – 20,6–21,7 % залежно від варіанту досліду. Необхідно відзначити, що застосування добрив збільшує частку азоту в господарському винесенні основних елементів живлення. Частка фосфору та калію при цьому майже не змінюється. У господарському винесенні соломою частка калію була найвищою – 59,0–62,8 %. Частка фосфору при цьому була найнижчою – 14,6–16,0 %, а частка азоту – лише 21,2–24,4 % залежно від варіанту досліду.

Відносне винесення азоту зростає від 18,7 до 22,0–24,0 кг/т зерна та відповідну кількість соломи або на 18–28 % у варіантах, які містять азотну складову. Застосування фосфорно-калійної системи забезпечують цей показник на рівні 19,4 кг/т або на 4 %. Застосування мінеральних добрив збільшує відносне винесення фосфору від 7,7 до 8,5–10,1 кг/т або на 10–31 %, а калію – від 13,7 до 15,0–18,9 кг/т зерна та відповідну кількість соломи ячменю голозерного ярого, або на 9–38 %.

Розрахунки свідчать, що найвищий коефіцієнт засвоєння азоту становить за внесення N_{35} – 76,3 %, а збільшення дози азотних добрив до 70 кг/га д. р. знижує його до 51,9 %. Застосування фосфорних і калійних добрив сприяє підвищенню цього показника до 55,7–67,1 %, крім варіанту $N_{70}P_{30}K_{35}$.

Найнижчий коефіцієнт засвоєння фосфору з добрив отримано за фосфорно-калійної та азотно-фосфорної системи удобрення – 10,8–11,2 %. Найвище засвоєння фосфору з добрив отримано на ділянках, де застосовували 30 кг/га д. р. фосфорних добрив – 35,7–37,0 %. Застосування 60 кг/га д. р. фосфорних добрив у складі повного мінерального добрива забезпечує 20,7–25,0 % засвоєння фосфору з добрив. Найвищий коефіцієнт засвоєння калію з добрив за внесення N_{70} у складі повного мінерального добрива за дози калійних добрив 35 кг/га д. р. – 65,7–70,3 %. Найменше ячменем голозерним ярим засвоюється калію на фосфорно-калійній системі удобрення – 18,9 %.

Екологічно безпечні показники інтенсивності для фосфору та калію забезпечують системи із застосуванням неповного повернення фосфорних і калійних добрив на тлі 35–70 кг/га д. р. азотних добрив.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Касаткіна Т. О., Гамаюнова В. В. Перспективи та особливості вирощування ячменю ярого на Півдні України. *Наукові горизонти*. 2018. № 7–8 (70). С. 131–138.
2. Melle T., Asfaw A., Getachew T. Participatory evaluation and promotion of improved food barley varieties in the highlands of north western Ethiopia. *Journal of Agricultural Research*. 2015. Vol. 4(3). P. 50–53.
3. Woubshet D., Selamyihun K., Cherukuri R. Effect of integrated use of lime, blended fertilizer and compost on productivity, nutrient removal and economics of barley (*Hordeum vulgare* L.) on acid soils of high lands in West Showa Zone of Ethiopia. *International Journal of Life Sciences*. 2017. Vol. 5 (3). Article number 311322.
4. Гамаюнова В. В., Касаткіна Т. О. Формування врожаю зерна ячменю ярого та його структури залежно від сорту і умов живлення в Південному Степу України. *Вісник Харківського НАУ*. 2019. № 2. С. 87–98.
5. Господаренко Г.М., Любич В.В. Динаміка вмісту азоту в рослинах сортів тритикале ярого залежно від норм і строків застосування азотних добрив. *Наукові доповіді НУБіП*. 2010. № 2. URL: http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/Nd/2010–2/10hhmnfa.pdf.
6. Любич В. В. Технологічні параметри виробництва зерна тритикале ярого, вирощеного за різних доз азотних добрив. *Вісник Уманського НУС*. 2023. № 2. С. 74–82.
7. Господаренко Г. М., Стасінєвич О. Ю. Продуктивність польової сівозміни залежно від параметрів показників родючості чорнозему опідзоленого. *Вісник Харківського Національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва*. 2004. № 1. С. 158–163.
8. Господаренко Г. М., Стасінєвич О. Ю., Прокопенко Е. В. Врожайність зерна ячменю ярого

за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник Уманського НУС*. 2015. № 1. С. 3–6.
9. Любич В.В., Невлад В.І., Мартинюк А.Т. Продуктивність тритикале ярого за різних доз азотних добрив. *Агробіологія*. 2022. № 1. С. 152–159.
10. Любич В. В. Баланс основних елементів живлення в ґрунті за різних доз і строків внесення добрив під тритикале яре. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2011. Вип. 74. С. 107–109.
11. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Любич В. В., Бойко В. П. Засвоєння основних елементів живлення з ґрунту й мінеральних добрив пшеницею озимою на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 3 (107). С. 35–44.

REFERENCES:

1. Kasatkina T. O., Gamayunova V. V. (2018). *Perspektyvy ta osoblyvosti vyroshchuvannia yachmeniu yaroho na Pivdni Ukrainy* [Prospects and peculiarities of growing spring barley in the South of Ukraine]. Scientific horizons, no. 7–8 (70), pp. 131–138. [in Ukrainian].
2. Melle T., Asfaw A., Getachew T. (2015). Participatory evaluation and promotion of improved food barley varieties in the highlands of north western Ethiopia. Journal of Agricultural Research, no. 4(3), pp. 50–53.
3. Woubshet D., Selamyihun K., Cherukuri R. (2017). Effect of integrated use of lime, blended fertilizer and compost on productivity, nutrient removal and economics of barley (*Hordeum vulgare* L.) on acid soils of high lands in West Showa Zone of Ethiopia. International Journal of Life Sciences, no. 5 (3), article number 311322.
4. Gamayunova V.V., Kasatkina T.O. (2019). *Formuvannia vrozhaiu zerna yachmeniu yaroho ta yoho struktury zalezhno vid sortu i umov zhyvlennia v Pivdennomu Stepu Ukrainy* [Formation of spring barley grain yield and its structure depending on the variety and feeding conditions in the Southern Steppe of Ukraine]. Bulletin of the Kharkiv National University of Science and Technology, no. 2, pp. 87–98. [in Ukrainian].
5. Gospodarenko H.M., Lyubich V.V. (2010). *Dynamika vmistu azotu v roslynakh sortiv trytykale yaroho zalezhno vid norm i strokiv zastosuvannia azotnykh dobryv* [Dynamics of nitrogen content in plants of spring triticale varieties depending on the norms and terms of application of nitrogen fertilizers]. Scientific reports of NUBiP, 2. URL: http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/Nd/2010–2/10hhmnfa.pdf. [in Ukrainian].
6. Lyubich V. V. (2023). *Tekhnolohichni parametry vyrobnytstva zerna trytykale yaroho, vyroshchenoho za riznykh doz azotnykh dobryv* [Technological parameters of spring triticale grain production grown under different doses of nitrogen fertilizers]. Bulletin of the Uman State University, no. 2, pp. 74–82. [in Ukrainian].
7. Gospodarenko G.M., Stasinevich O.Yu. (2004). *Produktyvnist polovoi sivozminy zalezh¬no vid parametriv pokaznykiv rodiuchosti chornozemu opidzolenoho* [Productivity of field crop rotation depending on the parameters of the fertility indicators of podzolized chernozem]. Bulletin of Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Do¬kuchaeva, no. 1, pp. 158–163. [in Ukrainian].
8. Gospodarenko H. M., Stasinevich O. Yu., Prokopenko E. V. (2015). *Produktyvnist polovoi sivozminy zalezh¬no vid parametriv pokaznykiv rodiuchosti chornozemu opidzolenoho* [Yield of spring barley grain under long-term use of fertilizers in field crop rotation]. Bulletin of the Uman State University, no. 1, pp. 3–6. [in Ukrainian].
9. Lyubich V.V., Nevlad V.I., Martyniuk A.T. (2022). *Produktyvnist trytykale yaroho za riznykh doz azotnykh dobryv* [Productivity of spring triticale under different doses of nitrogen fertilizers]. Agrobiology, no. 1, pp. 152–159. [in Ukrainian].
10. Lyubich V. V. (2011). *Balans osnovnykh elementiv zhyvlennia v grunti za riznykh doz i strokiv vnesennia dobryv pid trytykale yare* [The balance of the main nutrients in the soil at different doses and periods of fertilization under triticale]. Agrochemistry and soil science, no. 74, pp. 107–109. [in Ukrainian].
11. Gospodarenko G. M., Cherno O. D., Lyubich V. V., Boyko V. P. (2020). *Zasvoiennia osnovnykh elementiv zhyvlennia z gruntu y mineralnykh dobryv pshenytseiu ozymoiu na chornozemi opidzolenomu Pravoberezhnoho Lisostepu* [Assimilation of the main nutrients from the soil and mineral fertilizers by winter wheat on the podsolized chernozem of the Right Bank Forest Steppe]. Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region, no. 3 (107), pp. 35–44. [in Ukrainian].

Гавриленко В.С. Вплив тривалого застосування мінеральних добрив на відносне винесення, коефіцієнт використання та інтенсивність балансу основних елементів живлення ячменю голозерного ярого

Мета. Визначити відносне винесення, коефіцієнт використання та інтенсивність балансу основних елементів живлення ячменем голозерним ярим за тривалого застосування мінеральних добрив. **Методи.** Польовий, лабораторний, розрахунково-порівняльний, аналізування, статистичний. **Результати.** Встановлено, що частка азоту в господарському винесенні зерном найвища – 63,2–65,5 %. Частка калію найнижчою – 13,9–15,4, а фосфору – 20,6–21,7 % залежно від варіанту досліду. Необхідно відзначити, що застосування добрив збільшує частку азоту в господарському винесенні основних елементів живлення. Частка фосфору та калію при цьому майже не змінюється. У господарському винесенні соломою частка калію була найвищою – 59,0–62,8 %. Частка фосфору при цьому була найнижчою – 14,6–16,0 %, а частка азоту – лише 21,2–24,4 % залежно від варіанту досліду. Відносне винесення азоту зростає від 18,7 до 22,0–24,0 кг/т зерна та відповідну кількість соломи або на 18–28 % у варіантах, які містять азотну складову. Застосування фосфорно-калійної системи забезпечують цей показник на рівні 19,4 кг/т або на 4 %. Застосування мінеральних добрив збільшує відносне винесення фосфору від 7,7 до 8,5–10,1 кг/т або на 10–31 %, а калію – від 13,7 до 15,0–18,9 кг/т зерна та відповідну кількість соломи ячменю голозерного ярого, або на 9–38 %. **Висновки.** Встановлено, що тривале застосування мінеральних добрив впливає на відносне винесення, коефіцієнт засвоєння та інтенсивність балансу основних елементів живлення за вирощування ячменю голозерного ярого. Розрахунки свідчать, що найвищий коефіцієнт засвоєння азоту становить за внесення N_{35} – 76,3 %, а збільшення дози азотних добрив до 70 кг/га д. р. знижує його до 51,9 %. Застосування фосфорних і калійних добрив сприяє підвищенню цього показника до 55,7–67,1 %, крім варіанту $N_{70}P_{30}K_{35}$.

Найнижчий коефіцієнт засвоєння фосфору з добрив отримано за фосфорно-калійної та азотно-фосфорної системи удобрення – 10,8–11,2 %. Найвище засвоєння фосфору з добрив отримано на ділянках, де застосовували 30 кг/га д. р. фосфорних добрив – 35,7–37,0 %. Найвищий коефіцієнт засвоєння калію з добрив за внесення N_{70} у складі повного мінерального добрива за дози калійних добрив 35 кг/га д. р. – 65,7–70,3 %. Найменше ячменем голозерним ярим засвоюється калію на фосфорно-калійній системі удобрення – 18,9 %. Екологічно безпечні показники інтенсивності для фосфору та калію забезпечують системи із застосуванням неповного повернення фосфорних і калійних добрив на тлі 35–70 кг/га д. р. азотних добрив.

Ключові слова: ячмінь голозерний ярий, відносне винесення основних елементів живлення, коефіцієнт використання, інтенсивність балансу елементів живлення, зерно, солома.

Havrylenko V.S. The effect of long-term application of mineral fertilizers on the relative removal, utilization rate and balance intensity of the main nutrients of hulless spring barley

Aims. To determine the relative removal, utilization rate and intensity of the balance of the main nutrients of hulless barley during long-term use of mineral fertilizers. **Methods.** Field, laboratory, calculation-comparative, analysis, statistical. **Results.** It was found that the share of nitrogen in the economic removal of grain is the highest – 63.2–65.5 %. The share of potassium is the lowest – 13.9–15.4 %, and phosphorus – 20.6–21.7 % depending on the experiment variant. It should be noted that fertilizer application increases the share of nitrogen in the economic removal of the main nutrients. Moreover, the share of phosphorus and potassium almost does not change. Potassium share was the highest in the household straw removal – 59.0–62.8 %. Phosphorus share was the lowest – 14.6–16.0 %, and the share of nitrogen – only 21.2–24.4 % depending on the experiment variant. The relative removal of nitrogen increases from 18.7 to 22.0–24.0 kg/t of grain and the corresponding amount of straw, or by 18–28 % in nitrogen containing variants. The use of phosphorus-potassium system ensures this indicator at the level of 19.4 kg/t or by 4 %. The use of mineral fertilizers increases the relative removal of phosphorus from 7.7 to 8.5–10.1 kg/t or by 10–31 %, and potassium – from 13.7 to 15.0–18.9 kg/t of grain and the corresponding the amount of hulless spring barley straw, or by 9–38 %. **Conclusions.** It was established that the long-term application of mineral fertilizers affects the relative removal, uptake coefficient and balance intensity of the main nutrients during the cultivation of hulless spring barley. Calculations show that the highest nitrogen uptake coefficient is 76.3 % when applying N_{35}, and increasing the dose of nitrogen fertilizers to 70 kg/ha per year reduces it to 51.9 %. The use of phosphorus and potassium fertilizers helps to increase this indicator to 55.7–67.1 %, except for $N_{70}P_{30}K_{35}$ variant. The lowest uptake coefficient of phosphorus from fertilizers was obtained with the phosphorus-potassium and nitrogen-phosphorus fertilization systems – 10.8–11.2 %. The highest uptake of phosphorus from fertilizers was obtained in the areas where 30 kg/ha of phosphorus fertilizers were applied – 35.7–37.0 %. The highest uptake rate of potassium from fertilizers when applying N_{70} as part of a complete mineral fertilizer at doses of potassium fertilizers of 35 kg/ha per year is 65.7–70.3 %. Hulless barley absorbs the least amount of potassium on the phosphorus-potassium fertilization system – 18.9 %. Ecologically safe indicators of intensity for phosphorus and potassium are ensured by systems using incomplete return of phosphorus and potassium fertilizers on the background of 35–70 kg/ha of nitrogen fertilizers.

Key words: hulless spring barley, relative removal of the main nutrients, utilization rate, intensity of nutrient balance, grain, straw.

УДК 631.3:635.657-021.272(477.4-292.485)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.5

ДОСЛІДЖЕННЯ СОРТОВИХ РЕСУРСІВ НУТУ (*CICER ARIETINUM* L.) В УКРАЇНІ

ГОНЧАР М.В. – аспірант
orcid.org/0000-0003-2294-4646
Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. На сьогоднішній день в умовах війни, складних економічних та екологічних умов зростає роль альтернативних сільськогосподарських культур зі значним біологічним та економічним потенціалом. Саме тому вагому роль у перекритті нестачі харчового і кормового білка, підвищенні родючості та покращенні структури ґрунту відіграють зернобобові культури, серед яких багатообіцяючим з агрономічної точки зору є нут. За рахунок біологічної особливості кореневої системи утворювати симбіотичні зв'язки з бульбочковими бактеріями роду *Rhizobium* дає змогу накопичувати 80-150 кг/азоту, що еквівалентно 300 кг аміачної селітри. Але слід враховувати також, що активність і продуктивність нуту залежить від сортових особливостей рослин та адаптивності до умов довкілля [1].

Одним із ключових засобів збільшення продуктивності при вирощуванні сільськогосподарських культур є сорт. Тому за рахунок створення нових сортів з'являється змога збільшити основний кількісний показник – врожайність на 30-70%, а також ряд якісних таких як: якість зерна, стійкість до хвороб, шкідників, вилягання та обсипання, що дасть змогу покращити стан ґрунтів та довкілля [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні вирішенням теоретичних, практичних аспектів формування й використання рослинного білка в рослинництві займається ряд відомих вітчизняних учених-аграріїв, передусім тих, що представляють наукову школу вітчизняної агрономічної науки, зокрема, Петриченко В.Ф., Бахмат М.І., Панцирева Г.В. та інші [1-3, 6-9]. На світовому ринку зерно нуту має великий попит, особливо цінується в країнах Центральної та Середньої Азії, Східної Африки, Європи та Середньоземному регіоні. На сьогоднішній день світові посіви нуту займають площу близько 13 млн/га, серед яких лідером є Індія де площі становлять – до 80% де більша частка отриманого врожаю використовується у харчовій галузі, а також на корм у галузі тваринництва. На даний момент в Україні немає такого високого попиту до даної культури але аграрії все частіше звертають свою увагу на неї. Саме за рахунок цього у короткостроковій перспективі не вдасться вирішити проблему забезпечення кормовим білком тваринництво в Україні [10-11]. У той же час Австралія, Пакистан, Туреччина, Бразилія та інші країни, високими темпами нарощують виробництво зерна нуту для ефективного використання у тваринництві [4, 12].

Отже, проблематика виробництва нуту в нашій країні, збереження сортових ресурсів цієї культури та позиціонування як нішевої протеїнової культури у всьому світі [4-5]. Тому необхідно вирішувати на основі науково обґрунтованого формування сортових ресурсів цієї надзвичайно цінної культури з подальшим вивченням щодо придатності до поширення на території усієї України.

Мета досліджень. Дослідити господарсько-біологічні характеристики основних сорті нуту та порівняти з результатами власних досліджень в умовах правобережного Лісостепу України.

Методика та умови досліджень. Матеріалом для дослідження були сорти нуту, що внесені до державного реєстру сортів рослин України і рекомендовані до поширення. Досліджуванні сорти – Пам'ять та Тріумф.

Результати досліджень. Сортова політика нуту базується на вітчизняному асортименті [5-8, 17] На сучасному ринку сортів нуту в Україні представленні лише наші сорти української селекції [17]. Головним базовим селекційним центром являється Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення Української академії аграрних наук, а також Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення. В умовах регіону основним селекційним центром зернобобових культур є Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН [1, 12, 15-16].

Державне сортовипробування нуту базується на експериментальних оцінках морфологічних, біологічних і цінних господарських ознаках сортів рослин, встановлення їх придатності для використання з дотриманням екологічних, технологічних принципів на основі загальноприйнятих методик у рослинництві.

Аналіз даних Державного реєстру сортів придатних до поширення на території України [17] показав, що селекція по створенню нових сортів нуту в Україні знаходиться у пригніченому стані у зв'язку з військовим станом у нашій країні, але варто відзначити, що має потужний потенціал для розвитку у майбутньому. На сьогоднішній день, асортимент сортів нуту включає у себе 21 сорт (табл. 1).

Навіть на ранніх стадія нашої незалежності у важкі економічні часи вітчизняні селекціонери створювали сорти нут, що користуються популярністю на сьогоднішній день.

Проте незважаючи на політичну кризу для нашої країни, що розпочалися з 2014 р і тривають по сьогоднішній день, Україна має змогу розвивати вітчизняну селекцію де 76% усіх представлених сортів були зареєстровані у даному проміжку часі, а також співпрацювати з іноземними селекційними центрами та реєструвати сумісні розробки нових сортів нуту серед яких Лара, Кіра та Єва.

За рахунок високого та збалансованого вмісту амінокислот та білків рослинного походження нут має

Таблиця 1

Реєстрація сортів нуту за роками (1999-2024 рр.) [17]

Культура	Кількість зареєстрованих сортів		
	2002-2007	2008-2014	2015-2023
Нут	Пам'ять Слобожанський Тріумф	Буджак Одисей	Скарб ЄС Алунт Зехавіт Зодіак Козерог Овен Степовий велет Ярина Родін Лара Кіра Єва Достаток Бланко Маестро Октавіус

універсальний напрям використання (харчовий та кормовий) у раціоні людей і тварин. По тривалості вегетаційного періоду сорти нуту класифікуються на три групи: ранньостиглі, середньостиглі та скоростиглі (табл. 2). Серед заявлених сортів найбільше середньостиглих сортів (6 сортів).

Майбутня посівна компанія переважно буде включати сорти, що зазначені у табл. 2 та базуватиметься на сортах новітньої селекції. Проте варто зазначити, що постійним конкурентом новітнім сортам залишаються сорти Пам'ять та Тріумф, що вивчаються протягом тривалого періоду часу та мають широку популярність серед аграріїв.

За результатами досліджень, найбільш перспективними сортами нуту з високим вмістом білку у зоні Лісостепу є сорти Пам'ять та Тріумф (табл. 3).

Оригінатор досліджуваних сортів нуту надає їм відповідну характеристику [17].

Нут сорт Тріумф. Заявник: Селекційно-генетичний інститут – національний центр насіннєзнавства та сортовивчення Української академії аграрних наук. м. Одеса. Зона поширення – Степ. Сорт – характеризується високою стійкістю до посухи, полягання та осипання де середній бал становить – 9. Насіння крупне з високим вмістом білка та відносно стійкий до аскохітозу та фузаріозу.

Нут сорт Пам'ять. Заявник: Селекційно-генетичний інститут – національний центр насіннєзнавства та сортовивчення Української академії аграрних наук. м. Одеса. Зона поширення – Степ. Рослини стійкі до зараження фузаріозом та аскохітозом. Ураженість не перевищувала 5% на площах посіву. Стійкі до вилягання.

Таблиця 2

Сорти нуту, що внесені до Державного Реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні у 2024 р. [17]

Сорт	Рекомендована зона для вирощування	Напрям використання	Група стиглості	Якість
Бланко	Степ, Лісостеп	Зерновий	Пізньостиглий	Високобілковий
Достаток	Степ	Зерновий	Середньостиглий	Високобілковий
Єва	Степ, Лісостеп, Полісся	Зерновий	Ранньостиглий	Середньобілковий
Кіра	Степ, Лісостеп, Полісся	Зерновий	Ранньостиглий	Середньобілковий
Лара	Степ, Лісостеп, Полісся	Зерновий	Ранньостиглий	Високобілковий
Родін	Степ, Лісостеп, Полісся	Зерновий	Ранньостиглий	Середньобілковий
Маестро	Степ, Лісостеп	Зерновий	Пізньостиглий	Високобілковий
Октавіус	Степ, Лісостеп	Зерновий	Пізньостиглий	Середньобілковий
Пам'ять	Степ	Зерновий, фуражний	Середньостиглий	Високобілковий
Тріумф	Степ	Зерновий	Середньостиглий	Високобілковий

Таблиця 3

Загальна характеристика комплексу основних цінних господарських ознак сортів нуту

Характеристика	Сорт	
	Пам'ять	Тріумф
Зона вирощування	Степ	Степ
Напрям використання	Зерновий, Фуражний	Зерновий
Група стиглості	Середньостиглий	Середньостиглий
Середня врожайність, т/га	2 т/га	1.9 т/га
Маса 1000 насінин, г	280 – 300 г	410-415 г
Середній вміст білка	28 – 30 %	28 – 30 %
Середній вміст жиру	5 – 6 %	5 – 5.5 %
Середня тривалість вегетаційного періоду, днів	94 – 95	90 – 95

Усі сорти нуту належать до інтенсивного типу, характеризуються високою стійкістю до хвороб, шкідників та несприятливих факторів навколишнього середовища та придатні до вирощування у Лісостепу та Степу, як посухостійкі культури, цінність яких підсилюється кліматичними змінами.

Дані сорти нуту характеризуються не тільки великими показниками вмісту білку та жиру, а також коротким строком тривалості вегетаційного періоду, що дає змогу рано звільнити поле та провести повну підготовку до посіву наступної культури у будь-якій сівозміні.

Незважаючи на нижчі рівні показників врожайності відносно нових сорті, Пам'ять та Тріумф у перерахунку на грошовий еквівалент мають кращий економічний ККД у зв'язку із масовим поширенням.

Також при порівнянні господарсько-біологічних особливостей сортів нуту характеристики, що були виявлено під час дослідження повністю співпадають з характеристиками, що були заявлені оригінатором.

Висновки. Отже впровадження у виробництво інтенсивних сортів нуту дозволить перекрити дефіцит рослинного білка і разом з тим значно поліпшити родючість ґрунту, покращити його хімічний, фізичний та фітосанітарний стан, що особливо актуально в умовах кліматичних змін. Отримані дані проведених досліджень дають підставу вважати, що для реалізації потенціалу сорту у високопродуктивних агрофітоценозах нуту із відповідними показниками якості зерна агроформуванням правобережного Лісостепу України в інтенсивній сортовій технології вирощування рекомендується висівати насіння нуту сортів Пам'ять і Тріумф.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В. Стратегія розвитку кормовиробництва в Україні. *Корми і кормовиробництво.* Вінниця, 2012. Вип. 73. С. 3–10.
2. Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pantsyreva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10, № 5. P. 177-182. DOI: 10.15421/2020_206
3. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Затолочний О.В. Порівняльна характеристика сортів нуту за комплексом господарсько-цінних ознак в умовах правобережного Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво.* 2021. № 1 (20). С. 5-15. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-1-1
4. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В., Мордванюк М.О. Економічна ефективність технологічних прийомів вирощування нуту. *Сільське господарство та лісництво.* 2021. № 2 (21). С. 24-33. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-2-2
5. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Мордванюк М.О., Затолочний О.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на польову схожість та виживаність нуту в умовах правобережного Лісостепу України. *Сільське господарство та лісництво.* 2021. № 3 (22). С. 5-13. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-3-1
6. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В., Мордванюк М.О. Симбіотична діяльність рослин нуту залежно від технологічних прийомів вирощування. *Корми і кормовиробництво.* 2021. Вип. 92. С. 62-71. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202192-06
7. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В., Мордванюк М.О. Енергетична ефективність технологічних прийомів вирощування нуту в умовах зміни клімату. *Сільське господарство та лісівництво.* 2022. № 2 (25). С. 5-13. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-2-1
8. Mazur V., Pantsyreva H., Honchar M. Research assessment of the quality a legumes by economic and value indicators. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 1 (28). С. 5-16. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-1-1
9. Pantsyreva H., Stroyanovskiy V., Mazur K., Chynchyk O., Myalkovsky R. The influence of bio-organic growing technology on the productivity of legumins. *Ukrainian Journal of Ecology.* 2021. Vol. 11, № 3. P. 35-39 DOI: 10.15421/2021_139
10. Pantsyreva H., Pelekh L., Hontaruk Ya., Myalkovsky R. Agro-technological aspects of production of digest as fertilizer. *Agricultural engineering.* 2023. Vol. 55. P. 19-29. DOI: https://doi.org/10.15544/ageng.2023.55.3
11. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І,, Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ВНАУ. 2020. 276 с.
12. Бабич А.О., Побережна А.О. Розміщення, виробництво і використання однорічних зернових бобових культур для збільшення продовольчих і кормових ресурсів. Перша Всеукраїнська конференція проблеми. Вінниця. 1994. С. 165-166.
13. Панцирева Г.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на зернову продуктивність зернобобових культур в умовах правобережного Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБІП* України. 2020. Вип. № 5 (87). С. 1-9.
14. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур в правобережному Лісостепу України. Збірник наукових праць ВНАУ. «Сільське господарство та лісівництво». 2020. № 18. С. 5-17.
15. Камінський В.Ф. Значення зернових бобових культур та напрямки їх виробництва. Міжвідомч. тем. наук. зб. Селекція та насінництво. 2005. Вип. 90. С. 14-22.
16. Бабич А.О. Проблеми білка і вирощування зернобобових на корм. 3-є вид., переробл. і допов. Київ, 1993. 429 с.
17. Каталог сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 31.12. 2023 рік (витяг). 2023. С. 155-186.

REFERENCES:

1. Petrychenko V.F., Korniichuk O.V. (2012). Stratehiia rozvytku kormovyrobnytstva v Ukraini. Kormy i kormovyrobnytstvo: vypusk 73 [The strategy of development of feed production in Ukraine. Feed and feed production: issue 73]. Vinnytsia, [in Ukrainian].
2. Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pantsyreva H., Telekalo N., Tkachuk O. (2020). Obhruntuvannia ahroekolohichnykh faktoriv na ahrofitotsenozakh soi shliakhom analizu dyspersii Pravoberezhnoho Lisostepu v Ukraini. Ukrainskyi zhurnal ekolohii: zhurnal № 5 (10) [Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. Ukrainian

Journal of Ecology: a journal, Vol. 10, № 5]. Vinnytsia. [in Ukrainian].
3. Mazur V.A., Pantsyreva H.V., Zatolochnyi O.V. (2021). Porivnialna kharakterystyka sortiv nutu za kompleksom hospodarsko-tsinnykh oznak v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo: zhurnal № 1 (20) [Comparative characteristics of chickpea varieties by the complex of economic and valuable features in the conditions of the right-bank Forest-Steppe of Ukraineю Agriculture and forestry: a journal, Vol. 20, № 1]. Vinnytsia. [in Ukrainian].
4. Mazur V.A., Didur I.M., Pantsyreva H.V., Mordvaniuk M.O. (2021). Ekonomichna efektyvnist tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia nutu. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo: zhurnal № 2 (21) [The Economic efficiency of technological methods of growing chickpeas. Agriculture and forestry: a journal, Vol. 21, № 2]. Vinnytsia. [in Ukrainian].
5. Mazur V.A., Pantsyreva H.V., Mordvaniuk M.O., Zatolochnyi O.V. (2021). Vplyv tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia na polovu skhozhist ta vyzhyvanist nutu v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo: zhurnal № 3 (21) [Influence of technological methods of cultivation on field germination and survival of chickpeas in the conditions of the right-bank Forest-steppe of Ukraine. Agriculture and forestry: a journal, Vol. 21. № 3]. Vinnytsia. [in Ukrainian].
6. Mazur V.A., Didur I.M., Pantsyreva H.V., Mordvaniuk M.O. (2021). Symbiotychna diialnist roslyn nutu zalezhno vid tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia. Kormy i kormovyrobnytstvo: vypusk 92 [Symbiotic activity of chickpea plants depending by the technological methods of cultivation. Feed and feed production: issue 92]. Vinnytsia. [in Ukrainian].
7. Mazur V.A., Didur I.M., Pantsyreva H.V., Mordvaniuk M.O. (2022). Enerhetychna efektyvnist tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia nutu v umovakh zminy klimatu. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo: zhurnal № 2 (25) [Energy efficiency of a technological techniques of growing chickpeas in climate change. Agriculture and forestry: a journal, Vol. 25. № 3]. Vinnytsia. [in Ukrainian].
8. Mazur V., Pantsyreva H., Honchar M. (2023). Otsinka yakosti zerna zernobobovykh kultur za hospodarsko-tsinnymy pokaznykamy. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo: zhurnal № 1 (28) [Research assessment of the quality a legumes by economic and value indicators. Agriculture and forestry: a journal, Vol. 28. № 1]. Vinnytsia. [in Ukrainian].
9. Pantsyreva H., Stroyanovskiy V., Mazur K., Chynchyk O., Myalkovsky R. (2021). Vplyv bio-orhanichnoi tekhnolohii vyroshchuvannia na produktyvnist zernobobovykh: zhurnal № 3 (11) [The influence of bio-organic growing technology on the productivity of legumins. Ukrainian Journal of Ecology: a journal, Vol. 11. № 3]. Vinnytsia. [in Ukrainian].
10. Pantsyreva H., Pelekh L., Hontaruk Ya., Myalkovsky R. (2023). Ahrotekhnolohichni aspekty vyrobnytstva hnoiu yak dobryva. Silskohospodarske mashynobuduvannia: zhurnal [Agro-technological aspects of production of digest as fertilizer. Agricultural engineering: a journal, Vol 55]. Kaunas. [in Lithuania].
11. Zabolotnyi H.M., Mazur V.A., Tsyhanska O.I,, Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Pantsyreva H.V. (2020). Ahrobiolohichni osnovy vyroshchuvannia soi ta shliakhy maksymalnoi realizatsii yii produktyvnosti: monohrafiia [Agrobiological basis of soybean cultivation and ways to maximize its productivity: a monograph]. Vinnytsia. [in Ukrainian].
12. Babych A.O., Poberezhna A.O (1994). Rozmishchennia, vyrobnytstvo i vykorystannia odnorichnykh zernovykh bobovykh kultur dlia zbilshennia prodovolchykh i kormovykh resursiv. Persha Vseukrainska konferentsiia problemy: [Placement, production and use of annual grain legumes to increase food and feed resources. The first All-Ukrainian Conference of Problems]. Vinnytsia. [in Ukrainian].
13. Pantsyreva H.V. (2020) Vplyv tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia na zernovu produktyvnist zernobobovykh kultur v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. Naukovi dopovidi NUBIP Ukrainy: zhurnal [Influence of technological methods of cultivation on grain productivity of leguminous crops in the conditions of the right-bank Forest-Steppe of Ukraine. Scientific reports of NUBIP of Ukraine: a journal, № 5, Vol 87]. Kyiv. [in Ukrainian].
14. Mazur V.A., Didur I.M., Pantsyreva H.V. (2020). Obgruntuvannia adaptyvnoi sortovoi tekhnolohii vyroshchuvannia zernobobovykh kultur v pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo: zhurnal [Justification of adaptive varietal technology for growing leguminous crops in the right-bank Forest-steppe of Ukraine. Collection of scientific works of VNAU. Agriculture and forestry: a journal, № 18]. Vinnytsia. [in Ukrainian].
15. Kaminskyi V.F. (2005). Znachennia zernovykh bobovykh kultur ta napriamky yikh vyrobnytstva. Mizhvidomch. tem. nauk. zb. Selektsiia ta nasinnytstvo: vyp. 90 [The importance of grain legumes and the direction of their production. Selection and seed production: issue 90]. Vinnytsia. [in Ukrainian].
16. Babych A.O. (1993). Problemy bilka i vyroshchuvannia zernobobovykh na korm. 3-ye vyd., pererobl. i dopov: monohrafiia [Problems of protein and growing legumes for feed: a monograph]. Kyiv. [in Ukrainian].
17. Kataloh sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 31.12. 2023 rik: vytiah [The list of suitable varieties of plants for distribution in Ukraine on 31.12.2023: an extraction]. [in Ukrainian].

Гончар М.В. Дослідження сортових ресурсів нуту (*Cicer arietinum* L.) в Україні

У статті проаналізовано сучасний стан напрямів господарського використання сортів Cicer arietinum L. та визначені його перспективи для вирощування в умовах великої інтенсивності зміни клімату. Виокремлено наявні у Державному реєстрі сорти нуту придатні до поширення на території нашої держави у зоні Лісостепу та Степу. Узагальнено дані щодо динаміки їх використання за роками із наведеною характеристикою сортів за комплексом цінних господарських ознак. Встановлено, що станом на 2024 рік у Державному реєстрі сортів рослин, придатних до поширення в Україні наявно 21 сорти нуту**.** Визначено найбільш перспективні сорти за групою стиглості, рівнем врожайності та іншими якісними показниками. Вивчено господарські характеристики рослин нуту сортів Пам'ять та Тріумф. За даними літературних джерел вітчизняних та зарубіжних наукових праць при порівнянні отриманих результатів з характеристи-

кою сортів представлених оригінатором було отримано співпадіння сортових ознак за всіма показниками. Враховуючи господарсько-цінні характеристики, добру технологічну приналежність, високий ступінь придатності до несприятливих факторів навколишнього середовища, сорти нуту Пам'ять та Тріумф можна виокремити з числа наявних у Державному реєстрі сортів придатних до поширення на території України, як цінне джерело рослинного білка, що можна вирощувати в інтенсивних технологіях вирощування правобережного Лісостепу України. Актуальність проведеного аналізу, порівнянь та досліджень обґрунтовується завданнями прикладного дослідження на базі дослідних ділянок Вінницького національного аграрного університету під час написання наукової роботи на тему («Оптимізація елементів технології вирощування нуту в умовах Лісосостепу правобережного»). Впровадження у виробничу практику високопродуктивних сортів нуту дозволить зменшити дефіцит рослинного білка, а також покращити фізико-хімічний і фітосанітарний стан ґрунту.

Ключові слова: нут, сорт, урожайність, напрям використання, зона вирощування, аміачна селітра, бульбочкові бактерії.

Honchar M.V. Research on varietal resources of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Ukraine

The article analyzes the current state of the directions of economic use of varieties of Cicer arietinum L. and determined its prospects for growing in conditions of high intensity of climate change. Allocated available in the State Register varieties of chickpeas suitable for distribution on the territory of our state in the zone of Forest-steppe and Steppe. Generalized data on the dynamics of their use over the years with the given characteristics of varieties on the complex of valuable economic features. It is established that as of 2024 in the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine there are 21 varieties of chickpeas. The most promising varieties are determined by the group of ripeness, the level of yield and other qualitative indicators. The economic characteristics of chickpea plants of the varieties Pamiat ta Triumf are studied. According to the literary sources of domestic and foreign scientific works, when comparing the results obtained with the characteristics of the varieties presented by the originator, the coincidence of varietal characteristics for all indicators was obtained. Given the economic and valuable characteristics, good technological affiliation, a high degree of suitability for adverse environmental factors, chickpea varieties Pamiat ta Triumf can be distinguished from the varieties available in the State Register suitable for distribution in Ukraine as a valuable source of vegetable protein that can be grown in intensive technologies for growing the right-bank Forest-steppe of Ukraine. The relevance of the analysis, comparisons and research is justified by the tasks of applied research on the basis of research sites of the Vinnitsa National Agrarian University during the writing of a scientific work on the topic ("Optimization of the elements of chickpea cultivation technology in the conditions of the right-bank Forest-Steppe"). Introduction into production practice of highly productive varieties of chickpeas will reduce the deficiency of vegetable protein, as well as improve the physical, chemical and phytosanitary condition of the soil.

Key words: chickpea, variety, yield, direction of use, growing area, ammonium nitrate, nodule bacteria.

УДК 631.51:631.445.4:631.423.2
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.6

ВОДНИЙ РЕЖИМ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ

ГУРТОВЕНКО В.О. – здобувач наукового ступеня доктора філософії
orcid.org/0000-0002-9719-6374
Національний університет біоресурсів і природокористування України
ЦЮК О.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0001-8789-522X
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. Важливий чинник який має безпосередній вплив на об'єми виробництва сільськогосподарської продукції є правильно підібрана система обробітку ґрунту. Традиційні системи обробітку в умовах сьогодення потребують поліпшення, оскільки спостерігаються зміни кліматичних умов. Важливим і актуальним є проведення досліджень із впливу систем основного обробітку ґрунту, на накопичення доступної вологи, що сприяє отриманню високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур, у тому числі й соняшнику [3, 7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Водний режим ґрунту є дуже важливим при формування врожаїв сільськогосподарських культур. Для рослин вода має значно важливу роль, а саме бере участь в усіх процесах розвитку. Потреба у воді відслідковується упродовж всього онтогенезу рослини, від того моменту коли насіння потрапляє у ґрунт до формування врожаю. Атмосферні опади є основним джерелом води для ґрунту, рідше використовується зрошення. Розподіл опадів упродовж вегетаційного сезону є дуже важливий для всіх рослин, проте часто є нерівномірним, що в кінцевому результаті може нести негативний вплив на продуктивність культур [2].

За даними останніх досліджень Лісостепова зона України має достатню кількість опадів для формування сталих врожаїв, проте є причини за яких кількість опадів зменшується. Нерівномірність поля є однією з причин, а саме те що вода стікає і не затримується. Також за високих температур влітку відбувається фізичне випаровування води з ґрунту [5].

За останні роки самим поширеним обробітком ґрунту під соняшник в Україні є оранка. Проте, останніми роками думки змінюються, оскільки після початку війни змінилась економіка вирощування соняшника в гіршу сторону, а оранка є самим енергоємним та затратним обробітком. Більша частина вчених вважають що саме глибокий обробіток ґрунту впливає позитивно на накопичення ґрунтової вологи [10]. Проте Л. В. Центило заперечує дані думки та вважає що глибина обробітку не має ніякого впливу на накопичення вологи [4].

Так як думки вчених різняться, то дане питання потребує більш детального вивчення та удосконалення систем обробітку ґрунту.

Метою дослідження – встановлення впливу основного обробітку ґрунту та систем землеробства на зміни водних властивостей ґрунту в агроценозі соняшнику.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження виконано на дослідному полі ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» (2022-2023 рр.) Васильківського району Київської області, у стаціонарному досліді, основою якого є 5-пільна польова сівозміна.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий середньо суглинковий з вмістом гумусу в оброблюваному шарі 4,39% – 4,53%, pH сольової витяжки 6,8-7,30, ємність поглинання – 31,9 мг.-екв. на 100 г ґрунту, польова вологоємність – 28%, вологість стійкого в'янення – 10%. Глибина залягання підґрунтових вод 2-4 м. Загальний азот становить 34,7 мг/кг ґрунту визначений за методикою О. Н. Соколовського, фосфор – 49,7 мг/кг, калій – 122,7 мг/кг за Мачигіним. Варіанти досліджень розміщено систематично, повторність чотирьох разова.

Схема чергування культур у сівозміні: пшениця озима, соняшник, ячмінь, кукурудза на зерно, соя. Дослід двофакторний, фактор А – система землеробства, фактор В – обробіток ґрунту. У сівозміні застосовується три системи землеробства із розрахунку на 1 га сівозмінної площі: промислова (контроль) – гній 12 т + $N_{120}P_{100}K_{100}$; екологічна – гній 12 т + $N_{60}P_{60}K_{50}$ + 3,5 т побічна продукція і маса сидеральних культур та біологічна – гній 12 т + 3,0 т побічна продукція і маса сидеральних культур. Тестовою культурою став соняшник. Застосовували такі добрива: гній, селітра аміачна, нітроамофоска, суперфосфат гранульований і калій хлористий.

Фактор В – обробіток ґрунту: 1) полицева різноглибинна (контроль) передбачає за ротацію сівозміни чотири оранки і один мілкий обробіток під пшеницю озиму; 2) безполицева різноглибинна передбачає за ротацію сівозміни чотири чизельних обробітки і один мілкий обробіток під пшеницю озиму; 3) диференційована різноглибинна передбачає за ротацію одну оранку під соняшник під сою, ячмінь і кукурудзу на зерно чизельний обробіток ґрунту і під пшеницю озиму – мілкий безполицевий; 4) мілкий обробіток під всі культури сівозміни.

Площа посівної ділянки 96 м^2 (8 м * 12 м), облікової 70 м^2 (7 м * 10 м). Повторність досліду – чотириразова.

Дослідження водних властивостей ґрунту проводили на початку та в кінці вегетації за методом: доступні запаси вологи у ґрунті (ДСТУ ISO 16586:2005).

Результати досліджень. На врожайність рослин великий вплив мають водно-фізичні властивості ґрунту, у формуванні яких значна роль належить основному обробітку [8, 9]. Дані наших досліджень виявили певну залежність воднофізичних властивостей ґрунту від способів основного обробітку. Вода належить до найбільш істотних біофізичних факторів, що відіграють величезну роль у формуванні врожаю культур та ґрунтової родючості.

Сприятливі умови забезпечення рослин вологою створюються за оптимальної будови орного шару ґрунту. На польову вологоємкість об'єктивно впливали різниця в дозах внесених мінеральних добрив і обробітку ґрунту. Вологоємність зростає у ґрунтах за підвищеної органічної речовини і менша – для мінеральної частини. Ймовірне зростання вологоємності ґрунту відбуватиметься за тих систем землеробства, які пов'язані із збагаченням його органікою.

За біологічної і екологічної системи землеробства польова вологоємність зростає на 11,7-13,5 % порівняно з промисловою (рис. 1).

За диференційованої різноглибинної системи обробітку ґрунту відзначено тенденцію до зростання вологоємності чорнозему типового коливалась у межах 32,0-38,5% до абсолютно сухої маси ґрунту, що становить 90-80% від повної вологоємності. Можемо констатувати на утеплюючому ефекту мульчі, поліпшену збереженість вертикально орієнтованих макробіопор, відсутність плужної підошви і зростаючу водопроникність на ділянках диференційованої системи обробітку ґрунту.

Застосовані у досліді технології вирощування соняшнику та величина природної польової вологоємності ґрунту справили відповідний вплив на запаси доступної вологи у чорноземі типовому, які визначено на початку вегетації та перед збиранням соняшнику.

Проведені дослідження щодо впливу системи основного обробітку чорнозему типового і варіантів систем землеробства на зміни запасів доступної ґрунтової вологи в агрофітоценозі соняшнику наведено на рис. 3.1, 3.2.

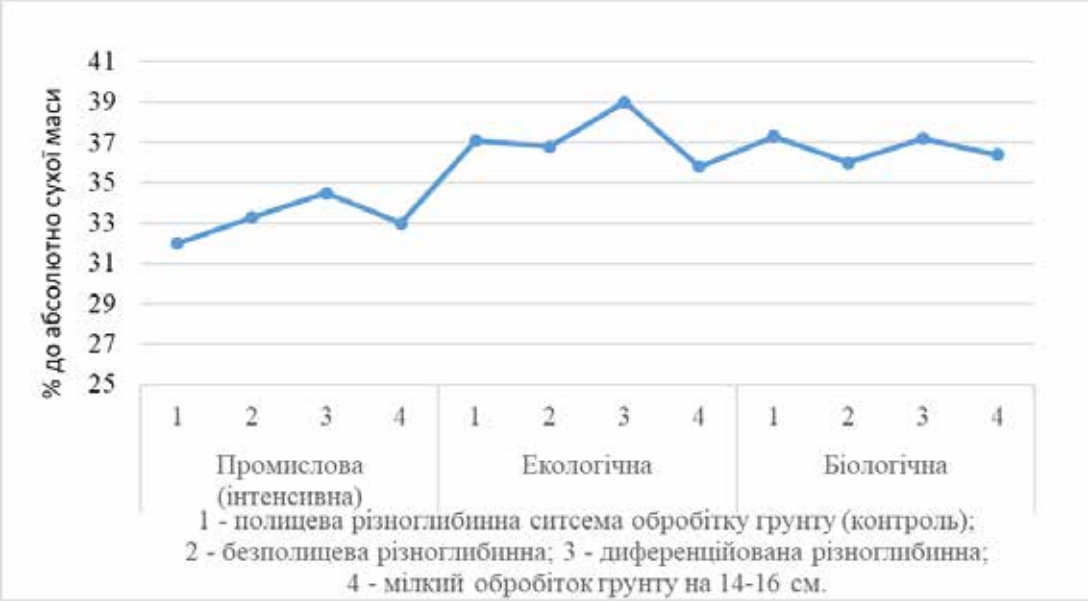


Рис. 1. Польова вологоємкість чорнозему типового в оброблюваному шарі ґрунту за вирощування соняшнику, % до абсолютно сухої маси

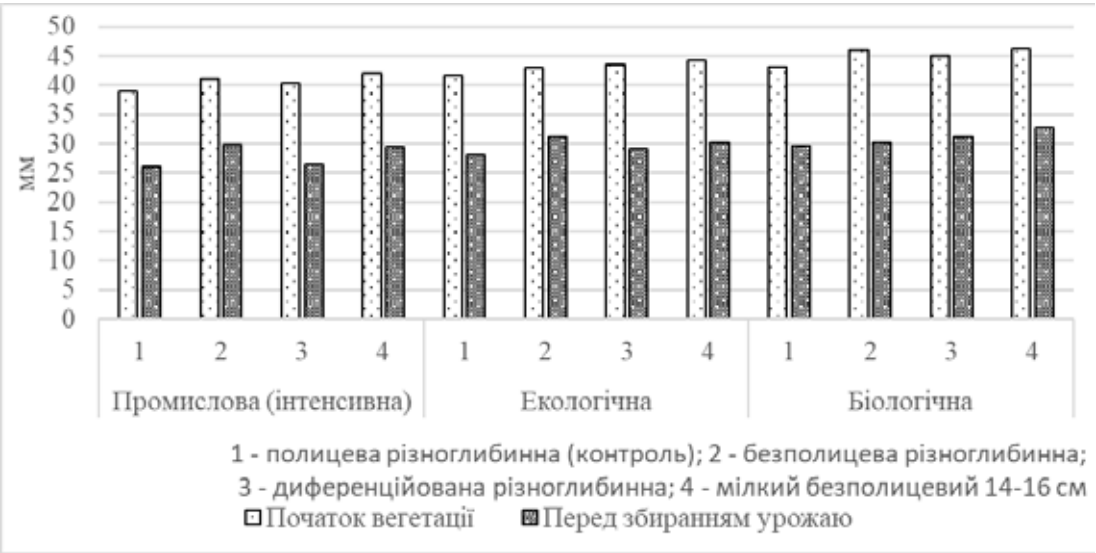


Рис. 2. Запаси доступної вологи в (0–30 см) шарі ґрунту, мм

На період сходів соняшнику в шарі 0-30 см ґрунту істотної різниці у запасах доступної вологи не відмічено. Запаси ґрунтової вологи коливалися від 39,0 до 46,2 мм. Наявність таких запасів доступної вологи знаходилася в оптимальних параметрах. Це є гарантією одержання своєчасних і дружніх сходів та в подальшому нормальному росту і розвитку рослин соняшнику. Істотно вищі запаси доступної вологи у 0-30 см шарі ґрунту спостерігали за мілкого безполицевого обробітку ґрунту у порівнянні з полицевим варіантом. Запас вологи на інших варіантах обробітку ґрунту був на рівні 43 мм.

Найменша кількість вологи накопичувалася на варіанті біологічного землеробства. Підвищені запаси доступної вологи відзначено за промислової на – 9,9 %, екологічної – 5,5 % порівняно із варіантом біологічного землеробства.

На період збирання соняшнику запаси вологи у ґрунті значно зменшилися (рис. 3). У результаті процесів фізичного випаровування, десукції і капілярного підйому вологи із нижніх шарів перемістились у верхню частину ґрунтової товщі. Разом із цим перевага мілкого безполицевого і полицево-безполицевого обробітків над полицевим зберігалась. Більш високим залишковим вологозапасам за застосування безполицевих заходів обробітків сприяла наявність мульчі, що запобігало ґрунтовій волозі від непродуктивного випаровування. За біологічної системи землеробства вміст доступної вологи в орному 0-30 см шарі ґрунту на початку вегетації знаходилося на рівні 40,6 мм, на варіантах екологічного і інтенсивного землеробства вміст вологи знаходився в межах 43-45 мм, що перевищує біологічну модель.

Вміст доступної вологи на початку вегетації рослин соняшнику в шарі (0–100 см) суттєво відрізнявся за системами землеробства та обробітку ґрунту (рис. 3). У період початкового росту варіант мілкого безполицевого обробітку ґрунту істотно переважав за вмістом запасів доступної вологи на 2,9% порівняно з полицевою різноглибинною системою. Значно високими кінцевими вологозапасами за мілкого безполицевого обробітку сприяла наявність мільчі і кращий розвиток листкового апарату, які затіняли ґрунту, охороняли ґрунтову вологу від непродуктивного випаровування [5]. За промислової системи землеробства вміст доступної вологи в метровій товщі перевищував на 16,7% порівняно з біологічним землеробством.

На період збирання запаси доступної вологи зменшилися як через використання вологи у процесі вегетації соняшнику, так і через випаровування її з ґрунту, відповідно біологічної системи землеробства це становило 70 мм, за екологічної системи – 76 мм, інтенсивної – 77 мм. Різниця між системами землеробства обумовлена різною насиченістю поживними речовинами та наявністю бур'янами.

Водні властивості, як один із чинників надходження, акумуляції вологи в ґрунті залежать від агрофізичних властивостей. Волога атмосферних опадів потрапляє у верхній шар ґрунту порами великих розмірів і тріщинами, незалежно від його об'ємної маси. Наступні етапи міграції вологи у ґрунт певною мірою обумовлені щільністю складення. Розпушений ґрунт вбирає вологу повніше однак звільняється від неї швидше, ніж ущільнений [1].

Встановлено середній прямий не істотний зв'язок між пористістю ґрунту і запасами доступної вологи на початку вегетації соняшнику (r=0,39±0,29). На кінець вегетації соняшнику зафіксовано обернений слабкий зв'язок пористості ґрунту та запасів доступної вологи: коефіцієнт кореляції (r=–0,25±0,30).

Висновки. На чорноземах типових найвищі запаси доступної вологи в ґрунті формуються за безполицевих обробітків. Сприятливі умови для збереження і накопичення доступної вологи відзначено за інтенсивної та екологічної системи землеробства за безполицевих варіантів основного обробітку ґрунту. Утримання вологи ґрунтом покращується завдяки створенню дрібногрудочкуватого шару ґрунту.

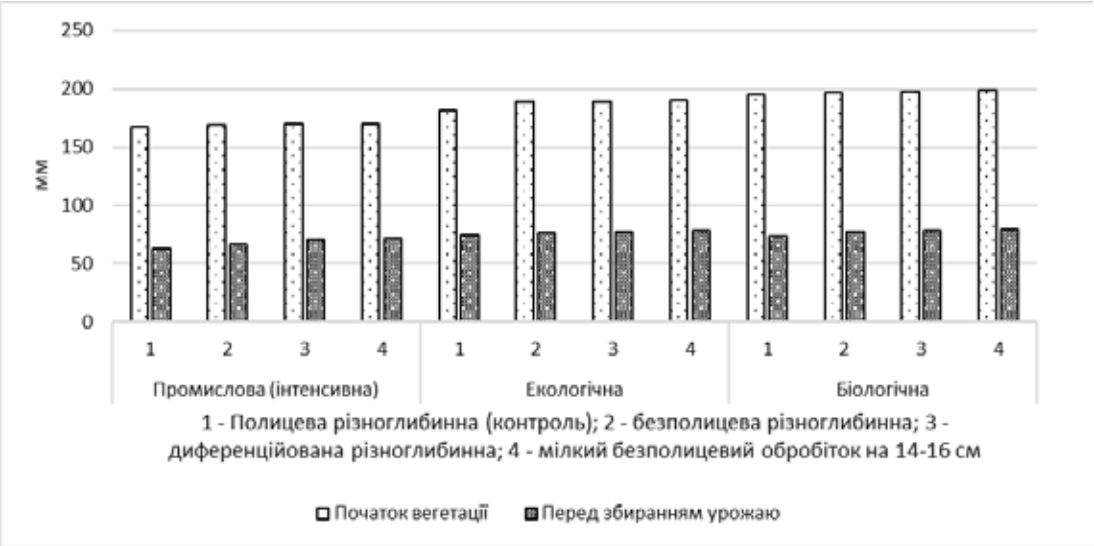


Рис. 3. Запаси доступної вологи в (0–100 см) шарі ґрунту, мм

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Наукові основи систем землеробства / С. П. Танчик, О. А. Цюк, Л. В. Центило. Вінниця: ТОВ «Ніланд-ЛТД», 2015. 314 с.
2. Петренко С. В. Водний режим ґрунтів під посівами кукурудзи залежно від основного обробітку ґрунту. Вісник СНАУ. 2020. Вип. 3(41). С. 23-28.
3. Танчик С. П., Бабенко А. І. Вплив забур'яненості посівів соняшнику на водний режим ґрунту. Вісник аграрної науки. 2020. № 2. С. 24-29.
4. Центило Л. В. Вологозабезпеченість буряків цукрових залежно від систем обробітку грунту та удобрення. Наукові доповіді НУЬіП України. 2019. № 5. URL : https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.05.010
5. Цюк О. А. Вологозабезпеченість буряків цукрових за різних систем землеробства. Цукрові буряки. 2010. № 3. С. 20-22.
6. Черенков А. В., Шевченко М. С. Ткаліч І. Д. та ін. Рекомендації по вирощуванню соняшника. Дніпропетровськ. 2011. 14 с.
7. Capehart T., Allen E., Bond J. K. Feed Outlook No. (FDS–14D). Economic Research Service, USDA. April, 2014. P. 17.
8. Cluster and principle component analyses of maize accessions under normal and water stress conditions / S. B. M. Hafiz et al. Journal of Agricultural Sciences. 2015. Vol. 60. No. 1. P. 33–48.
9. Tsyliuryk O.I., Shevchenko S.M., Shevhenko O.M. et al. Effect of the soil cultivation and fertilization on the abundance and species diversity of weeds in com farmed ecosystems. Ukrainian J.of Ecology. 2017. № 7 (3) S. 154-159.

REFERENCES:

1. *Naukovi osnovy system zemlerobstva* (2015). [Scientific foundations of farming systems]. / S. P. Tanchyk, O. A. Tsyuk, L. V. Tsentylo. Vinnytsia: TOV «Nilan-LTD», 314. [in Ukrainian]
2. Petrenko S. V. (2020). *Vodnyi rezhym gruntiv pid posivamy kukurudzy zalezhno vid osnovnoho obrobitku gruntu* [Water regime of soils under corn crops depending on the main tillage]. Visnyk SNAU. 3(41). 23-28. [in Ukrainian]
3. Tanchyk S. P., Babenko A. I. (2020). *Vplyv zaburianenosti posiviv soniashnyku na vodnyi rezhym gruntu* [The influence of weediness of sunflower crops on the water regime of the soil]. Visnyk ahrarnoi nauky. 2. 24-29. [in Ukrainian]
4. Tsentylo L. V. (2019). *Volohozabezpechenist buriakiv tsukrovykh zalezhno vid system obrobitku hruntu ta udobrennia* [Moisture availability of sugar beets depending on tillage and fertilization systems]. Naukovi dopovidi NUiP Ukrainy. 5. URL : https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.05.010. [in Ukrainian]
5. Tsyuk O. A. (2010). *Volohozabezpechenist buriakiv tsukrovykh za riznykh system zemlerobstva* [Moisture availability of sugar beets under different farming systems]. Tsukrovi buriaky.3. 20-22. [in Ukrainian]
6. Cherenkov A. V., Shevchenko M. S. Tkalich I. D. ta in. (2011). Rekomendatsii po vyroshchuvanniu soniashnyka [Recommendations for growing sunflower]. Dnipropetrovsk. 14. [in Ukrainian]
7. Capehart T., Allen E., Bond J. K. (2014). Feed Outlook No. (FDS–14D). Economic Research Service, USDA. April, 17.
8. Cluster and principle component analyses of maize accessions under normal and water stress conditions / S. B. M. Hafiz et al. Journal of Agricultural Sciences. 2015. 60. 1. P. 33-48.
9. Tsyliuryk O.I., Shevchenko S.M., Shevhenko O.M. et al. (2017). Effect of the soil cultivation and fertilization on the abundance and species diversity of weeds in com farmed ecosystems. Ukrainian J.of Ecology. 7 (3) 154-159. [in Ukrainian]

Гуртовенко В.О., Цюк О.А. Водний режим чорнозему типового залежно від агротехнічних заходів

Мета. Встановлення впливу основного обробітку ґрунту та систем землеробства на зміни водних властивостей ґрунту в агроценозі соняшнику.

Методи. Польовий, статистичний (статистична обробка результатів досліджень), порівняльно-розрахунковий.

Результати. Дослідженнями встановлено, що запаси доступної вологи залежать від систем землеробства та обробітку ґрунту. Слід зауважити, що застосування систем основного обробітку ґрунту створює оптимальну будову орного шару є одним із дієвих заходів накопичення вологи. На період початку сходів рослин соняшнику найвищі запаси доступної вологи у орному 0-30 см і метровому (0-10 см) шарах ґрунту були за безполицевих обробітків. Найнижчі запаси доступної вологи відзначено за полицевої різноглибинної системи основного обробітку ґрунту. Застосування безполицевих обробітків формується оптимальна будова орного шару ґрунту, подрібненні рослинні залишки пшениці озимої створюють на поверхні його мульчуючий шар, що захищає від випаровування вологи. За полицевої різноглибинної системи обробітку здійснюється розпушування і кришення, кришення орного шару ґрунту. Встановлено, що полова вологоємність ґрунту зросла на 11,7-13,5% за біологічної та екологічної системи землеробства порівняно з інтенсивною. За диференційованої системи обробітку польова вологоємність ґрунту мала тенденцію до зростання у межах 32,0-38,5% до абсолютно сухої маси ґрунту.

Висновки. На чорноземах типових найвищі запаси доступної вологи в ґрунті формуються за безполицевих обробітків. Сприятливі умови для збереження і накопичення доступної вологи відзначено за інтенсивної та екологічної системи землеробства за безполицевих варіантів основного обробітку ґрунту. Утримання вологи ґрунтом покращується завдяки створенню дрібногрудочкуватого шару ґрунту.

Ключові слова: соняшник, обробіток ґрунту, запаси вологи, інтенсивна, екологічна, сівозміна.

Hurtovenko V.O., Tsiuk O.A. Water regime of a typical chernozem depending on agricultural technical measures

Purpose. Establishing the influence of the main tillage and farming systems on changes in soil water properties in sunflower agrocenosis.

Methods. Field, statistical (statistical processing of research results), comparative and calculation.

The results. Research has established that reserves of available moisture depend on farming systems and tillage. It should be noted that the use of systems of basic tillage creates an optimal structure of the plow layer and is one of the effective measures of moisture accumulation. At the

beginning of the germination of sunflower plants, the highest reserves of available moisture in the arable 0-30 cm and meter (0-10 cm) layers of the soil were under no-shelf cultivation. The lowest reserves of available moisture were noted for the shelf multi-depth system of the main tillage. The application of shelf-free cultivation creates an optimal structure of the arable layer of the soil, crushed plant residues of winter wheat create a mulch layer on its surface that protects against moisture evaporation. Under the shelf multi-depth cultivation system, loosening and crumbling, crumbling of the arable layer of the soil is carried out. It was established that the semi-moisture capacity of the soil increased by 11.7-13.5% under the biological and ecological farming system compared to the intensive one. Under the differentiated cultivation system, the field moisture content of the soil had a tendency to increase within the range of 32.0-38.5% to the completely dry mass of the soil.

Conclusions. On typical chernozems, the highest reserves of available moisture in the soil are formed during tillage. Favorable conditions for the preservation and accumulation of available moisture were noted for the intensive and ecological system of agriculture with no-shelf variants of the main tillage. Soil moisture retention improves due to the creation of a fine-grained soil layer.

Key words: sunflower, tillage, moisture reserves, intensive, ecological, crop rotation.

УДК 634.7:581.1:631.8
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.7

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТРОКІВ ЖИВЦЮВАННЯ ТА СТИМУЛЯТОРІВ КОРЕНЕУТВОРЕННЯ НА УКОРІНЕННЯ ЗЕЛЕНИХ ЖИВЦІВ ОБЛІПИХИ КРУШИНОПОДІБНОЇ (*HIPPOPHAE RHAMNOIDES)*

ЄВПАК К.Є. – аспірант
orcid.org/0009-0004-7983-8881
Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Обліпиха – унікальний чагарник відомий екологічною пластичністю та біохімічною цінністю плодів [1,2,3]. Зацікавленість даною культурою зростає щороку. Попит на ягоду породжує попит на садивний матеріал. Дефіцит садивного матеріалу зумовлений відсутністю маточних насаджень та адаптованих технологій розмноження.

З метою розмноження обліпихи використовують різні способи: насіннєвий, відводками, зеленими та здерев'янілими живцями, мікроклонально (мало досліджений) [4,5,6]. Але активного використання в світі зазнають лише 2 методи розмноження обліпихи: зеленими та здерев'янілими живцями. Широкого розповсюдження набув метод розмноження обліпихи здерев'янілими живцями, оскільки при порівняно невеликих витратах за відносно короткий проміжок часу отримати генетично однорідний матеріал [5,7]. Використання зелених живців в порівнянні зі здерев'янілими робить розмноження обліпихи більш трудомістким, оскільки вимагає умов закритого ґрунту, режиму дрібнодисперсного поливу, підтримку оптимальної температури середовища, прив'язки до вегетаційних термінів. Разом з тим дана технологія дозволяє збільшити кількість живців, а отже і коефіцієнт розмноження, що оптимізує використання маточних рослин та площ вирощування [8]. Високий попит за умови обмежених матеріальних та трудових ресурсів вимагає оптимізації витрат, розробки та покращення технологій розмноження, що дозволить зменшити собівартість продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчаючи особливості розмноження ягідних культур важливим напрямом є дослідження строків живцювання, метамерність живців, типи та концентрації регуляторів росту. Останньому питанню присвячена не значна кількість робіт пов'язаних з культурою обліпихи крушиноподібної. На сьогодні детально вивчено процес формування адвентивних коренів зелених живців обліпихи [8]. Українськими та іноземними фахівцями здійснені фенологічні спостереження культури, визначені оптимальні розміри зелених живців та можливі терміни висадки [5,9,10]. Також розглядались питання притінення та мульчування живців [11]. Серед стимуляторів коренеутвореннязначний перелік речовин та їх концентрацій тестувався на здерев'янілих живцях обліпихи [7,12,13]. При зеленому живцюванні вивчались різні концентрації індоліл-масляної кислоти та препарат КАНО (10 %-ний розчин калійної солі α-нафтилоцтової кислоти) [14,15,16].

Враховуючи кліматичні зміни, селекційні напрацювання та розробку покращених регуляторів росту залишається актуальним вдосконалення технології зеленого живцювання.

Мета статті. Метою даної науково-дослідної роботи було дослідження впливу нових стимуляторів коренеутворення вітчизняного та іноземного виробництва на укорінення зелених живців обліпихи крушиноподібної (*Hippophae rhamnoides*) та оптимізація строків живцювання цієї породи в умовах кліматичних змін останні років.

Матеріали та методика досліджень. Досліди проводили у розсаднику ТОВ «Брусвяна» Житомирської області, Брусилівського району, с. Костівці протягом 2020-2023 років. Об'єктами дослідження є 4 сорта обліпихи: жіночі форми – Слава, Київський Янтар, Либідь, чоловіча форма – Адам. Предметом дослідження є технологія живцювання обліпихи зеленими живцями. В якості субстрату використовували суміш верхового торфу (pH) фракції 0-10 та річкового піску у співвідношенні 3:1. Живці нарізались з маточних рослин віком 7 років. Укорінення матеріалу проводилось в касетах з об'ємом ячейки 250 мл, в теплицях з автоматично-регульованим режимом дрібнодисперсного поливу. Температура повітря в теплиці, на момент укорінення, коливалась в межах 27-35ºС. Відносна вологість повітря 85-90%.

В досліді № 1 вивчались оптимальні терміни живцювання обліпихи. Для цього живці видалялись з маточних рослин в протягом 4 термінів з першої декади липня по другу декаду серпня.

В досліді № 2 вивчались нові стимулятори ризогенезу. Для досягнення поставлених завдань було використано наступні препарати: Клонекс-гель, пудра Rhizopon AA в концентраціях 0,5%, 1%, 2% [17], а також укорінювач – пудра вітчизняного виробництва (Патент № 94317) [18]. В якості контролю № 1 було використано воду та контролю № 2 розчин ІМК в концентрації 50 мг/л із замочування протягом 12 годин.

Досліди проводились в трикратному повторенні. Кількість живців у повторності становила 40 шт. і відповідала розміру касети. В якості живців використовували апікальну та медіальну частини пагона довжиною 12 см. Під час укорінення усі живці додатково оброблялись препаратом позакореневого живлення Peters Professional Plant Starter 10:52:10 (ICL).

Результати досліджень. Важливим елементом технології живцювання будь-якої рослини є правильний підбір термінів живцювання. Від фізіологічного стану

живця напряму залежить якісні та кількісні результати процесу розмноження.

Для успішного укорінення живців важливе значення має температурний фактор. Утворення коренів у обліпихи відбувається за середньостатистичної температури повітря середовища 24,4-25ºС та середньої температури ґрунту 25,3ºС. За нижчих температурних показників термін коренеутворення подовжуються.

Варто відмітити, що температурні умови серпня місяця 2020 року та 2021 значно різнились. Серпень 2021 року був холодним, середньодобова температура складала 22-25ºС. Це в свою чергу вплинуло на швидкість укорінення зелених живців обліпихи. Відтак, порівняно з серпнем 2020 року для початку утворення калюсу знадобилось в середньому на 2-4 дні більше, що вплинуло на середньостатистичний результат дослідження.

Живцювання досліджуваних сортів проводилось в 4 етапи: перша декада липня, друга-третя декада липня, перша декада серпня, друга декада серпня (табл. 1). Після висадки живців відбувались процеси формування раневого калюсу. Дані процеси супроводжуються переважанням дихання над фотосинтезом. В цей же час відбувається розпад хлорофілів, проявляються каротиноїди, що загалом виглядає як пожовтіння листків. Пожовтіння в межах живця проходить у акропетальному напрямку. В середньому поява незначного шару калюсу по всіх представлених сортах спостерігалась на 14-15 день після висадки. Найшвидше вкорінювались зразки чоловічої форми обліпихи Адам та жіночої Либідь. За

Таблиця 1

Ефективність живцювання обліпихи крушиноподібної за використання різних стимуляторів коренеутворення (середньостатистичні дані за 2020-2023 рр).

Стимулятор коренеутворення	Либідь		Київський Янтар		Слава		Адам	
	Доба появи калюсу	Відсоток укорінених рослин (%)	Доба появи калюсу	Відсоток укорінених рослин (%)	Доба появи калюсу	Відсоток укорінених рослин (%)	Доба появи калюсу	Відсоток укорінених рослин (%)
01-10.07								
Контроль 1	16	0	15	14	-	0	16	19
Контроль 2	15	6	12	49	17	3	14	21
Клонекс-гель	15	6	12	68	16	5	12	29
Rhizopon 0,5%	-	0	14	55	-	-	14	31
Rhizopon 1%	15	10	12	79	16	11	13	48
Rhizopon 2%	14	13	12	90	15	14	10	63
Патент № 94317	15	12	13	84	16	11	11	59
15-25.07								
Контроль1	15	31	15	10	17	-	15	41
Контроль 2	13	45	13	34	15	26	14	69
Клонекс-гель	12	66	13	58	15	30	12	51
Rhizopon 0,5%	13	51	14	48	16	27	14	77
Rhizopon 1%	12	73	13	66	15	36	12	87
Rhizopon 2%	11	94	12	79	14	51	10	96
Патент № 94317	10	90	12	71	15	49	11	93
1-10.08								
Контроль1	19	21	17	4	16	28	17	32
Контроль 2	17	32	16	19	15	40	15	44
Клонекс-гель	11	47	16	31	10	44	14	48
Rhizopon 0,5%	16	34	16	24	15	41	15	43
Rhizopon 1%	17	67	15	39	14	55	13	69
Rhizopon 2%	14	77	14	41	10	83	11	88
Патент № 94317	14	71	15	39	11	79	12	84
10-20.08								
Контроль1	19	17	-	-	-	23	19	12
Контроль 2	17	21	17	7	13	38	18	19
Клонекс-гель	18	21	17	6	10	42	17	22
Rhizopon 0,5%	18	18	18	4	13	40	18	21
Rhizopon 1%	18	25	17	9	12	51	17	23
Rhizopon 2%	17	41	16	11	11	70	16	39
Патент № 94317	17	37	17	10	12	68	17	33

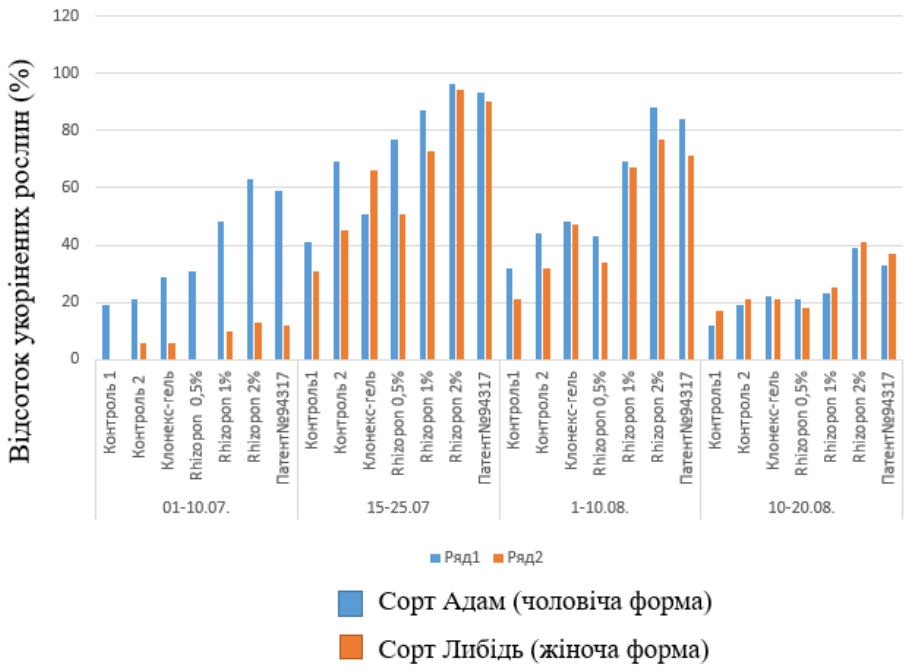


Рис. 1. Вплив обробки регуляторами росту на укорінення жіночих та чоловічих живців обліпихи крушиноподібної

оптимальних строків вкорінення для даних сортів поява калюсу спостерігалась на 10-11 день. При спостереженні за рослинами сорту Либідь, було помічено, що за живцювання в період першої та другої декади серпня регенераційна здатність живців зменшувалась, калюс утворювався довше і більшим шаром. В частині випадків формування адвентивних коренів не починалось. В той же час дані строки живцювання були вдалими для рослин сорту Слава. Показники укорінених рослин підвищувались на 20-30%.

Низький відсоток укорінення зелених живців за ранніх термінів живцювання пояснюється морфологічною незрілістю, оскільки, фізіологічні процеси формування та накопичення поживних речовин не є завершеними.

Неодноразово відмічено, що обробка фізіологічно активними речовинами у відповідній концентрації базальної частини живців позитивно впливає на ризогенез, оскільки за даного процесу клітини камбію та коркової паренхіми стають атрагуючими центрами. Відтак відбувається посилене живлення даної зони, що активізує процес диференціації клітин, формування зачатків коренів.

Серед протестованих регуляторів росту найвищі показники укорінених рослин спостерігались при застосуванні пудри Rhizopon AA 2% та пудри вітчизняного патенту № 94317. Варто відмітити позитивний вплив використання Rhizopon AA 1% та Клонекс-гелю.

Під час проведення дослідження було помічено, що живці з чоловічих рослин мали вищі показники укорінення порівняно з жіночими (рис. 1). В середньому, різниця між укоріненням жіночих та чоловічих рослин склала 11%.

В подальшому також відмічено легшу адаптацію рослин сорту Адам під час здійснення пересадки з касет укорінення до контейнерів з метою подальшого дорощування.

Висновки. Ефективність укоріненість зелених живців обліпихи напряму залежить від сортових особливостей маточних рослин. Розвиток адвентивних коренів визначався терміном відбору та висадки живців, а також типом стимуляторів ризогенезу.

Для сортів Либідь та Адам визначеними оптимальними термінами живцювання є друга-третя декада липня, для сорту Київський Янтар – перша декада липня, сорт Слава мав вищі показники ризогенезу у першій декаді серпня.

Серед протестованих стимуляторів коренеутворення найкращі показники мав препарат Rhizopon 2%, де середній показник укорінення за оптимальних строків склав 89%. Позитивні результати також мало використання вітчизняного препарату – Патент № 94317. Для сортів Либідь та Київський Янтар показник укорінення становив 90%, а для сорту Адам – 93%.

Відмічена вища регенераційна та адаптаційна здатність рослин чоловічої форми Адам порівняно з жіночими формами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Gurčík, Ľ., Porhajaš, V., Červený, D., & Bajusová, Z. Economic evaluation of cultivation and finalization of the products from the sea buckthorn. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*. 2019. Vol.8. № 1. P. 27-30.
2. Li T. S.C., Beveridge T. H.J. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) : production and utilization. NRC Research Press. 2003. P.140.
3. Bonciu, E., Iancu, P., Matei, G. Ecological cultivation of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*), a profitable business even in times of economic crisis. *Annals of*

the University of Craiova-Agriculture, Montanology, Cadastre Series. 2014. Vol.43, № 1. P. 61-66.
4. Li T.S.C. and Schroeder W.R. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.): a multipurpose plant. HortTechnology. Vol.6. 1996. P. 370–380.
5. Балабак А. Ф. Кореневласне розмноження малопоширених плодових і ягідних культур. Умань: Оперативна поліграфія, 2003. 109 с
6. Schroeder, W.R. Seabuckthorn Propagation. Canada: Agriculture and Agri-Food Canada, 2017. 20 p.
7. Dolkar, P., Dolkar, D., Angmo, S., Srivastava, R., B., Stobdan, T. An Improved Method for Propagation of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) by Cuttings. National Academy Science LettersVol.39. № 5. 2016. P. 323-326.
8. Миколайко, І. І. «Ризогенетична здатність зелених стеблових живців сортів обліпихи крушиновидної (*Hippophae rhamnoides L.*) залежно від впливу біологічно активних речовин.» Агробіологія. 2013. Вип. 10. С. 111-117.
9. Dale, A., Galić, D. Repetitive vegetative propagation of first-year sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) cuttings. *Canadian Journal of Plant Science*. 2017. Vol. 98. № 3. P. 609-615.
10. Миколайко І.І., Шлапак В.П. *Hippophae rhamnoides L.* у філогенетичній системі рослинного світу. Науковий вісник НЛТУ України. 2014. Вип. 24. № 1. С. 125-130.
11. Dolkar, P., Angmo, P., Dolkar, D., Kumar, B., Chaurasia, O., Stobdan, T. Effect of Mulching, Shading, Spacing and Cutting Thickness on Propagation of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) by Cuttings. *Defence Life Science Journal*. 2017. Vol. 3 № 1. P. 75-79.
12. Stanys, V., Treikauskienė, J., Stanienė, G. Propagation of sea buckthorn using soft cuttings. *Sodininkystė ir Daržininkystė*. 2010. Vol. 29. № 1. P. 29-39.
13. Dhyani, D., Maikhuri, R. K., Dhyani, S. Effect of auxin treatments on male and female cuttings of *Hippophae salicifolia*. *African Journal of Biotechnology*. 2012. Vol.11. № 90. P. 15712-15718.
14. Güneş, M., Alkaç, O. S., Öcalan, O. N. Propagation of Some Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) Cultivars By Semi-Hardwood Cuttings. *Journal of New Results in Science*. 2020. Vol. 9. № 2. P. 32-38.
15. Миколайко І. І. Вивчення впливу а-Нок на укоріню-ваність і розвиток стеблових живців сортів обліпихи крушиновидної (*Hippophae phamnoides L.*) в умовах Правобережного Лісостепу України. Проблеми відтворення та охорони біорізноманіття України. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. Полтава: Астрая, 2012. С. 78-80.
16. Liu Yuting, et al. «Effects of different rooting powders on the rooting of seabuckthorn twig cuttings.» *Temperate Forestry Research*. 2020. Vol.3. № 2. P. 38-42.
17. Rhizopon: веб-сайт. URL: https://rhizopon.com/en/products/safety-and-quality (дата звернення 20.01.2024).
18. Засіб для стимуляції коренеутворення зелених та здерев'янілих живців: пат. 94317 Україна: A01G29/00, A01H4/00. № a 2009 09855; заявл. 28.09.2009; опубл. 10.11.2010, Бюл. № 8.

REFERENCES:

1. Gurčík, Ľ., Porhajaš, V., Červený, D., & Bajusová, Z. (2019). Economic evaluation of cultivation and finalization of the products from the sea buckthorn. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, *8*(1), 27-30.
2. Li, T. S., & Beveridge, T. H. (2003). *Sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.): production and utilization*. NRC Research Press.
3. Bonciu, E., Iancu, P., & Matei, G. (2014). Ecological cultivation of sea buckthorn (hippophae rhamnoides), a profitable business even in times of economic crisis. *Annals of the University of Craiova-Agriculture, Montanology, Cadastre Series*, *43*(1), 61-66.
4. Li, T. S., & Schroeder, W. R. (1996). Sea buckthorn (Hippophae rhamnoides L.): a multipurpose plant. *HortTechnology*, *6*(4), 370-380.
5. Balabak, A. F. (2003). Korenevlasne rozmnozhennia maloposhyrenykh plodovykh i yahidnykh kultur. [Propagation of rare fruit and berry crops by root]. Uman: Operative polygraphy. [in Ukrainian].
6. Schroeder, W.R. 2017. Seabuckthorn Propagation. Agriculture and Agri-Food Canada, Indian Head, Saskatchewan, Canada.
7. Dolkar, P., Dolkar, D., Angmo, S., Srivastava, R. B., & Stobdan, T. (2016). An improved method for propagation of seabuckthorn (Hippophae rhamnoides L.) by cuttings. *National Academy Science Letters*, *39*(5), 323-326.
8. Mykolaiko, I. I. (2013). Ryzohenetychna zdatnist zelenykh steblovykh zhyvtsiv sortiv oblipykhy krushynovydnoi (*Hippophae rhamnoides L.*) zalezhno vid vplyvu biolohichno aktyvnykh rechovyn. [The rhizogenetic ability of green stem cuttings of sea buckthorn varieties (*Hippophae rhamnoides L.*) depending on the influence of biologically active substances.] Ahrobiolohiia, (10), 111-117. [in Ukrainian].
9. Dale, A., & Galić, D. (2017). Repetitive vegetative propagation of first-year sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) cuttings. *Canadian Journal of Plant Science*, *98*(3), 609-615.
10. Mykolaiko, I. I., & Shlapak, V. P. (2014). *Hippophae rhamnoides L.* u filohenetychnii systemi roslynnoho svitu. [*Hippophae rhamnoides* L. in the phylogenetic system of the plant world.] Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy, 24(1), 125-130. [in Ukrainian].
11. Dolkar, P., Angmo, P., Dolkar, D., Kumar, B., Chaurasia, O., & Stobdan, T. (2017). Effect of Mulching, Shading, Spacing and Cutting Thickness on Propagation of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) by Cuttings. *Defence Life Science Journal*, *3*(1), 75-79.
12. Stanys, V., Treikauskienė, J., & Stanienė, G. (2010). Propagation of sea buckthorn using soft cuttings. *Sodininkystė ir Daržininkystė*, *29*(1), 29-39.
13. Dhyani, D., Maikhuri, R. K., & Dhyani, S. (2012). Effect of auxin treatments on male and female cuttings of *Hippophae salicifolia*. *African Journal of Biotechnology*, *11*(90), 15712-15718.
14. Güneş, M., Alkaç, O. S., & Öcalan, O. N. (2020). Propagation of Some Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) Cultivars By Semi-Hardwood Cuttings. *Journal of New Results in Science*, *9*(2), 32-38.
15. Mykolaiko, I. I. (2012). Vyvchennia vplyvu a-Nok na ukoriniuvanist i rozvytok steblovykh zhyvtsiv sortiv

oblipykhy krushynovydnoi (*Hippophae phamnoides L.*) v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. [Study of the effect of a-Nok on the rooting and development of stem cuttings of sea buckthorn varieties (*Hippophae phamnoides L.*) in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. Problemy vidtvorennia ta okhorony bioriznomanittia Ukrainy. Materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf. Poltava: Astraia, 2012. S. 78-80. [in Ukrainian].

16. Liu Yuting, et al. (2020) «Effects of different rooting powders on the rooting of seabuckthorn twig cuttings.» *Temperate Forestry Research* 3.2: 38-42.
17. Rhizopon: Website. URL: https://rhizopon.com/en/products/safety-and-quality (access date 20.01.2024).
18. Zasib dlia stymuliatsii koreneutvorennia zelenykh ta zderevianilykh zhyvtsiv [Means for stimulating root formation of green and lignified cuttings]: patent № 94317 Ukraina: A01G29/00 A01H4/00. a200909855; zaiavl. 28.09.2009, opubl. 10.11.2010. Biul.№ 8, s. 2. [in Ukrainian].

Євпак К.Є. Дослідження впливу строків живцювання та стимуляторів коренеутворення на укорінення зелених живців обліпихи крушиноподібної (*Hippophae rhamnoides)*

Мета. Метою даної науково-дослідної роботи було дослідження впливу нових стимуляторів коренеутворення вітчизняного та іноземного виробництва на укорінення зелених живців обліпихи крушиноподібної (*Hippophae rhamnoides*) та оптимізація строків живцювання цієї породи в умовах кліматичних змін останні років. **Методи.** Під час виконання дослідження використовували загальнонаукові та спеціальні методи, серед яких: аналіз, спостереження, польовий метод, лабораторний, розрахунково-порівняльний. **Результати.** У статті наведено результати досліджень строків живцювання обліпихи крушиноподібної сортів Либідь, Київський Янтар, Слава, Адам зеленими живцями протягом 2020-2023 років виконаних в умовах Правобережного Лісостепу України. Згідно результатів дослідження визначено, що сприятливим для процесу живцювання обліпихи сорту Київський Янтар є перша декада липня; для сортів Либідь та Адам – друга-третя декада липня; сорт Слава – перша декада серпня. В дослідженні продемонстровані результати використання стимуляторів ризогенезу вітчизняного та іноземного виробництва. Високі показники укорінення мали сорт Либідь – 94% та Адам – 96% за використання препарату. Визначено ефективність використання вітчизняного препарату патент № 94317, при застосуванні якого показники укорінення зелених живців склали – 84-92% за оптимальних строків живцювання. Помічено залежність кількості укорінених живців від статі материнських рослин. **Висновки.** Встановлено, що серед строків живцювання обліпихи крушиноподібної методом зелени живців доцільно використовувати препарати Rhizopon AA 2% та вітчизняний засіб для стимуляції коренеутворення (Патент № 94317). Визначено оптимальні строки живцювання сортів Либідь, Адам – друга-третя декада липня; Київський Янтар – перша декада липня, Слава – перша декада серпня.

Ключові слова: обліпиха, Hippophae rhamnoides, живцювання, технологія розмноження, ризогенез.

Yevpak K.E. Study of the effect of cuttings time and root formation stimulators on the rooting of green sea buckthorn cuttings (*Hippophae rhamnoides*)

Purpose. The purpose of this research work was to study the influence of new domestic and foreign-made rooting stimulators on the rooting of green sea buckthorn cuttings (*Hippophae rhamnoides*) and to optimize the cutting time of this species in the conditions of climate changes in recent years. **Methods.** During the research, general scientific and special methods were used, including: analysis, observation, field method, laboratory, calculation and comparison. **Results.** The article presents the results of research on the timing of grafting of sea buckthorn varieties Lybid, Kyivskyi Yantar, Slava, Adam with green cuttings during 2020-2023 in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. According to the results of the research, it was determined that the first decade of July is favorable for the process of grafting sea buckthorn of the Kyivskyi Yantar variety; for Lybid and Adam varieties – the second or third decade of July; Slava variety – the first decade of August. The research demonstrates the results of using rhizogenesis stimulators of domestic and foreign production. Lybid variety had high rooting rates – 94% and Adam – 96% when using the drug. The effectiveness of the use of the domestic drug patent No. 94317 was determined, when using which the indicators of rooting of green cuttings were 84-92% at the optimal time of cuttings. The dependence of the number of rooted cuttings on the sex of the mother plants was observed. **Conclusions.** It was established that during the period of grafting of sea buckthorn using the green cutting method, it is advisable to use Rhizopon AA 2% preparations and a domestic agent for stimulating root formation (Patent No. 94317). The optimal time for grafting varieties Lybid, Adam was determined – the second or third decade of July; Kyivskyi Yantar – the first decade of July, Slava – the first decade of August.

Key words: sea buckthorn, Hippophae rhamnoides, green cuttings, propagation technology, rhizogenesis.

УДК 633.15: 631.816.11: 631.89
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.8

ЗМІНА БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

ЗАСУХА А.А. – здобувач ступеня доктора філософії
orcid.org/0009-0004-8215-4675
Білоцерківський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Сучасна стратегія розвитку агропромислового комплексу України характеризується високими науковими досягненнями, в яких велике значення має стабілізація виробництва зерна з одночасним удосконаленням агротехнологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур [1–2]. Інтенсивні технології вирощування ґрунтуються на широкому застосуванні мінеральних добрив та пестицидів, але їх безконтрольне використання є економічно невиправданим та екологічно небезпечним. Тому, пошук альтернативних засобів впливу на формування врожайності та якості продукції останніми роками привертає все більше уваги дослідників. Перспективним у цьому напрямі може бути впровадження у виробництво мікродобрив та регуляторів росту рослин, які здатні підвищувати потенціал біологічної продуктивності рослин у межах нормального діапазону реакції генотипу та підвищувати їх адаптивну здатність до стресових факторів навколишнього середовища [3–4].

Сьогодні виробництву пропонується низка мікродобрив, які стимулюють проростання насіння, регулюють ростові процеси, підвищують стійкість до хвороб, зменшують втрати врожаю, але ефективність їх дії різна і це потребує наукового обґрунтування та практичних рекомендацій [5–6]. Тому оптимізація елементів живлення кукурудзи за рахунок основного та додаткового живлення є надзвичайно актуальним питанням, яке потребує відповідного обґрунтування в умовах Правобережного Лісостепу України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Формування врожаю сільськогосподарських культур це сукупність процесів живлення, росту, розвитку та перетворення речовини й енергії. Процеси росту та розвиток репродуктивних органів визначаються рівнем забезпеченості рослини водою та поживними речовинами, фізико-хімічними властивостями ґрунту, гідротермічними параметрами вегетаційного періоду та іншими умовами середовища [7–8].

Використання регуляторів росту і добрив може призвести до підвищення продуктивності та поліпшення якості продукції, а також до поліпшення умов сільськогосподарського виробництва, оскільки спільне використання регуляторів росту рослин і мікродобрив потенційно може знизити споживання фунгіцидів та інсектицидів на 25–40% [9–10].

Застосування макро- і мікродобрив та регуляторів росту базується не тільки на потребі в них для окремих культур, але більшою мірою на вмісті певних елементів у ґрунті, а також на недостатній кількості форм, доступних для рослин. Позитивна дія мікроелементів на рослини зумовлена ще й тим, що вони приймають участь в окислювально-відновлювальних процесах вуглеводів навколишнього середовища. Під впливом мікроелементів в листках збільшується склад хлорофілу, покращується фотосинтез, підвищується асимілююча дія рослини [11–12]. Використання регуляторів росту та добрив є важливим при вирощуванні кукурудзи. Це забезпечує потребу в елементах живлення і захист рослин від несприятливих погодних чинників, активізує і підтримує фотосинтез і азотфіксацію, підвищує ефективність макродобрив, створює антистресовий ефект від застосування пестицидів, збільшує кількість і якість урожаю [3, 13–15].

На початкових етапах росту і розвитку кукурудзи дуже важливе значення має високий фон азотного живлення. Також, у цей же час, відзначено критичний період щодо наявності фосфору. В подальші фази росту й розвитку, необхідно забезпечити посіви азотом у найважливіший період інтенсивного росту, який розпочинається за 15-20 днів перед цвітінням і завершується після цієї фази. Фосфорне живлення також необхідне рослинами наприкінці вегетації – починаючи від фази формування й наливу зерна. Також протягом майже всього вегетаційного періоду проявляються високі потреби рослин кукурудзи у калії – від початку сходів і до викидання рослинами волоті, при цьому критичний період у споживанні K_2O відзначено у період утворення та розвитку ниток качанів [16–19].

Для нормального фотосинтезу рослини повинні мати високу площу асимільованої поверхні. Результати досліджень показують, що існує значна різниця між площею листкової поверхні та впливом загальної біомаси листя на врожайність зерна кукурудзи [15, 20]. Високі дози азотних добрив чинять негативний вплив на врожайність зерна через значне збільшення площі листкової поверхні та зниження фотосинтетичної активності [21]. Максимальне використання сонячної енергії сприяє формування рослинами оптимальної листкової поверхні та ефективність використання асиміляційної поверхні [22]. На формування листкового апарату кукурудзи впливають кліматичні особливості (сонячна енергія, вологість, температура, технологічні чинники та забезпеченість поживними речовинами) [23].

Висота рослин кукурудзи – один із біометричних показників, що характеризує їх ріст та відображає сукупність процесів, що відбуваються всередині організму і його реакцію на чинники довкілля. Висота стебла кукурудзи визначається кількістю та довжиною міжвузлів. На цей показник сильно впливають сортові особливості [8, 24–25], технологія вирощування та кліматичні умови [10, 17].

Висота рослин є хорошим показником для оцінки росту рослин та врожайності зерна [26]. Динаміка висоти рослин протягом усього вегетаційного періоду може бути використана для оцінки критичних генетичних ознак, фізіологічних процесів рослин та впливу навколишнього середовища [27]. Крім того, вертикальний розподіл площі листкової поверхні важливий для аналізу фотосинтезу, поширення пилку та стресостійкості рослин. Кількісний аналіз вертикального розподілу та динамічних змін листкової поверхні може використовуватися для діагностики живлення рослин та у селекційних дослідженнях [28].

Метою дослідження було визначення впливу добрив та регуляторів росту рослин на формування біометричних показників рослин кукурудзи.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в 2022–2023 рр. в ПСП Агрофірма «Світанок» Київської області за наступною схемою: Фактор А. Мінеральні добрива (кг/га д.р.) 1. Без добрив; 2. $N_{50}P_{30}K_{30}$; 3. $N_{70}P_{50}K_{50}$; 4. $N_{90}P_{70}K_{70}$ Фактор В. Позакореневе підживлення добривами та регуляторами росту рослин 1. Без застосування; 2. Нутрівант Універсальний (2 кг/га) у фазі 3-5 листків кукурудзи (ВВСН 13–16); 3. Нутрівант плюс Зерновий (2 кг/га) у фазі 3-5 листків кукурудзи (ВВСН 13–16) + Атланте (0,5 л/га) у фазі 7-8 листків кукурудзи (ВВСН 17–18); 4. Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) у фазі 3-4 листків кукурудзи (ВВСН 13–14) + Ікар Фосто (0,5 л/га) у фазі 4-5 листків кукурудзи (ВВСН 15–16) + Ікар Зінто (0,5 л/га) у фазі 7-8 листків кукурудзи (ВВСН 17–18). Висівали гібрид кукурудзи СИ Октеон (ФАО 380). Площа облікової ділянки – 294 м^2. Повторність – триразова. Розміщення варіантів послідовне. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем глибокий середньосуглинковий на лесовидному суглинку.

Технологія вирощування кукурудзи загальноприйнята для зони Лісостепу, окрім прийомів, які були поставлені на вивчення. Сівбу гібридів кукурудзи проводили у третій декаді квітня за температури ґрунту на глибині загортання насіння 8–10ºС. Мінеральні добрива (нітроамофоска) вносили восени, решту азотних (аміачна селітра) – перед сівбою. Добрива Нутрівант, Атланте і Ікар вносили у позакореневі підживлення у відповідні фази кукурудзи з витратою робочого розчину 250 л/га.

Висоту рослин та прикріплення качана визначали мірною лінійкою від поверхні ґрунту до верхівки головного стебла шляхом заміру 25 закріплених кілочками рослин кукурудзи у двох несуміжних повтореннях. Площу листкової поверхні визначали добутком ширини на довжину і перевідний коефіцієнт (0,65) та наступним переведенням на 1 га [29].

Результати досліджень. За вирощування кукурудзи без застосування добрив і регуляторів росту у період утворення 12 листків (ВВСН 30) показник висоти становив 142,3 см (табл. 1).

Застосування мінеральних добрив підвищувало показник висоти рослин кукурудзи. Так, на варіанті $N_{50}P_{30}K_{30}$ висота рослин становила 150,1см, за внесення $N_{70}P_{50}K_{50}$ зросла до 152,3 см, а при використанні $N_{90}P_{70}K_{70}$–156,7 см, в середньому за два роки досліджень. При застосуванні добрив та регуляторів росту у позакореневе підживлення висота рослин у цю фазу також збільшувалася. Найбільший приріст рослин у висоту виявлено при застосуванні Ікар Біго Рутс

Таблиця 1

Динаміка зміни висоти рослин кукурудзи під впливом застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення (середнє за 2022–2023 рр.),см

Мінеральні добрива (А)	Позакореневе підживлення (В)	12 листків (ВВСН 30)	Цвітіння волотей (ВВСН 65)	Воскова стиглість зерна (ВВСН 85)
Без добрив	Без застосування	142,3	214,6	218,6
	Нутрівант Універсальний	145,5	217,2	222,1
	Нутрівант плюс Зерновий + Атланте	147,0	218,4	223,7
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	147,6	220,5	224,5
$N_{50}P_{30}K_{30}$	Без застосування	146,6	219,5	225,6
	Нутрівант Універсальний	149,7	223,5	228,7
	Нутрівант плюс Зерновий + Атланте	151,1	224,7	229,7
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	153,0	225,3	231,0
$N_{70}P_{50}K_{50}$	Без застосування	149,2	224,5	230,2
	Нутрівант Універсальний	152,7	227,8	232,8
	Нутрівант плюс Зерновий + Атланте	153,4	228,8	233,8
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	154,0	230,1	235,0
$N_{90}P_{70}K_{70}$	Без застосування	153,5	227,1	234,5
	Нутрівант Універсальний	156,5	229,8	237,8
	Нутрівант плюс Зерновий + Атланте	157,9	231,2	238,4
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	158,7	232,4	240,1
$НІР_{05}$	А	1,8	2,3	2,0
	В	1,3	1,4	1,2
	АВ	3,4	3,9	3,4

(0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 4,8–5,3 см, порівняно з контролем.

Висота рослин кукурудзи найбільш інтенсивно зростала до періоду цвітіння (ВВСН 65). У цей період, висота рослин значно збільшувалася залежно від досліджуваних добрив та регуляторів росту. Показник висоти рослин у фазу цвітіння на варіантах без їх застосування становив 214,6 см. На фоні добрив $N_{50}P_{30}K_{30}$ та підживленні Нутрівант Універсальний (2 кг/га) рослини кукурудзи сформували висоту 217,2 см. Застосування Нутрівант плюс Зерновий (2 кг/га) і Атланте (0,5 л/га) збільшило висоту рослин на 3,8 см, порівняно з контролем, і становила 218,4 см. Підживлення препаратами Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) підвищило висоту рослин до 220,5см, що на 5,9 см більше від контролю.

Проведення позакореневих підживлень вказаними препаратами на фоні внесення $N_{70}P_{50}K_{50}$ сприяло підвищенню висоти рослин кукурудзи на 4,8–6,3 см і становила 224,5, 227,8, 228,8 та 230,1 см залежно від варіанту досліду.

Позакореневе підживлення мало найбільший вплив на висоту рослин кукурудзи у варіантах із використанням $N_{90}P_{70}K_{70}$. Найвище значення висоти рослин кукурудзи спостерігали за підживлення Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) у фазі 3-4 листків кукурудзи + Ікар Фосто (0,5 л/га) у фазі 4-5 листків кукурудзи + Ікар Зінто (0,5 л/га) у фазі 7-8 листків кукурудзи – 232,4см. При проведенні листкового підживлення Нутрівант плюс Зерновий (2 кг/га) у фазі 3-5 листків кукурудзи (ВВСН 13–16) висота рослин становила 229,8 см, за підживлення Нутрівант плюс Зерновий (2 кг/га) у фазі 3-5 листків кукурудзи (ВВСН 13–16) + Атланте (0,5 л/га) у фазі 7-8 листків кукурудзи (ВВСН 17–18) – 231,2 см, що більше від контролю на 2,7 та 4,1 см, відповідно.

За використання регуляторів росту та добрив, рослини кукурудзи досягали максимальної висоти у фазу воскової стиглості зерна (ВВСН 85). Найвищі значення отримано на варіанті з використанням $N_{90}P_{70}K_{70}$ і позакореневому підживлені Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто(0,5 л/га) – 240,1 см.

Результати дисперсійного аналізу довели, що досліджувані фактори мали різний вплив на формування висоти рослин кукурудзи. Встановлено, що найвищий вплив на показник висоти рослин мають мінеральні добрива – 80,1 % (рис. 1). Добрива і регулятори росту у позакореневе підживлення впливають на висоту рослин менше – на 8,2 %. Взаємодія досліджуваних факторів становить 6,3% та інші фактори (погодні умови) впливають на рівні 5,4 %.

Висота кріплення качана є важливою характеристикою, що характеризує придатність гібридів кукурудзи до механізованого збирання. Низька висота качанів (менше 40 см) призводить до великих втрат під час збирання врожаю цієї культури. Щоб зменшити дані втрати, висота кріплення качана повинна бути не менше 50 см над поверхнею ґрунту. Занадто високе кріплення качана, понад 130 см, також є небажаним [30].

Застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення добривами та регуляторами росту рослин впливало на висоту прикріплення качана кукурудзи. На варіантах без мінеральних добрив цей показник становив 91,1 см, за внесення $N_{50}P_{30}K_{30}$ – 96,0 см, $N_{70}P_{50}K_{50}$ – 99,3 см і $N_{90}P_{70}K_{70}$ – 101,9 см (рис. 2).

На фоні добрив $N_{50}P_{30}K_{30,}$ залежно від варіанту підживлення, висота прикріплення качана зростала на 4,8–5,1 см і становила 95,4–96,5 см. При удобренні $N_{70}P_{50}K_{50}$ рослини кукурудзи формували качани на висоті 98,5–99,8 см, що більше на 7,9–8,3 см, порівняно з контролем. За удобрення $N_{90}P_{70}K_{70}$ висота прикріплення качана становила101,2–102,5 см, а приріст становив 10,5–10,9 см.

Максимальні значення висоти прикріплення качана отримано за внесення $N_{90}P_{70}K_{70}$ і позакореневого підживлення Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 102,5 см.

Застосування мінеральних добрив, листкового підживлення добривами і регуляторами росту мало

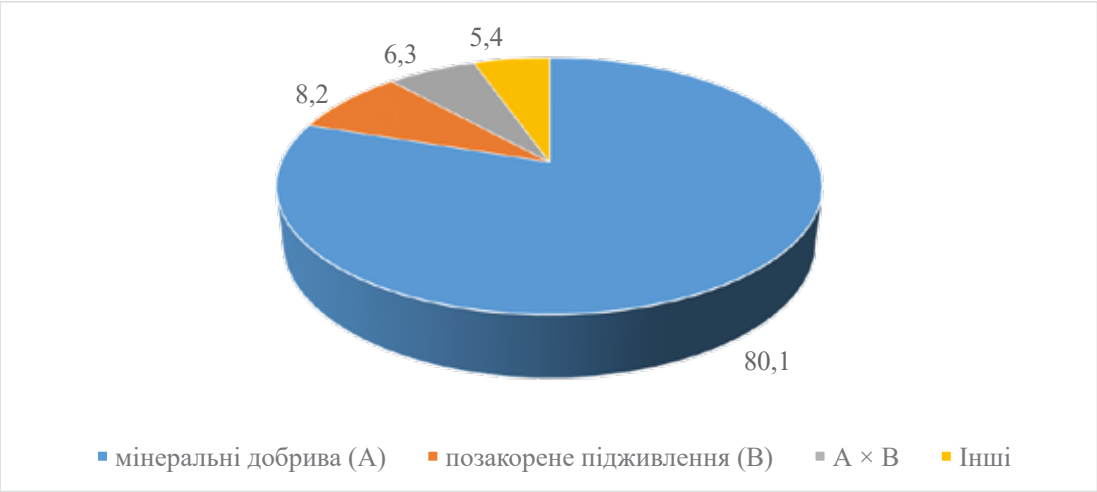


Рис. 1. Частка впливу досліджуваних факторів на висоту рослин кукурудзи у фазу воскової стиглості зерна (ВВСН 85)

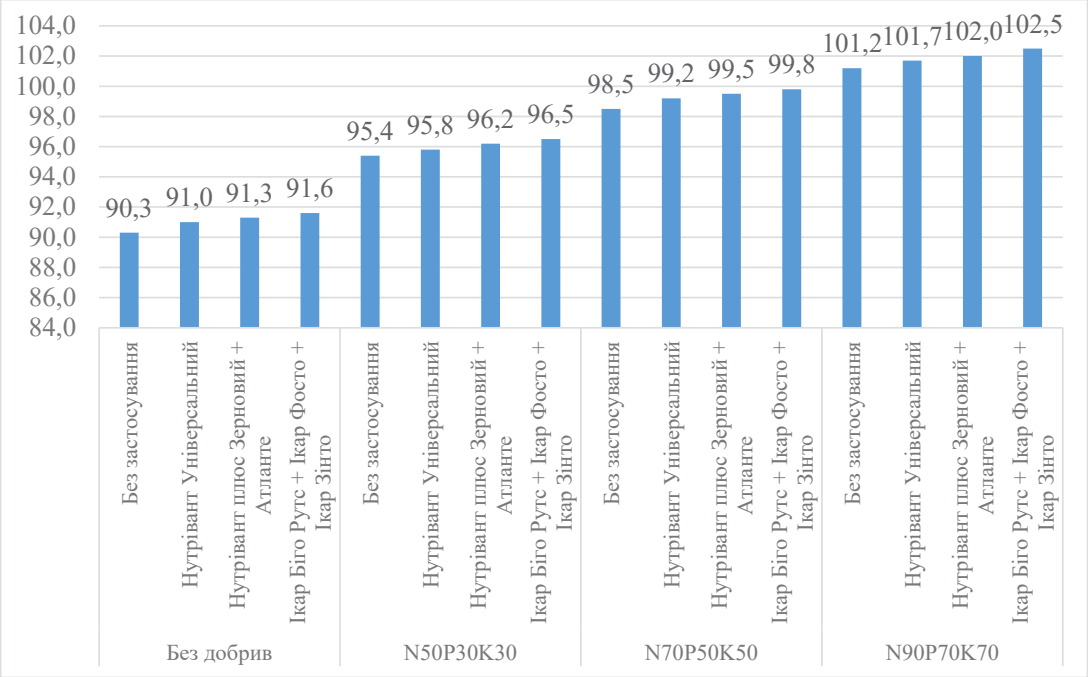


Рис. 2. Висота прикріплення качана у рослин кукурудзи, см

значний вплив на формування площі асиміляційної поверхні у всі періоди обліків. Встановлено, що у фазі 12 листків (ВВСН 30) на фоні без добрив, площа листкової поверхні кукурудзи становила 27,1 тис. м^2/га (табл. 2).

Використання $N_{50}P_{30}K_{30}$ дозволило збільшити цей показник до 28,7 тис. м^2/га. Збільшення дози добрив до $N_{70}P_{50}K_{50}$ сприяло зростанню площі листкової поверхні кукурудзи до 29,5, що на 2,4 тис.м^2/га більше, ніж на контролі. При удобренні $N_{90}P_{70}K_{70}$ площа листкової поверхні становила 30,7, що на 3,6 тис. м^2/га більше контрольного варіанту. В середньому, по варіантах мінерального живлення при використанні в цей період Нутрівант Універсальний (2 кг/га), асиміляційна площа рослин зростала на 0,4 тис.м^2/га, Нутрівант плюс Зерновий (2 кг/га) + Атланте (0,5 л/га) – на 0,9 тис.м^2/га, Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – на 1,1 тис.м^2/га.

У період цвітіння волотей (ВВСН 65) рослини кукурудзи формують максимальний листковий апарат. На варіанті удобрення $N_{50}P_{30}K_{30}$ площа листкової поверхні на ділянках без проведення підживлень складала 49,4 тис.м^2/га. За позакореневого підживлення Нутрівант Універсальний (2 кг/га) у фазі 3-5 листків кукурудзи (ВВСН 13–16) цей показник становив 50,0 тис. м^2/га, при застосуванні Нутрівант плюс Зерновий (2 кг/га) + Атланте (0,5 л/га) – 50,3 тис. м^2/га, а при обробці Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 50,5тис.м^2/га.

За удобрення $N_{70}P_{50}K_{50}$ площа листкової поверхні у фазі цвітіння на контрольному варіанті становила 50,8 тис. м^2/га. При застосуванні Нутрівант Універсальний (2 кг/га) – 51,4 тис.м^2/га, Нутрівант плюс Зерновий (2 кг/га) + Атланте (0,5 л/га) – 51,4 тис. м^2/га, а при обробці Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 51,9тис.м^2/га.

Найбільшою площа листкової поверхні рослин кукурудзи була у фазі цвітіння за мінерального живлення $N_{90}P_{70}K_{70}$. За підживлення Нутрівант Універсальний (2 кг/га) цей показник становив 51,7 тис. м^2/га, що на 0,4 тис. м^2/га більше від контролю. При підживленні Нутрівант плюс Зерновий (2 кг/га) + Атланте (0,5 л/га) – 52,1 тис. м^2/га, що на 0,8 тис.м^2/га більше від контролю. Найвищий показник площі листкової поверхні зафіксовано при підживленні Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 52,5 тис. м^2/га, що більше від контролю на 1,2 тис.м^2/га.

Динаміка зміни площі листкової поверхні у фазі молочна стиглість зерна (ВВСН 76) вказує загальну тенденцію до зменшення цього показника, що є фізіологічною характеристикою рослини. Так, зниження цього показника у цей період обліків, порівняно з фазою цвітіння волотей (ВВСН 65) становить 2,8–5,7 %, незалежно від досліджуваних факторів.

Дисперсійна обробка площі листкової поверхні у фазу цвітіння волотей дозволила встановити частку впливу досліджуваних факторів на формування цього показника (рис. 3).

Виявлено, що мінеральні добрива найбільше впливали на площу листкової поверхні на рівні 75,6 %, позакореневе підживлення добривами і регуляторами росту на 9,7 %, а взаємодія цих факторів виявилась на рівні 11,4 %.

Висновки. Отримані експериментальні дані показують, що лінійне збільшення висоти рослин відбувалося до фази воскової стиглості зерна (ВВСН 85). При цьому, максимальні значення спостерігалися на варіантах з основним удобренням $N_{90}P_{70}K_{70}$ та позакореневим

Таблиця 2

Формування площі листкової поверхні посівами кукурудзи під впливом мінеральних добрив та позакореневого підживлення (середнє за 2022–2023 рр.), тис. м²/га

Мінеральні добрива (А)	Позакореневе підживлення (В)	12 листків (ВВСН 30)	Цвітіння волотей (ВВСН 65)	Молочна стиглість зерна (ВВСН 76)
Без добрив	Без застосування	26,3	47,1	44,2
	Нутрівант Універсальний	26,8	47,7	45,8
	Нутрівант плюс Зерновий + Атланте	27,4	48,0	46,0
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	27,7	48,3	46,3
$N_{50}P_{30}K_{30}$	Без застосування	28,0	49,4	46,7
	Нутрівант Універсальний	28,4	50,0	47,5
	Нутрівант плюс Зерновий + Атланте	28,9	50,3	48,0
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	29,3	50,5	48,3
$N_{70}P_{50}K_{50}$	Без застосування	28,9	50,8	47,5
	Нутрівант Універсальний	29,3	51,4	48,4
	Нутрівант плюс Зерновий + Атланте	29,7	51,9	48,6
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	30,0	52,0	48,9
$N_{90}P_{70}K_{70}$	Без застосування	30,2	51,3	48,1
	Нутрівант Універсальний	30,6	51,7	49,0
	Нутрівант плюс Зерновий + Атланте	30,8	52,1	49,3
	Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто	31,0	52,5	49,5
$НІР_{05}$	А	0,8	0,9	0,7
	В	0,2	0,2	0,1
	АВ	1,0	1,2	0,9

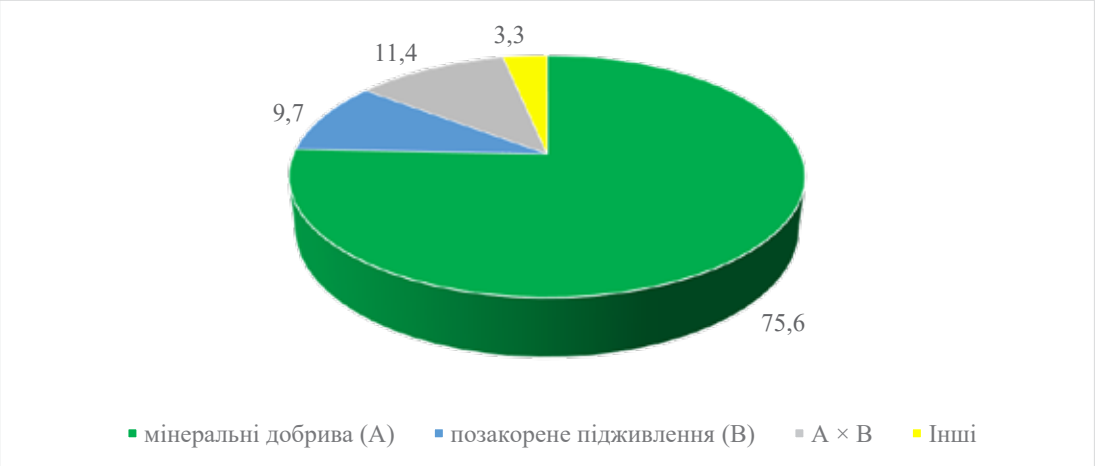


Рис. 3. Частка впливу досліджуваних факторів на формування площі листкової поверхні кукурудзи у фазу цвітіння волотей (ВВСН 65)

підживленням добривами і регуляторами росту Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 240,1 см. Висота прикріплення качана становила при цьому 102,5 см.

Найбільша площа листкової поверхні була отримана у фазу цвітіння волотей (ВВСН 65) за підживлення рослин кукурудзи у фазі 3-4 листків кукурудзи Ікар Біго Рутс (0,5 л/га), повторно у фазі 4-5 листків кукурудзи Ікар Фосто (0,5 л/га) і у фазі 7-8 листків кукурудзи Ікар Зінто (0,5 л/га) – 52,5 тис. м²/га. Динаміка зміни площі листкової поверхні у фазі молочна стиглість зерна (ВВСН 76) вказує загальну тенденцію до зменшення цього показника, що є фізіологічною характеристикою рослини. Так, зниження цього показника у цей період обліків, порівняно з фазою цвітіння волотей (ВВСН 65) становить 2,8–5,7 %, незалежно від досліджуваних факторів.

На основі дисперсійного аналізу встановлено, що на показник висоти і площі листкової поверхні рослин кукурудзи найбільший вплив мають мінеральні добрива – 80,1 і 75,6 %. Добрива і регулятори росту у позакореневе підживлення впливають на ці показники на рівні 8,2 і 11,4 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ільчук М. М., Коновал І. А., Барановська О. Д., Євтушенко В. Д. Розвиток ринку зерна в Україні та його стабілізація. *Економіка АПК*. 2019. № 4. С. 29–38.

2. Талавиря М. П., Ващенко І. В. Формування та функціонування ринку кукурудзи в Україні. *Економіка АПК*. 2018. №. 9. С. 28–33.
3. Гож О. А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мікродобрив та стимуляторів росту в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2014. №. 61. С. 118–120.
4. Грабовський М. Б., Грабовська Т. О., Ображій С. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості під впливом строків сівби. *Агробіологія*. 2014. № 2 (113). С. 81–86.
5. Anjorin F., Adebayo A., Omodele T., Adetayo A., Adediran J. Effects of soil nutrient amendments on growth and grain yield performances of quality protein maize grown under water deficit stress in Ibadan, Nigeria. *Acta Agriculturae Slovenica*. 2021. № 117/4. P. 1–14, doi: 10.14720/aas.2021.117.4.1887/
6. Грабовський М. Б., Федорук Ю. В., Правдива Л. А., Грабовська Т.О. Вплив рівня мінерального живлення на ріст, розвиток та водоспоживання рослин сорго цукрового та кукурудзи в одновидових та сумісних посівах. *Таврійський науковий вісник*, 2018. Вип. 103. С. 27–35.
7. Grabovskyi M., Kucheruk P., Pavlichenko K., Roubík H. Influence of macronutrients and micronutrients on maize hybrids for biogas production. *Environmental Science and Pollution Research*. 2023. 30. 70022–70038https://doi.org/10.1007/s11356-023-27235-3
8. Palamarchuk V., Honcharuk I., Honcharuk T., Telekalo N. Effect of the elements of corn cultivation technology on bioethanol production under conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8(3).P. 42–50.
9. Павліченко К. В., Грабовський М. Б. Формування біометричних показників та накопичення сирої надземної маси гібридами кукурудзи під впливом макро- і мікродобрив. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 123. С. 98–111 DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.14
10. Грабовський М. Б. Вплив заходів контролювання чисельності бур'янів на ріст та розвиток кукурудзи. *Агробіологія.* 2017. № 2 (135). С. 45–54.
11. Milas A. S., Romanko M., Reil P., Abeysinghe T., Marambe A. The importance of leaf area index in mapping chlorophyll content of corn under different agricultural treatments using UAV images. *International Journal of Remote Sensing*. 2018.№ 39. P.15–16, 5415-5431,DOI: 10.1080/01431161.2018.1455244
12. Грабовський М. Б. Ефективність застосування мінеральних добрив у одновидових та сумісних посівах сорго цукрового та кукурудзи. *Техніка і технології АПК*, 2018. № 8–9 (107). С. 21–24.
13. Вожегова Р.А., Марченко Т.Ю., Забара П.П., Пілярська О.О. Особливості фотосинтетичної діяльності ліній–батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від елементів технології в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство*. 2021. Вип. 76. С. 54–59. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.11
14. Рудавська Н. М., Гук Р. М. Вплив удобрення на формування врожаю гібридів кукурудзи. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. № 61. С. 123–134.
15. Грабовський М. Б. Удобрення кукурудзи: на часі економія. *The Ukrainian Farmer,* січень 2015. С. 56–57.
16. Nie S., Wang C., Dong P., Xi X. Estimating leaf area index of maize using airborne full-waveform lidar data. *Remote Sensing Letters*. 2016. № 7(2). P. 111–120.
17. Грабовський М. Б., Грабовська Т. О., Городецький О. С., Курило В. Л. Формування продуктивності кукурудзи на силос залежно від фону мінерального живлення. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 71. С. 37–40.
18. Amanullah M. J. H., Nawab K., Ali A. Response of specific leaf area (SLA), leaf area index (LAI) and leaf area ratio (LAR) of maize (Zea mays L.) to plant density, rate and timing of nitrogen application. *World Applied Sciences Journal*. 2007. № 2(3). P. 235–243.
19. Грабовський М. Б., Вахній С. П., Лозінський М. В., Панченко Т. В., Басюк П. Л. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від застосування комплексних мінеральних добрив. *Агробіологія*. 2021. № 2. С. 33–42. doi: 10.33245/2310-9270-2021-.167-2-33-42
20. Baez-GonzalezA. D., Kiniry J. R., MaasS. J., Tiscareno M. L., Macias C, J., Mendoza J. L., Manjarrez J. R. Large-area maize yield forecasting using leaf area index based yield model. *Agronomy Journal.* 2005. № 97(2). № 418–425.
21. Лавриненко Ю. О., Міщенко С. В., Марченко Т. Ю., Пілярська О. О., Кобизєва Л. Н., Грабовський М. Б. Фотосинтетичні показники гібридів кукурудзи залежно від густоти посіву і обробітку біопрепаратами за умов зрошення. *Аграрні інновації.* 2022. № 12 С. 41–47. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.7
22. Гож О.А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мікродобрив та регуляторів росту на зрошуваних землях Півдня України: дис. … кандидата с.г. наук: 06.01.09. Херсон, 2016. 175 с.
23. Степаненко М. В., Грабовський М. Б. Вплив системи удобрення на лінійні розміри рослин кукурудзи. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 104–109. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.16
24. Che Y., Wang Q., Xie Z., Zhou L., Li S., Hui F. Ma, Y. Estimation of maize plant height and leaf area index dynamics using an unmanned aerial vehicle with oblique and nadir photography. *Annals of botany.* 2020. № 126(4). P. 765–773.
25. Gyenes-Hegyi Z., Pok I., Kizmus L. Plant height and height of the main ear in maize (Zea mays L.) at different locations and different plant densities. *Acta agronomica hungarica.* 2002. № 50(1). P. 75–84.
26. Bendig J, Yu K, Aasen H. Combining UAV-based plant height from crop surface models, visible, and near infrared vegetation indices for biomass monitoring in barley. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2015. № 39. P. 79–87.
27. Malambo L., Popescu S. C., Murray S. C. Multitemporal field-based plant height estimation using 3D point clouds generated from small unmanned aerial systems high-resolution imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2018.64. P. 31–42.
28. Perez R. P. A., Fournier C., Cabrera-Bosquet L. Changes in the vertical distribution of leaf area enhanced light interception efficiency in maize over generations of selection. *Plant, Cell & Environment*. 2019. № 42. P. 2105–2119.

29. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. Єщенко В. О. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.
30. Лашина М. В., Туровець В. М., Глушко Т. В. Встановлення кореляційних залежностей між адаптивними і морфометричними ознаками та їх значення при розробці моделей гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрошення південного Степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012.№.3.С.141–145.

REFERENCES:

1. Ilchuk, M. M., Konoval, I. A., Baranovska, O. D., Yevtushenko, V. D. (2019). Rozvytok rynku zerna v Ukraini ta yoho stabilizatsiia [Development of the grain market in Ukraine and its stabilization]. Ekonomika APK, 4, 29-38. doi: 10.32317/2221-1055.201904029 [in Ukrainian].
2. Talavirya, M. P., Vashchenko, I. V. (2018). Formuvannia ta funktsionuvannia rynku kukurudzy v Ukraini [Formation and functioning of the corn market in Ukraine]. Ekonomika APK, 9, 28–33 [in Ukrainian].
3. Gozh, O. A. (2013). Productivity of maize hybrids depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the South of Ukraine. Irrigation Agriculture, 61, 118–120 [in Ukrainian].
4. Grabovskyi, M. B., Grabovska, T. O., Obrazhii, S. V. (2014). Formuvannia produktyvnosti hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti pid vplyvom strokiv sivby [Formation of productivity of corn hybrids of different maturity groups under the influence of sowing dates]. Agrobiology, 2(113), 81–86 [in Ukrainian].
5. Anjorin, F., Adebayo, A., Omodele, T., Adetayo, A., & Adediran, J. (2021). Effects of soil nutrient amendments on growth and grain yield performances of quality protein maize grown under water deficit stress in Ibadan, Nigeria. Acta Agriculturae Slovenica, 117/4, 1–14, doi: 10.14720/aas.2021.117.4.1887/
6. Grabovskyi, M. B., Fedoruk, Yu. V., Pravdyva, L. A., Grabovska, T. O. (2018). Vplyv rivnia mineralnoho zhyvlennia na rist, rozvytok ta vodospozhyvannia roslyn sorho tsukrovoho ta kukurudzy v odnovydovykh ta sumisnykh posivakh [The influence of the level of mineral nutrition on the growth, development and water consumption of sweet sorghum and corn plants in monospecies and intercrops]. Taurian Scientific Bulletin, 103, 27–35 [in Ukrainian].
7. Grabovskyi, M., Kucheruk, P., Pavlichenko, K., Roubík, H. (2023). Influence of macronutrients and micronutrients on maize hybrids for biogas production. Environmental Science and Pollution Research, 30. 70022–70038. https://doi.org/10.1007/s11356-023-27235-3
8. Palamarchuk, V., Honcharuk, I., Honcharuk, T., & Telekalo, N. (2018). Effect of the elements of corn cultivation technology on bioethanol production under conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. Ukrainian Journal of Ecology, 8(3), 42–50.
9. Pavlichenko, K. V., Grabovskyi, M. B. (2022). Formuvannia biometrychnykh pokaznykiv ta nakopychennia syroi nadzemnoi masy hibrydamy kukurudzy pid vplyvom makro- i mikro dobryv [Formation of biometric indicators and accumulation of raw aboveground mass by corn hybrids under the influence of macro- and microfertilizers]. Taurian Scientific Herald, 123, 98–111 DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.14 [in Ukrainian].
10. Grabovskyi, M. B. (2017). Vplyv zakhodiv kontroliuvannia chyselnosti burianiv na rist ta rozvytok kukurudzy [The effect of weed control measures on the growth and development of corn]. Agrobiology, 2 (135), 45–54. [in Ukrainian].
11. Milas A. S., Romanko M., Reil P., Abeysinghe T., Marambe A. (2018). The importance of leaf area index in mapping chlorophyll content of corn under different agricultural treatments using UAV images. *International Journal of Remote Sensing*, 39, 15–16, 5415-5431, DOI: 10.1080/01431161.2018.1455244
12. Grabovskyi, M. B. (2018). Efektyvnist zastosuvannia mineralnykh dobryv u odnovydovykh ta sumisnykh posivakh sorho tsukrovoho ta kukurudzy [Effectiveness of mineral fertilizers application in single-species and combined crops of sweet sorghum and corn]. Agricultural machinery and technologies, 8–9(107), 21–24. [in Ukrainian].
13. Vozhegova, R. A., Marchenko, T. Yu., Zabara, P. P., Pilyarska, O. O. (2021). Osoblyvosti fotosyntetychnoi diialnosti linii–batkivskykh komponentiv hibrydiv kukurudzy zalezhno vid elementiv tekhnolohii v umovakh zroshennia [Peculiarities of photosynthetic activity of parent lines of corn hybrids depending on elements of technology under irrigation conditions]. Irrigated agriculture, 76, 54–59. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.11[in Ukrainian].
14. Rudavska, N. M., Huk, R. M. (2017). Vplyv udobrennia na formuvannia vrozhaiu hibrydiv kukurudzy [The effect of fertilizer on the formation of the yield of corn hybrids]. Foothill and mountain agriculture and animal husbandry, (61), 123–134. [in Ukrainian].
15. Grabovskyi, M. B. (2015). Udobrennia kukurudzy: na chasi ekonomiia [Fertilizing corn: saving time]. The Ukrainian Farmer, 56–57. [in Ukrainian].
16. Nie, S., Wang, C., Dong, P., Xi, X. (2016). Estimating leaf area index of maize using airborne full-waveform lidar data. *Remote Sensing Letters*, 7(2), 111–120.
17. Grabovskyi, M. B., Grabovska, T.O., Horodetskyi, O.S., Kurylo, V.L. (2019). Formuvannia produktyvnosti kukurudzy na sylos zalezhno vid fonu mineralnoho zhyvlennia [Formation of productivity of corn for silage depending on the background of mineral nutrition]. Irrigated agriculture, 71, 37–40. [in Ukrainian].
18. Amanullah, M. J. H., Nawab, K., Ali, A. (2007). Response of specific leaf area (SLA), leaf area index (LAI) and leaf area ratio (LAR) of maize (Zea mays L.) to plant density, rate and timing of nitrogen application. *World Applied Sciences Journal*, 2(3), 235–243.
19. Grabovskyi, M. B., Vakhniy, S. P., Lozinskyi M. V., Panchenko T. V., Basyuk P. L. (2021). Zernova produktyvnist hibrydiv kukurudzy zalezhno vid zastosuvannia kompleksnykh mineralnykh dobryv [Grain productivity of corn hybrids depending on the application of complex mineral fertilizers]. Agrobiology, 2, 33–42. doi: 10.33245/2310-9270-2021-.167-2-33-42 [in Ukrainian].
20. Baez-Gonzalez, A. D., Kiniry, J. R., Maas, S. J., Tiscareno, M. L., Macias C, J., Mendoza, J. L., Manjarrez, J. R. (2005). Large-area maize yield forecasting using leaf area index based yield model. *Agronomy Journal*, 97(2), 418–425.

21. Lavrynenko, Yu. O., Mishchenko, S. V., Marchenko, T. Yu., Pilyarska, O. O., Kobizeva, L. N., Grabovskyi, M. B. (2022). Fotosyntetychni pokaznyky hibrydiv kukurudzy zalezhno vid hustoty posivu I obrobitku biopreparatamy za umov zroshennia [Photosynthetic indicators of corn hybrids depending on the density of sowing and treatment with biological preparations under irrigation conditions]. Agrarian innovations, 12, 41–47. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.7 [in Ukrainian].
22. Gozh, O. A. (2016). Produktyvnist hibrydiv kukurudzy zalezhno vid mikrodobryv ta rehuliatoriv rostu na zroshuvanykh zemliakh Pivdnia Ukrainy [Productivity of corn hybrids depending on microfertilizers and growth regulators on irrigated lands of Southern Ukraine]. Thesis of the candidate of this year Sciences, Kherson, 175 p. [in Ukrainian].
23. Stepanenko, M. V., Grabovskyi, M. B. (2023). Vplyv systemy udobrennia na liniini rozmiry roslyn kukurudzy [The influence of the fertilization system on the linear dimensions of corn plants]. Agrarian innovations, 21, 104–109. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.16[in Ukrainian].
24. Che, Y., Wang, Q., Xie, Z., Zhou, L., Li, S., Hui, F. & Ma, Y. (2020). Estimation of maize plant height and leaf area index dynamics using an unmanned aerial vehicle with oblique and nadir photography. *Annals of botany*, 126(4), 765–773.
25. Gyenes-Hegyi, Z., Pok, I., Kizmus, L. (2002). Plant height and height of the main ear in maize (Zea mays L.) at different locations and different plant densities. *Acta agronomica hungarica*, 50(1), 75–84.
26. Bendig, J, Yu, K, Aasen, H. (2015). Combining UAV-based plant height from crop surface models, visible, and near infrared vegetation indices for biomass monitoring in barley. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 39, 79–87.
27. Malambo, L, Popescu, S. C., Murray, S. C. (2018). Multitemporal field-based plant height estimation using 3D point clouds generated from small unmanned aerial systems high-resolution imagery. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 64, 31–42.
28. Perez, R. P. A., Fournier, C., Cabrera-Bosquet, L. (2019). Changes in the vertical distribution of leaf area enhanced light interception efficiency in maize over generations of selection. Plant, Cell & Environment, 42. 2105–2119.
29. Basic scientific research in agronomy (2014). / edited by Yeshchenko V. O. Vinnytsia: “Edelweiss and K”. [In Ukrainian]
30. Lashina, M. V., Turovets, V. M., Glushko, T. V. (2012). Vstanovlennia koreliatsiinykh zalezhnostei mih adaptyvnymy i morfometrychnymy oznakamy ta yikh znachennia pry rozrobtsi modelei hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti v umovakh zroshennia pivdennoho Stepu [Establishing correlational dependencies between adaptive and morphometric traits and their importance in developing models of corn hybrids of different maturity groups under irrigation conditions of the southern Steppe]. Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the National Academy of Sciences of Ukraine, 3, 141–145. [In Ukrainian].

Засуха А.А. Зміна біометричних показників рослин кукурудзи залежно від застосування добрив та регуляторів росту рослин

Мета. Визначення впливу добрив та регуляторів росту рослин на формування висоти рослин, висоти прикріплення качана та площі листкової поверхні рослин кукурудзи. **Методи.** Польовий, аналітичний та статистичний. Дослідження проводили в 2022–2023 рр. в ПСП Агрофірма «Світанок» Київської області за наступною схемою: Фактор А. Мінеральні добрива (кг/га д. р.) 1. Без добрив; 2. $N_{50}P_{30}K_{30}$; 3. $N_{70}P_{50}K_{50}$; 4. $N_{90}P_{70}K_{70}$ Фактор В. Позакореневе підживлення добривами та регуляторами росту рослин 1. Без застосування; 2. Нутрівант Універсальний (2 кг/га) у фазі 3-5 листків кукурудзи (ВВСН 13–16); 3. Нутрівант плюс Зерновий (2 кг/га) у фазі 3-5 листків кукурудзи (ВВСН 13–16) + Атланте (0,5 л/га) у фазі 7-8 листків кукурудзи (ВВСН 17–18); 4. Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) у фазі 3-4 листків кукурудзи (ВВСН 13–14) + Ікар Фосто (0,5 л/га) у фазі 4-5 листків кукурудзи (ВВСН 15–16) + Ікар Зінто (0,5 л/га) у фазі 7-8 листків кукурудзи (ВВСН 17–18). Висівали гібрид кукурудзи СИ Октеон (ФАО 380). **Результати.** Отримані експериментальні дані показують, що лінійне збільшення висоти рослин відбувалося до фази воскової стиглості зерна (ВВСН 85). Динаміка зміни площі листкової поверхні у фазі молочна стиглість зерна (ВВСН 76) вказує загальну тенденцію до зменшення цього показника, що є фізіологічною характеристикою рослини. Так, зниження цього показника у цей період обліків, порівняно з фазою цвітіння волотей (ВВСН 65) становить 2,8–5,7 %, незалежно від досліджуваних факторів. На основі дисперсійного аналізу встановлено, що на показник висоти і площі листкової поверхні рослин кукурудзи найбільший вплив мають мінеральні добрива – 80,1 і 75,6 %. Добрива і регулятори росту у позакореневе підживлення впливають на ці показники на рівні 8,2 і 11,4 %. **Висновки**. Максимальні значення висоти рослин кукурудзи отримано на варіантах з основним удобренням $N_{90}P_{70}K_{70}$ та позакореневим підживленням добривами і регуляторами росту Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 240,1 см. Висота прикріплення качана становила при цьому 102,5 см. Найбільша площа листкової поверхні була отримана у фазу цвітіння волотей (ВВСН 65) за підживлення рослин кукурудзи у фазі 3-4 листків кукурудзи Ікар Біго Рутс (0,5 л/га), повторно у фазі 4-5 листків кукурудзи Ікар Фосто (0,5 л/га) і у фазі 7-8 листків кукурудзи Ікар Зінто (0,5 л/га) – 52,5 тис. м^2/га.

Ключові слова: висота рослин, висота прикріплення качана, площа листкової поверхні кукурудзи, мінеральні добрива, фази розвитку

Zasukha A.A. Changes in biometric parameters of corn plants depending on the use of fertilizers and plant growth regulators

Purpose. To determine the effect of fertilizers and plant growth regulators on the formation of plant height, cob attachment height and leaf area of corn plants. **Methods.** Field, analytical and statistical. The research was conducted in 2022-2023 at the private agricultural enterprise “Svitanok” in Kyiv region according to the following scheme: Factor A. Mineral fertilizers (kg/ha d.m.) 1. No fertilizers; 2. $N_{50}P_{30}K_{30}$; 3. $N_{70}P_{50}K_{50}$; 4. $N_{90}P_{70}K_{70}$ Factor B. Foliar fertilisation with fertilisers and plant growth regulators 1. No application;

2. Nutrivant Universal (2 kg/ha) in the phase of 3-5 leaves of corn (BBCH 13-16); 3. Nutrivant plus Grain (2 kg/ha) in the phase of 3-5 leaves of corn (BBCH 13-16) + Atlante (0.5 l/ha) in the phase of 7-8 leaves of corn (BBCH 17-18); 4. Ikar Bigo Roots (0.5 l/ha) in the phase of 3-4 corn leaves (BBCH 13-14) + Ikar Fosto (0.5 l/ha) in the phase of 4-5 corn leaves (BBCH 15-16) + Ikar Zinto (0.5 l/ha) in the phase of 7-8 corn leaves (BBCH17-18). The corn hybrid SI Octeon (FAO 380) was sown. **Results.** The obtained experimental data show that a linear increase in plant height occurred up to the phase of waxy grain ripeness (BBCH 85). The dynamics of changes in the leaf surface area in the phase of milk ripeness of grain (BBCH 76) indicates a general tendency to decrease this indicator, which is a physiological characteristic of the plant. Thus, the decrease in this indicator in this period of accounting, compared to the phase flowering (BBCH 65) is 2.8-5.7 %, regardless of the factors studied. Based on the analysis of variance, it was found that the height and leaf area of corn plants were most influenced by mineral fertilisers – 80.1 and 75.6 %. Fertilizers and growth regulators in foliar feeding affect these indicators at the level of 8.2 and 11.4 %. **Conclusions.** The maximum values of corn plant height were obtained in the variants with the main fertilizer $N_{90}P_{70}K_{70}$ and foliar fertilization with fertilizers and growth regulators Ikar Bigo Roots (0.5 l/ha) + Ikar Fosto (0.5 l/ha) + Ikar Zinto (0.5 l/ha) – 240.1 cm. At the same time, the height of the cob attachment was 102.5 cm. The largest leaf surface area was obtained in the flowering phase (BBCH 65) when corn plants were fertilized in the phase of 3-4 leaves of corn with Ikar Bigo Roots (0.5 l/ha), again in the phase of 4-5 leaves of corn with Ikar Fosto (0.5 l/ha) and in the phase of 7-8 leaves of corn with Ikar Zinto (0.5 l/ha) – 52.5 thousand m^2/ha.

Key words: plant height, cob attachment height, leaf surface area of corn, mineral fertilisers, developmental stages.

УДК 558.582.1: 633.11
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.9

АНАЛІЗ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА ТЕРИТОРІЇ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

КИРНАСІВСЬКА Н.В. – кандидат географічних наук, доцент
orcid.org/0000-0002-5179-6163
Одеський державний екологічний університет
НІКІТІН П.С. – старший викладач
orcid.org/0009-0004-5755-4116
Одеський державний екологічний університет
КИРНАСІВСЬКИЙ О.О. – магістр
orcid.org/0009-0002-1480-554X
Одеський державний екологічний університет

Постановка проблеми. Ріст і розвиток культурних рослин протікає під постійним впливом навколишнього середовища. Тому для правильного планування сільськогосподарського виробництва необхідно знати умови середовища і характер реакції рослин на його зміни. Мінливість погодних умов року має значний вплив на виробництво сільськогосподарських культур, що залежить від забезпечення вологою і теплом, тобто від кількості дощів, періодів їх випадання та температури повітря [1]. За даними різних оцінок, середня глобальна температура підвищиться в порівнянні з сучасним станом приблизно на 1 °С до 2025 і на 3 °С до кінця століття на фоні загального потепління різко зростуть внутрішньорічні (міжсезонні) та міжрічні коливання температури та опадів [2, 3]. Також в останні роки спостерігається збільшення кількості екстремальних кліматичних явищ (посух, заморозків, повеней, теплих зим). Залежність сільського господарства від клімату, якщо судити з абсолютних втрат, за цей час зросла [4].

Пшениця озима в силу своїх високих поживних властивостей і смакової якості

є однією із головних злакових культур світу і відіграє у багатьох державах провідну роль в харчуванні населення. Вона широко розповсюджена в районах земної кулі з порівняно м'якою зимою і достатніми снігозапасами. Але з природною обмеженою кількістю опадів на території України на фоні підвищених температур в останні десятиліття, достатнє зволоження ґрунту, один із найважливіших факторів для одержання високого врожаю культур, в тому числі і пшениці озимої [5].

Виходячи з зазначеного, оцінка агрометеорологічних умов вегетаційного періоду озимих культур в різних ґрунтово-кліматичних районах України є вкрай важливою, так як вони формують проходження періоду вегетації культури та майбутній урожай.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Більшість існуючих досліджень агрометеорологічних умов території та їх вплив на ріст і розвиток культурних рослин в тому числі і пшениці озимої, як українських, так і зарубіжних вчених, проводиться з врахуванням не тільки сучасних кліматичних умов, а й з врахуванням змін клімату, що відбуваються внаслідок глобального потепління, яке вже є безперечним фактом.

Для території України ціла низка вчених у своїх роботах представила оцінку впливу змін клімату на температурний режим, строки посіву, тривалість вегетаційного періоду, теплозабезпеченість культурних рослин їх ріст, розвиток, урожайність та умови перезимівлі [5, 6, 7, 8].

Актуальні дослідження виконано Круковською А. В. [9] з агрокліматичної оцінки умов вологозабезпеченості території у період вегетації сільськогосподарських культур. Дана кількісна оцінка показника вологозабезпеченості у вигляді $\overline{W}/W_{HB}$ в метровому шарі ґрунту для озимої пшениці та ярого ячменю. Визначено повторюваність умов ґрунтового зволоження різної сприятливості в основні періоди розвитку зернових культур та проаналізовано особливості їх просторового розподілу. Кирнасівською Н. В. в роботі [10] для агрокліматичних районів Вінницької області проаналізовано середньобагаторічні характеристики умов зволоження за період активної вегетації пшениці озимої. Вперше визначена забезпеченість запасів продуктивної вологи в ґрунті до початку настання основних фаз розвитку культури за градаціями, які виділені в орному шарі – через 10 мм на дату посіву, а в метровому шарі ґрунту – через 25 мм на дату відновлення вегетації, колосіння і воскової стиглості.

Впливу сум активних температур на вирощування м'якої озимої пшениці протягом двох різних за метеорологічними умовами сільськогосподарських років (сприятливого 2012–2013 р. та несприятливого 2013–2014 р.) в умовах посушливого богарного землеробства Азербайджану досліджується в роботі [11]. Отримані результати було рекомендовано для використання в селекції м'якої озимої пшениці.

Ціла низка робіт [12, 13, 14] присвячена умовам перезимівлі пшениці озимої. Як правило досліджують генотипи морозостійких сортів, проводять досліди в польових і контрольованих умовах акліматизації, аналізують проблеми зимостійкості озимих зернових культур (пшениця, жито, тритикале) та способи оцінки морозо- та зимостійкості озимих зернових культур, пропонують удосконалені способи екологічної оцінки та добору рослин заморозо- та зимостійкістю озимих зернових культур з урахуванням температурно-світлових чинників у період осінньої вегетації. Надаються рекомендації щодо елементів технології вирощування (строк сівби, рівень живлення) пшениці озимої за контрастних умов перезимівлі і вегетації.

В роботі [15] проведено оцінку стану озимої пшениці після перезимівлі в рамках системи CGMS (Crop Growth Monitoring System). Проаналізовано стан посівів озимої пшениці та отримано значення кількості загиблої біомаси в межах областей та районів України протягом двох зим. Проаналізовано узгодженість між фактичними даними критичної температури на глибині вузла кущіння та змодельованими значеннями загиблої біомаси за методикою CGMS для зими 2011–2012 років. Адаменко Т. І. [16] досліджено особливості адаптації системи CGMS для оперативної оцінки стану та прогнозу врожайності озимої пшениці в Україні.

Мета роботи – надати оцінку агрометеорологічних умов вегетаційних періодів пшениці озимої на території Вінницької області в період 2016–2019 рр.

Матеріали та методика досліджень. Близькими до нормальних результатів вважаються роки, у яких відхилення середньої за сезон температури повітря не перевищує 2 °С і опади становлять 60-140 % норми. Одним із показників, що дозволяють оцінити погодні умови як всього року в цілому, так і періоду вегетації пшениці озимої, є гідротермічний коефіцієнт (ГТК) Г. Т. Селянінова, який визначається як відношення суми опадів за період із середньою добової температури повітря вище 10 °С до суми температур за той же період, зменшений у 10 разів. За умовами тепло- і вологозабезпеченості виділяють три основні типові результати:

1) посушливий, з нестачею опадів та підвищеною температурою в період вегетації (ГТК <1);

2) нормальний, з опадами та температурою в межах багаторічної норми (ГТК = 1,3 – 1,5);

3) надмірно вологий, з перевищенням норми опадів та переважно зниженою температурою (ГТК > 2) [17].

Аналіз агрометеорологічних умов вегетаційних періодів пшениці озимої (вересень-серпень) проаналізовано за 2016–2017 рр.; 2017–2018 рр.; 2018–2019 рр. Щорічні агрометеорологічні дані порівнювалися з середньобагаторічними показниками періоду 1986–2005 рр. [18].

Враховано також зимовий період розвитку рослин, у який вони найбільш чутливі до умов перезимівлі на прикладі ст. Вінниця, яка розташована в центральній частині області. За зимовий період взято листопад – березень, так як припинення вегетації озимої пшениці в середньобагаторічному припадає на 09.11, а відновлення – на 28.03 [18]. Комплексним показником агрокліматичних умов зимового періоду може служити показник суворості зими за О. М. Шульгіним, що вираховується за формулою

$$Кз=T_м/C$$

де $T_м$ – середня з абсолютних мінімумів температура повітря за місяць та в середньому за зимові місяці; С – середня висота снігового покриву.

Малосуворі умови зими характеризуються величинами показника до 1, суворі – від 1 до 3 і досить суворі – вище 3 [17].

Результати досліджень. Загалом вегетаційний період пшениці озимої 2016–2017 року за тепловими ресурсами наближений до середньобагаторічних показників, а за надходженням опадів більш посушливий, недобір склав 75 мм. Опадів за рік випало 539 мм при середньобагаторічному показнику 614 мм. Найбільше опадів випало у листопаді (60 мм), а найменше у вересні (6 мм) 2016 року. Найбільш вологозабезпеченим був на весні березень 2017 року, ГТК рівний 2,5 (табл. 1).

Зимовий період 2016–2017 років був суворим, що підтверджує показник суворості зими (Км) рівний 2,5, температура січня була нижчою на 2 ºС від середньобагаторічного показника. Окрім того на протязі зимових місяців випало значно снігу – максимальна висота досягла 20–32 см у першу декаду лютого при середній температурі (-5,9) – (-8,3) ºС (рис. 1). Метеорологічні

Таблиця 1

Показники термічних ресурсів та ресурсів зволоження у вегетаційний період пшениці озимої у 2016-2017 рр. на території Вінницької області

Місяць	Середньомісячна температура повітря, °С			Сума опадів за місяць, мм			ГТК
	середньо-багаторічна	фактична	відхилення	середньо-багаторічна	фактична	відхилення	
вересень	13,6	16,2	+2,6	60	6	-54	0,12
жовтень	8,0	6,3	-1,7	34	87	+53	4,6
листопад	1,9	1,6	-0,3	42	60	+18	15,5
грудень	-2,9	-1,7	+1,2	36	34	-2	-
січень	-3,5	-5,5	-2,0	31	26	-5	-
лютий	-2,4	-2,5	-0,1	30	38	+8	-
березень	1,8	6,2	+4,4	30	47	+17	2,5
квітень	8,8	9,6	+0,8	47	44	-3	1,5
травень	14,7	14,3	-0,4	53	45	-8	0,5
червень	17,7	19,7	+2,0	87	48	-39	0,8
липень	19,9	20,4	+0,5	87	51	-36	0,8
серпень	18,9	21,7	+2,8	77	53	-24	0,8
За період	8,0	8,9	+0,9	614	539	-75	1,5 (за рік)
Мін.	-3,5	-5,5	-2,0	30	6	-24	0,8
Макс.	19,9	21,7	+2,8	87	60	-27	15,5

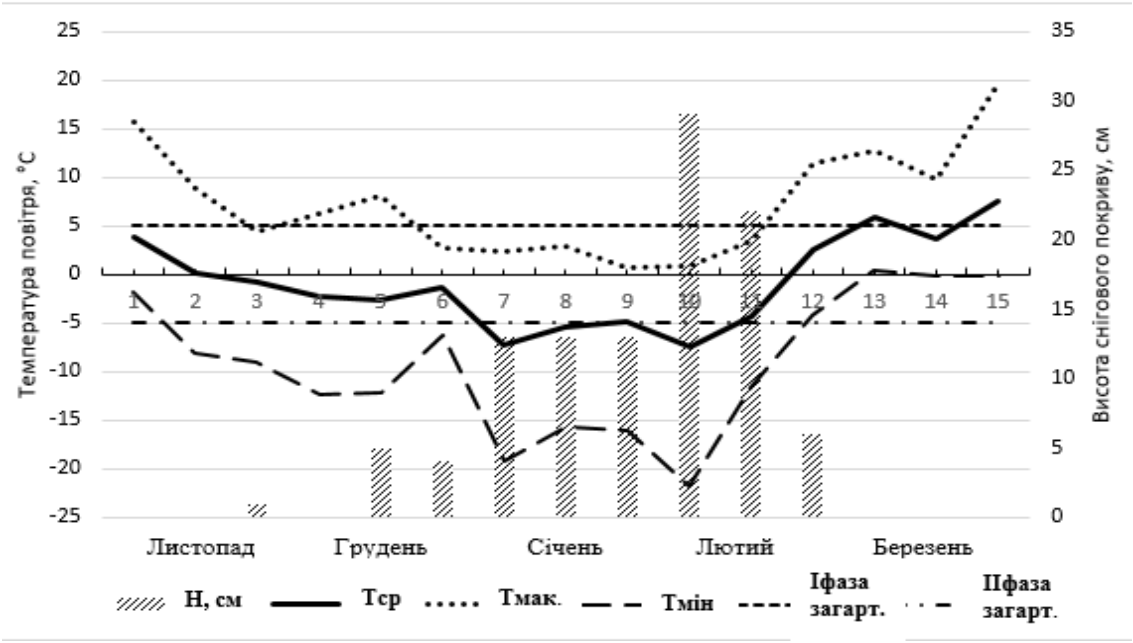


Рис. 1. Агрометеорологічні умови зимового періоду 2016–2017 рр. на ст. Вінниця Вінницької області

умови, що склалися в зимовий період не призвели до якихось катастрофічних наслідків і озимі відновили свою вегетацію вже 10 березня.

Фаза кущіння відмічається в першій та другій декадах квітня при середній температурі 9,6 ºС та опадах, які менші на 3 мм від середньобагаторічного показника. У травні середня температура була близька до середньобагаторічного показника, а в червні перевищувала його на 2,0 ºС. У весняно-літній період відмічається незначна кількість опадів. У червні липні недобір у опадах склав 24–39 мм, ГТК травня – серпня склав 0,5–0,8, що характеризує умови зволоження, як посушливі.

Можна відмітити, що гарне осінньо-зимове вологозабезпечення періоду вегетації озимих компенсувало посушливі умови літнього періоду. Період стиглості відмічається у більш ранні дати чим середньобагаторічні показники.

Період вегетації пшениці озимої у 2017–2018 році проходив на фоні підвищених температур та надмірного зволоження. Середня температура склала 9,7 ºС, що на 1,9 ºС вище норми. Опадів за період випало 106 % норми і становили 652 мм від середньобагаторічного показника 652 мм. Гідротермічний коефіцієнт за вегетаційний період склав 1,4, що характеризує умови тепло і вологозабезпеченності, як нормальні, з опадами та температурою в межах багаторічної норми (табл. 2).

Зимовий період розпочався з позитивних температур (+1,8) ºС у грудні на фоні надмірного зволоження. Висота снігового покриву склала 33 см. Сума опадів перевищила середньобагаторічний показник на 41 мм і склала 77 мм. На фоні метеорологічних умов, що склалися середньодобовий перехід через 0 ºС у бік зниження встановився доволі пізно – 31 грудня по всій області, що на 24 дні пізніше середньобагаторічного показника (рис. 2). Січень та лютий доволі теплі та вологі. Середні температури не опускалися нижче (-10,4) ºС, а висота снігового покриву досягала у лютому 8–23 см.

Відновлення вегетації озимих у 2018 році відмічається 10 березня при від'ємних температурах цього місяця (-1,8), що на 3,1 ºС менше середньо багаторічного показника та сумах опадів на 33 мм більше норми. Загалом весняний період 2018 року був нестабільний, березень доволі холодний, а в квітні та травні відмічається різке потепління, середні температури перевищили середньобагаторіний показник на 4,8 – 3,2 ºС на фоні різкого зменшення сум опадів. Так у квітні значення менше на 28 мм, а у травні на 45 мм в порівнянні з середньобагаторічним показником. Період літньої вегетації проходив на фоні підвищених температур червня–липня та надмірних опадів. Фаза колосіння настала раніше на 6-16 днів в порівняні з середньобагаторічним показником.

Посів озимої пшениці восени 2018 року виконувався в погодно-кліматичних умовах, наближених до середньобагаторічних. Так середня температура у вересні була на 2,3 ºС вище норми, а опади в межах норми, ГТК дорівнював 1,2. Теплий вересень та жовтень посприяли раннім сходам, які з'явилися на початку жовтня, та відповідають самій ранній даті середньорічного показника. Припинення вегетації пшениці озимої відмічається 11 листопада у фазі кущення (табл. 3).

Загалом зимовий період 2018–2019 років був помірним. Температурний режим зимових місяців був де-що підвищений. Середня температура на 0,9–3,4 ºС перевищувала середньобагаторічний показник. Грудень та січень за рахунок снігу поповнив запаси вологи. Опади цих місяців перевищували середньобагаторічний показник на 17-22 мм. У лютому майже наближені до середньобагаторічного показника. Найхолоднішим був листопад. Абсолютний мінімум температури спостерігався в третій декаді та склав (-14) – (-18) ºС. Січень в свою

Таблиця 2

Показники термічних ресурсів та ресурсів зволоження у вегетаційний період пшениці озимої у 2017-2018 рр. на території Вінницької області

Місяць	Середньомісячна температура повітря, °С			Сума опадів за місяць, мм			ГТК
	середньо-багаторічна	фактична	відхилення	середньо-багаторічна	фактична	відхилення	
вересень	13,6	15,8	+2,2	60	79	+19	1,7
жовтень	8,0	8,9	+0,9	34	40	+14	1,5
листопад	1,9	3,8	+1,9	42	35	-7	3,0
грудень	-2,9	1,8	+4,7	36	77	+41	14,2
січень	-3,5	-2,1	+1,4	31	24	-7	-
лютий	-2,4	-4,0	-1,6	30	37	+7	-
березень	1,8	-1,3	-3,1	30	67	+37	-
квітень	8,8	13,6	+4,8	47	19	-28	0,2
травень	14,7	17,9	+3,2	53	8	-45	0,2
червень	17,7	19,9	+2,2	87	131	+44	2,2
липень	19,9	20,5	+0,6	87	110	+23	1,8
серпень	18,9	21,8	+2,9	77	25	-52	0,38
За період	8,0	9,7	+1,7	614	652	+38	1,4 (за рік)
Мін.	-3,5	-4,0	-3,1	30	8	-22	0,2
Макс.	19,9	21,8	+4,8	87	131	+44	14,2

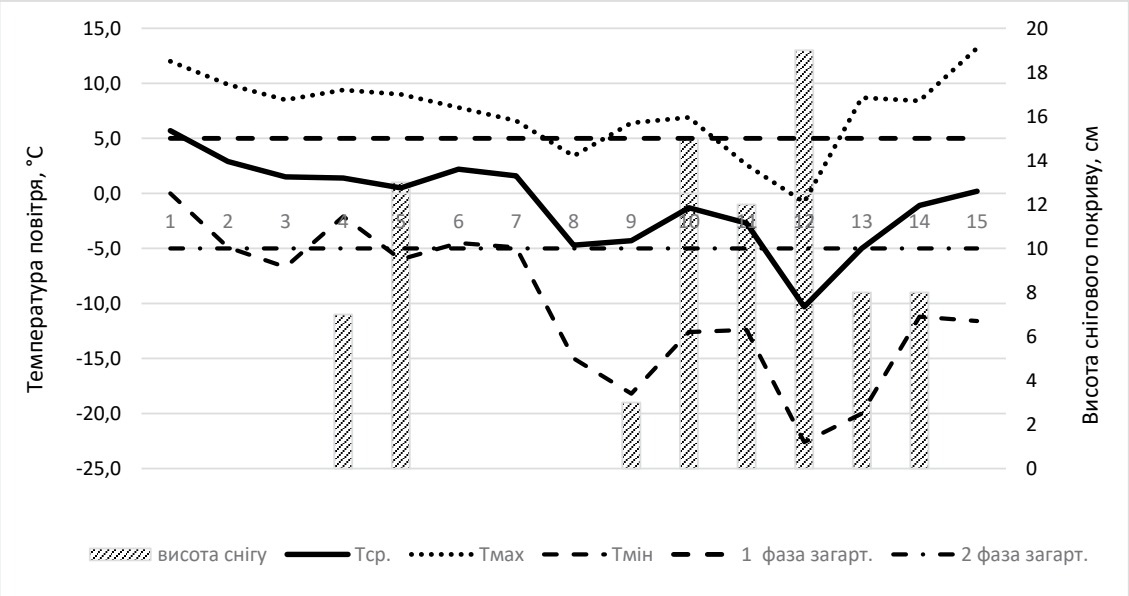


Рис. 2. Агрометеорологічні умови зимового періоду 2017–2018 рр. на ст. Вінниця Вінницької області

чергу був доволі теплим та вологим. Абсолютний максимум досягав 3-7,9 ºС, абсолютний мінімум не опускався нижче (-13,9) ºС. За умов доволі теплої зими відновлення вегетації озимих на весні відмічається 10 березня, що на 18 днів раніше за середньобагаторічний показник.

У травні відмічається надмірне вологозабезпечення, сума опадів перевищила середньобагаторічний показник на 62 мм. У літній період відмічається достатньо значна нестача опадів, особливо у липні – серпні. Нестача склала 48–56 мм відносно норми на фоні підвищених температур.ГТК рівний 0,7–0,3, що відповідає посушливим кліматичним умовам, з нестачею опадів та підвищеною температурою в період вегетації.

В цілому вегетаційний період пшениці озимої 2018–2019 рр. був доволі теплим, сума опадів в межах середньобагаторічної норми. ГТК за період в середньому склав 1,2, що відповідає нормальним кліматичним умовам, з опадами та температурою в межах багаторічної норми.

Висновки. Проаналізувавши зазначені роки, встановлено, що середня температура за вегетаційний період озимої пшениці у 2016-2017 роках перевищувала на 0,9 ºС середньобагаторічний показник, а опади складали 88% норм. Найбільш вологозабезпеченим був на весні березень 2017 року.

Можна відмітити, що гарне осінньо-зимове вологозабезпечення періоду вегетації озимих компенсувало

Таблиця 3

Показники термічних ресурсів та ресурсів зволоження у вегетаційний період пшениці озимої у 2018–2019 рр. на території Вінницької області

Місяць	Середньомісячна температура повітря, °С			Сума опадів за місяць, мм			ГТК
	середньо-багаторічна	фактична	відхилення	середньо-багаторічна	фактична	відхилення	
вересень	13,6	15,9	+2,3	60	59	-1	1,2
жовтень	8,0	10,2	+2,2	34	32	-2	1,0
листопад	1,9	0,9	-1	42	30	-12	11,1
грудень	-2,9	-2,0	+0,9	36	53	+17	-
січень	-3,5	-4,4	-0,9	31	53	+22	-
лютий	-2,4	1,0	+3,4	30	23	-7	-
березень	1,8	4,8	+3,0	30	19	-11	1,3
квітень	8,8	9,7	+0,9	47	36	-11	1,2
травень	14,7	15,8	+1,1	53	115	+62	2,4
червень	17,7	21,1	+3,4	87	73	-14	1,1
липень	19,9	19,4	-0,5	87	39	-48	0,7
серпень	18,9	20,5	+1,6	77	21	-56	0,3
За період	8,0	9,4	+1,3	614	553	-5,1	1,2 (за рік)
Мін.	-3,5	-4,4	-1,0	30	19	-56	0,3
Макс.	19,9	21,1	+3,4	87	115	+62	11,1

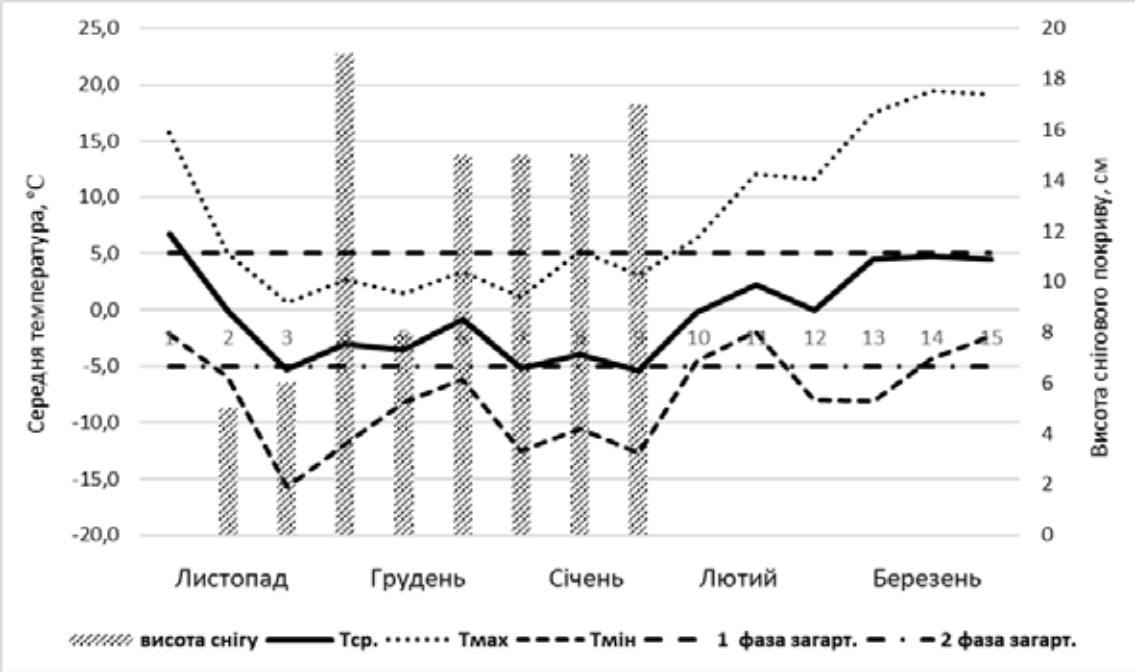


Рис. 3. Агрометеорологічні умови зимового періоду 2018–2019 рр. на ст. Вінниця Вінницької області

посушливі умови літнього періоду. Період стиглості відмічається у більш ранні дати чим середньобагаторічні показники.

В цілому вегетаційний період озимих у 2017-2018 році проходив на фоні підвищених температур та надмірного зволоження. Середня температура за даний період склала 9,7 ºС, що на 1,9 ºС вище норми. Опадів за період випало 106% норми. Березень відрізнявся наявністю снігового покриву у першій та другій декадах висотою 5-22 см відповідно. Такі умови спричинили появу фази кущіння у північному та центральному районі 14 – 04 квітня, що відповідає найпізнішим датам середньорічного показника.

Гідротермічний коефіцієнт за рік склав 1,4, що характеризує умови тепло і вологозабезпеченності, як нормальні, з опадами та температурою в межах багаторічної норми.

Вегетаційний період озимих 2018-2019 рр. був доволі теплим, середньобагаторічна температура була вищою на 1.3 ºС. У травні та червні середня температура також

була вищою за середньобагаторічне значення на 1,1 та 3,4 ºС відповідно. У травні відмічається надмірне вологозабезпечення, сума опадів перевищила середньобагаторічний показник на 62 мм. Але за вегетаційний період сума опадів в межах середньобагаторічної норми. Гідротермічний показник Селянинова за рік рівний 1,2, що відповідає нормальним кліматичним умовам, з опадами та температурою в межах багаторічної норми.

Протягом зимівлі небезпечних метеорологічних явищ не спостерігалося. Температура ґрунту на глибині залягання вузла кущіння озимої пшениці, яка протягом зими не була нижчою від -6,6°С, що не становило суттєвої загрози для озимих, оскільки навіть для слаборозвинених рослин. Так, тривалість холодного періоду найдовша у 2016–2017 роках, при цьому ∑Тс<0ºС найнижча (-324) ºС. Середня висота снігового покриву в середньому склала 8 см, при середній глибині промерзання ґрунту 30 см. Найбільша висота снігового покриву відмічається у 1 декаді лютого 29–32 см по області. У 2017–2018 роках абсолютний мінімум температури повітря був найвищий – (-21,8) ºС. При цьому середня висота снігового покриву склала 8 см, а глибина промерзання ґрунту не перевищувала 28 см. У другій декаді грудня висота снігового покриву в північному районі досягала 33 см, але засніженим більш був лютий на протязі трьох декад. У 2018–2019 ріках період перезимівлі відмічається як найтепліший із досліджуваних. Так, абсолютний мінімум температури не перевищував (– 15,7) ºС при температурі самого холодного місяця (-4,8) ºС. Сніг лежав період листопад–січень, найбільша висота снігового покриву складала 19 см. Коефіцієнт суровості зими рівний 2,0.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Адаменко Т. Перспективи виробництва зерна озимої пшениці в умовах потепління клімату. *Агроном*. 2008. № 3. С. 12–14.
2. Anderson W. B., Seager R., Baethgen W. et al. Synchronous crop failures and climate-forced production variability. *Science Advances*. 2019. Vol. 5 Issue 7. DOI: 10.1126/sciadv.aawl 976.
3. Carter T. R., Parry M. L., Porter J. H. Climatic-Change and future agroclimatic potential in Europe. *International Journal Of Climatology*. 1991. Vol. 11. Issue 3. P. 251-269.
4. Дмитренко В. П. Зміни клімату і проблеми сталого розвитку України. *Проблеми сталого розвитку України*. К. : БМТ, 2001. С. 371–384
5. Дмитренко В. П. Погода, клімат і урожай польових культур: монографія. Київ: Ніка-Центр, 2010. 620 с.
6. Степаненко С. М., Польовий А. М. Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату: монографія. Одеса: «ТЭС», 2018. 548 с.
7. Польовий А. М., Кульбіда М. І., Адаменко Т. І., Трофімова І. В. Моделювання впливу зміни клімату на агрокліматичні умови вирощування та фотосинтетичну продуктивність озимої пшениці в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2007. № 2. С. 76–91.
8. Балабух В. О., Однолєток Л. П., Кривошеїн О. Вплив зміни клімату на продуктивність озимої пшениці в Україні у періоди вегетаційного циклу. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. № 3 (46). С. 72–85.
9. Круковська А.В. Агрокліматична оцінка умов вологозабезпечення основних зернових культур в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2008. № 3. С. 109–116.
10. Кирнасівська Н. В., Колеснікова О. А. Агрокліматична оцінка вологозабезпеченості періоду вегетації озимої пшениці у Вінницькій області. *Вісник Полтавської державної академії*. 2021. № 4(103). С. 71–79 doi: 10.31210/visnyk2021.04.08
11. Jahangirov A. A., Jahangirov A. A., Hamidov H. N., Huseynova I. M. The Study of the Sum of Active Temperatures Affecting Autumn Bread (Triticumaestivum L.) Wheat Under Dry Rainfed Conditions. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*. 2017. Vol. 3. No 2. Pp. 53–59.
12. Дубовий В. І., Парфенюк С. М. Особливості зимостійкості та способи екологічної оцінки морозостійкості озимих зернових культур. *Агроекологічний журнал*. 2016. № 3. С. 95–100.
13. Хоменко Л. О. Оцінка кліматичних умов 2012–2014 років та їхній вплив на формування морозо- й зимостійкості пшениці м'якої озимої. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин.* 2014. № 3. С. 49–53.
14. Armonienė Rita, Liatukas Žilvinas, Brazauskas Gintaras. Evaluation offreezing toleranceo fwinter wheat (*Triticumaestivum* L.) undercontroll edconditions and in thefield. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2013. Vol. 100, No. 4. p. 417–424. DOI 10.13080/z-a.2013.100.053
15. Кривобок О. А., Кривошеїн О. О., Адаменко Т. І., Рубан Т. М. Оцінка стану озимої пшениці після перезимівлі з використанням системи CGMS. *Геополітика і екогеодинаміка регіонів*. 2014. С 663–667
16. Адаменко Т. І. Особливості адаптації системи CGMS для оперативної оцінки стану та прогнозу врожайності озимої пшениці в Україні. *Праці УкрНДГМІ*. 2001. № 261. С. 118–129.
17. Ляшенко Г. В. Практикум з агрокліматології: навчальний посібник. Одеса: «ТЕС», 2014. 161 с.
18. Агрокліматичний довідник по Вінницькій області: (1986 – 2005 рр.) / за редакцією начальника Вінницького ЦГМ М. М. Кощавки та к. геогр. н. Т. І. Адаменко. Вінниця: Астропринт, 2010. С. 209.

REFERENCES:

1. Adamenko, T. (2008). Perspektyvy vyrobnytstva zerna ozymoyi pshenytsi v umovakh poteplinnya klimatu [Prospects of winter wheat grain production in conditions of climate warming]. *Ahronom – Agronomist*, *3, 12-14* [in Ukrainian].
2. Anderson, W.B., Seager, R., & Baethgen, W., et al. (2019). Synchronous crop failures and climate-forced production variability. *Science Advances*. Vol. 5 Issue 7. DOI: 10.1126/sciadv.aawl 976.
3. Carter, T.R., Parry, M.L., & Porter, J.H. (1991). Climatic-Change and future agroclimatic potential in Europe. *International Journal Of Climatology*. Vol. 11. Issue 3. P. 251–269.
4. Dmytrenko, V.P. (2001). Zminy klimatu ta problemy staloho rozvytku Ukrayiny [Climate change and problems of the current development of Ukraine]. *Problemy*

staloho rozvytku Ukrayiny – Problems of the current development of Ukraine, 371–384 [in Ukrainian].
5. Dmytrenko, V.P. (2010). *Pohoda, klimat i urozhay polovykh kultur [Weather, climate and harvest of field crops].* Kyiv: Nika-Tsentr [in Ukrainian].
6. Stepanenko, S.M., & Polovyi, A.M. (2018). *Klimatychni ryzyky funktsionuvannya haluzey ekonomiky Ukrayiny v umovakh zminy klimatu: monohrafiya [Climatic risks of the functioning of the branches of the Ukrainian economy in the conditions of climate change: monograph].* Odesa: «TES». [in Ukrainian].
7. Polovyi, A.M., Kulbida, M.I., Adamenko, T.I., & Trofimova, I.V. (2007). Modelyuvannya vplyvu zminy klimatu na ahroklimatychni umovy vyroshchuvannya ta fotosyntetychnu produktyvnist' ozymoyi pshenytsi v Ukrayini [Modeling the impact of climate change on agroclimatic growing conditions and photosynthetic productivity of winter wheat in Ukraine]. *Ukrayins'kyy hidrometeorolohichnyy zhurnal – Ukrainian hydrometeorological journal,* 2, 76–91 [in Ukrainian].
8. Balabukh, V.O., Odnolyetok, L.P., & Kryvosheyin, O. (2017). Vplyv zmin klimatu na produktyvnist ozymoyi pshenytsi v Ukrayini v periody vehetatsiynoho tsyklu [The influence of climate change on the productivity of winter wheat in Ukraine during the growing season]. *Hidrolohiya, hidrokhimiya i hidroekolohiya – Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*, 3 (46), 72–85. [in Ukrainian].
9. Krukovska, A.V. (2008). Ahroklimatychna otsinka umov volohozabezpechennya osnovnykh zernovykh kultur v Ukrayini [Agroclimatic assessment of the conditions of moisture supply of the main grain crops in Ukraine]. *Ukrayinskyy hidrometeorolohichnyy zhurnal – Ukrainian hydrometeorological journal*, 3, 109–116 [in Ukrainian].
10. Kyrnasivska, N.V., & Kolesnikova, O.A. (2021). Ahroklimatychna otsinka volohozabezpechenosti periodu vehetatsiyi ozymoyi pshenytsi u Vinnyts'kiy oblasti [Agroclimatic assessment of moisture availability during the growing season of winter wheat in the Vinnytsia region]. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi akademiyi – Bulletin of the Poltava State Academy*, 2021, 4(103), 71–79 doi: 10.31210/visnyk2021.04.08 [in Ukrainian].
11. Jahangirov, A.A., Jahangirov, A.A., Hamidov, H.N., & Huseynova, I.M. (2017). The Study of the Sum of Active Temperatures Affecting Autumn Bread (*Triticumaestivum* L.) Wheat Under Dry Rainfed Conditions. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*. Vol. 3. No 2. Pp. 53–59.
12. Dubovyy, V.I., & Parfenyuk, S.M. (2016). Osoblyvosti zymostiykosti ta sposoby ekolohichnoyi otsinky morozostiykosti ozymykh zernovykh kul'tur [Peculiarities of winter resistance and methods of ecological evaluation of frost resistance of winter cereals]. *Ahroekolohichnyy zhurnal – Agroecological journal*, 3, 95–100 [in Ukrainian].
13. Khomenko, L.O. (2014). Otsinka klimatychnykh umov 2012–2014 rokiv ta yikh vplyv na formuvannya morozoy zymostiykosti pshenytsi myakoi ozymoi [Assessment of climatic conditions of 2012–2014 and their influence on the formation of frost and winter resistance of soft winter wheat]. *Sortuvannya ta okhorona prav na sorty roslyn – Varietal research and protection of rights to plant varieties,* 3, 49–53 [in Ukrainian].
14. Armonienė, Rita, Liatukas, Žilvinas, & Brazauskas, Gintaras. (2013). Evaluation offreezing toleranceo fwinter wheat *(Triticumaestivum* L.) undercontroll edconditions and in thefield. *Zemdirbyste-Agriculture*, vol. 100, No. 4, p. 417–424. DOI 10.13080/z-a.2013.100.053
15. Kryvobok, O.A., Kryvosheyin, O.O., Adamenko, T.I., & Ruban, T.M. (2014). Otsinka stanu ozymoyi pshenytsi pislya perezymivli z vykorystannyam systemy CGMS [Assessment of the condition of winter wheat after overwintering using the CGMS system]. *Heopolityka i ekoheodynamika rehioniv – Geopolitics and ecogeodynamics of regions,* 663–667 [in Ukrainian].
16. Adamenko, T.I. (2001). Osoblyvosti adaptatsiyi systemy CGMS dlya operatyvnoyi otsinky stanu ta prohnozu vrozhaynosti ozymoyi pshenytsi v Ukrayini [Peculiarities of adaptation of the CGMS system for operational assessment of the state and forecast of winter wheat yield in Ukraine]. *Pratsi UkrNDHMI – Proceedings of UkrNDGMI*, 261, 118–129. [in Ukrainian].
17. Lyashenko, H.V. (2014). *Praktykum z ahroklimatolohiyi [Workshop on agroclimatology].* Odesa: «TES» [in Ukrainian].
18. Koshchavky, M.M., & Adamenko, T.I. (2010). *Ahroklimatychnyy dovidnyk po Vinnytskiy oblasti: (1986 – 2005 rr.) [Agroclimatic handbook for the Vinnytsia region: (1986 – 2005)].* Vinnytsya: Astroprynt, 209 [in Ukrainian].

Кирнасівська Н.В., Нікітін П.С., Кирнасівський О.О.
Аналіз агрометеорологічних умов вегетаційного періоду пшениці озимої на території Вінницької області

Мета. Проаналізувати агрометеорологічні умови вегетаційних періодів пшениці озимої на території Вінницької області в період 2016–2019 рр. **Методи.** Теоретичні дослідження роботи ґрунтуються на класичних методах наукового пізнання: аналіз інформації, синтез, аналогія та наукове узагальнення літературних джерел; практична частина базується на використані класичних методів агрометеорологічних розрахунків і узагальнень. **Результати.** Аналіз погодних умов вегетаційних періодів пшениці озимої (вересень-серпень) проаналізовано за 2016–2017 рр.; 2017–2018 рр.; 2018–2019 рр. За зимовий період взято листопад–березень, так як припинення вегетації пшениці озимої в середньобагаторічному припадає на 09.11, а відновлення – на 28.03. Вважається, що з безлічі характеристик погодних умов на ріст, розвиток та врожайність культурних рослин впливають насамперед умови тепло- та вологозабезпеченості, а саме температура повітря та кількість опадів. Проаналізувавши зазначені роки, встановлено, що середня температура за вегетаційний період у 2016–2017 роках перевищувала на 0,9 ºС середньобагаторічний показник, а опади складали 88 % норми. В 2017–2018 році середня температура перевищувала на 1,7 ºС середньобагаторічний показник, а опади складали 106 % норми. У 2018–2019 роках середня температура за період була вищою на 1,3 ºС, а опади складали 90 % норми. Згідно з гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) 2016–2017 вегетаційний рік був достатньо вологим (ГТ = 1,5), 2017–2018 – достатньо вологим (ГТК = 1,4), 2018–2019 – нормальним (ГТК = 1,2). Протягом зимівлі небезпечних метеорологічних явищ за досліджувані роки не спостерігалося. Температура ґрунту на глибині залягання вузла кущіння озимої пшениці, яка протя-

гом зими не була нижчою від -6,6°С, що не становило суттєвої загрози для озимих, оскільки навіть для слаборозвинених рослин критична температура вимерзання становить -11,5 ° С. Встановлено, що тривалість холодного періоду найдовша була у 2016–2017 роках, при цьому сума температур нижче 0 ºС найнижча (-324) ºС. Середня висота снігового покриву в середньому склала 8 см, при середній глибині промерзання ґрунту 30 см. У 2017–2018 роках абсолютний мінімум температури повітря був найвищий – (-21,8) ºС. При цьому середня висота снігового покриву склала 8 см, а глибина промерзання ґрунту не перевищувала 28 см. У 2018–2019 роках період перезимівлі відмічається як найтепліший із досліджуваних. Так, абсолютний мінімум температури не перевищував (– 15,7) ºС при температурі самого холодного місяця (-4,8) ºС. Сніг лежав період листопад – січень, найбільша висота снігового покриву складала 19 см. **Висновки.** Агрометеорологічні умови років досліджень значно відрізнялись за температурним режимом та вологозабезпеченістю як в цілому за вегетаційний період, так і за окремими фазами розвитку пшениці озимої. Загалом динаміка агрометеорологічних показників знаходилась на рівні сереньобагаторічних умов у Вінницькій області та відповідає біологічним вимогам пшениці озимої. Сприятливим у всіх відношеннях є 2018–2019 рік, агрометеорологічні умови якого і призвели до найвищої врожайності за досліджувані роки – 6,79 т/га.

Ключові слова. пшениця озима, температура повітря, опади, гідротермічний коефіцієнт, умови перезимівлі.

Kyrnasivska N.V., Nikitin P.S., Kyrnasivskyi O.O. Analysis of Agrometeorological Conditions during the Vegetative Period of Winter Wheat in Vinnytsia Region

Objective. The aim of this study is to analyze the agrometeorological conditions during the vegetative periods of winter wheat in the Vinnytsia region for the years 2016-2019. **Methods.** Theoretical aspects of the research are based on classical scientific methods such as information analysis, synthesis, analogy, and scientific generalization of literary sources. The practical part involves the application of classical methods of agrometeorological calculations and summarizations. **Results.** The analysis of weather conditions during the vegetative periods of winter wheat (September to August) for the years 2016-2017, 2017-2018, and 2018-2019 was conducted. The winter period considered was from November to March, as the cessation of winter wheat vegetation occurs on average on November 9th, and its renewal on March 28th. Temperature and precipitation are considered critical factors influencing the growth, development, and yield of crops. Analyzing the specified years, it was determined that the average temperature during the vegetative period in 2016-2017 exceeded the long-term average by 0.9 °C, with precipitation at 88% of the norm. In 2017-2018, the average temperature exceeded the long-term average by 1.7 °C, with precipitation at 106% of the norm. In 2018-2019, the average temperature was 1.3 °C higher, with precipitation at 90% of the norm. According to the hydrothermal coefficient (HTC), the vegetative year 2016-2017 was sufficiently moist (HTC = 1.5), 2017-2018 was also sufficiently moist (HTC = 1.4), and 2018-2019 was normal (HTC = 1.2). No dangerous meteorological phenomena were observed during the wintering period in the studied years. The soil temperature at the depth of the winter wheat node did not fall below -6.6 °C, posing no significant threat to winter crops, as even for poorly developed plants, the critical freezing temperature is -11.5 °C. It was established that the duration of the cold period was the longest in 2016-2017, while the sum of temperatures below 0 ºC was the lowest (-324) ºC. The average height of the snow cover was 8 cm on average, with an average depth of soil freezing of 30 cm. In 2017–2018, the absolute minimum air temperature was the highest – (-21.8) ºC. At the same time, the average height of the snow cover was 8 cm, and the depth of soil freezing did not exceed 28 cm. In 2018-2019, the overwintering period was noted as the warmest among those studied. Thus the absolute minimum temperature did not exceed (-15.7) ºC at the temperature of the coldest month (-4.8) ºC. Snow fell in the period from November to January, the maximum height of the snow cover was 19 cm. **Conclusion.** The agrometeorological conditions during the studied years significantly differed in temperature regime and moisture content during both the vegetative period and specific stages of winter wheat development. Overall, the dynamics of agrometeorological indicators corresponded to the average conditions in the Vinnytsia region, meeting the biological requirements of winter wheat. The most favorable year in all aspects was 2018-2019, with agrometeorological conditions leading to the highest yield over the studied years – 6.79 t/ha.

Key words: winter wheat, air temperature, precipitation, hydrothermal coefficient, wintering conditions.

УДК 658.567.1
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.10

БІОДЕГРАДАЦІЯ ОРГАНІЧНИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕРМИКОМПОСТУВАННЯ

КОВАЛЬОВ М.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-4421-8960
Центральноукраїнський національний технічний університет
МЕДВЕДЄВА О.В. – кандидат біологічних наук, доцент,
orcid.org/0000-0001-9265-958X
Центральноукраїнський національний технічний університет
КРОПІВНИЙ В.М. – кандидат технічних наук, професор
orcid.org/0000-0002-5313-0226
Центральноукраїнський національний технічний університет
МІРЗАК Т.П.
orcid.org/0000-0003-0830-8854
Центральноукраїнський національний технічний університет

Постановка проблеми. Як правило, технологія переробки твердих побутових відходів (ТПВ) широко використовується у розвинених містах. Більшість середніх та малих міст у країнах світу мають свої власні системи управління відходами. Даний тим відходів займають другу за значимістю екологічну проблему після забруднення води в усьому світі [1, с. 74]. У сільських місцевостях проблема утилізації відходів комунального господарства стоїть більш гостро, внаслідок браку фінансових, технічних та інформаційних ресурсів. Таким чином, розробка економічно дешевого, ефективного і зручного методу утилізації даного типу відходів знаходиться під гострою необхідністю для країн, що розвиваються. У силу побутового рівня життя та економічного рівня у відходах комунальних підприємств сільських територій міститься більше органічних компонентів, ніж у аналогічних відходах міст. З іншого боку, більший вміст органічної складової в ТПВ потребує розробки відносно дешевої технології їх утилізації для запобігання негативного впливу на навколишнє середовище. Отже, для успішної боротьби з ТПВ, які містять багато органічної речовини біогенного походження необхідно запровадити більш дешевий та простий у користуванні метод їх утилізації. Тому розробка технологічного рішення, кінцевим продуктом якого є отримання біогумусу є раціональним екологічним способом вирішення цієї проблеми [2, с. 166].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Процес переробки відходів органічної природи, таких як сільськогосподарські відходи, харчові відходи та органічні відходи у складі твердих побутових відходів, має різні шляхи вирішення, серед яких вагомий внесок належить біологічним способам переробки (біорозкладання) [3, с. 14].

При біорозкладанні під дією різних груп мікроорганізмів відбувається розпад складних органічних речовин на простіші. Анаеробне розкладання органічних відходів протікає технологічно, згідно з одним авторам [4, с. 15] у чотири фази – гідроліз, ацетогенез, ацидогенез, метаногенез, які спільно завершуються синтрофічними взаємодіями різних мікроорганізмів, на думку інших [5, с. 468] розрізняють дві фази: у першій відбувається гідроліз, підкислення і розрідження, а на другий ацетат, водень і діоксид вуглецю перетворюються на метан, а за версією третіх авторів [6, с. 24] три фази: бактеріальне розкладання, випаровування та фаза хімічних реакцій [7, с. 150]

За загальною вартістю всієї переробки ТПВ, виробленої в різних містах, та за допомогою підходу багатокритеріального аналізу (метод ELECTRE) встановлено, що найкращим сценарієм з оптимальними екологічними витратами є: компостування органічних відходів, переробка відходів пластику, паперу, скла та інших відходів, що підлягають похованню, також встановлено, що анаеробне розкладання є найкращим сценарієм для органічних фракцій ТПВ з низькими витратами на економічні та екологічні затрати. [8, с. 68]

Мета статті. Метою дослідження є розробка технології переробки органічної складової побутових відходів методом поетапного компостування за участі ефективних мікроорганізмів та компостних черв'яків.

Матеріали та методика досліджень. Досліди закладалися в лабораторних умовах за оптимальної температури культивування та безперервної переробки 22-28 °С, оптимальної вологості субстрату 70-80 %, близької вмісту води в тілі черв'яка, оптимальної кислотності нейтральної субстрату (pH = 7,0).

Для вирощування черв'яків використовуються 20-літрові пластикові контейнери. Субстратом для черв'яків служать спеціальні насичені органічними сполуками відходи, що пройшли процес попередньої ферментації за допомогою «ефективних мікроорганізмів»: 1) кінський гній; 2) органічна складова ТПВ; 3) гній ВРХ; 4) курячий послід. Усі компоненти мають бути в середньо подрібненому вигляді. Час та швидкість їх переробки черв'яками залежать від подрібненості корму, пристосованості до певних кормів та видової адаптації [9. с. 42].

Черв'яки здатні споживати практично всі органічні відходи, зменшуючи об'єм приблизно на 50 %, тим самим підвищуючи цінність удобрення. У штучних умовах у вигляді субстрату та корму для черв'яків використовуються суміші органічних відходів залежно від досліджуваного варіанту. Необхідно включати до складу корму кліт-

ковину (25-28 %) та мінеральні речовини (глину, крейду та ін.), оскільки за їх відсутності утруднюється травлення черв'яків. Велика кількість енергії черв'якам дає целюлоза, тому можна включити до складу корму солому, сіно та картон – все це необхідно для швидкого росту та розвитку черв'яків. Кожен вид корму має свої особливості підготовки, подачі, час переробки, а також безпосередньо впливає на вихід біогумусу, що відрізняється за якістю та насиченістю потрібними елементами [10, с. 388].

Проводиться визначення дисперсності та порівняльний аналіз виходу біогумусу при використанні місцевих та червоних каліфорнійських черв'яків.

В аналітичній лабораторії кафедри екології, ОНС ТА ЗСЖ ЦНТУ визначено гранулометричний, гранулометричний склад, фізико-хімічні, загальні фізичні, водні властивості ґрунтових зразків за загальноприйнятими методиками [11, с. 7]. Статистична обробка отриманих даних проводилася за методикою дисперсійного аналізу [12, с. 49].

Результати досліджень. Результати досліджень показали, що розроблено нові, адаптовані до умов Кіровоградської області технології утилізації ТПВ та одержання збалансованого за складом органічного добрива «ЕМ компост», який витримав усі випробування екологічно чисте органічне добриво, призначене для відтворення родючості земель та збільшення врожайності сільськогосподарських та декоративних культур.

ЕМ компост є розсипчастою ґрунтоподібною масою, схожою на чорнозем. Він містить велику кількість (до 32 % на суху вагу) гумінових кислот, фульвокислот та гумінів, це надає органічному добриву високі агрохімічні та рістстимулюючі властивості. Всі поживні речовини знаходяться у збалансованому поєднанні у вигляді біодоступних для рослин сполук. Порівняно з іншими органічними добривами в ньому набагато більше рухомих елементів живлення, наприклад, калію – у 9 разів, фосфору – у 7 разів, кальцію та магнію – у 2 рази. Корисні речовини при внесенні у ґрунт не губляться, не переходять в інші недоступні форми, повільно розчиняються у ґрунтовій волозі та тривалий час забезпечують кореневу систему рослин. В процесі переробки органічної складової ТПВ компостними черв'яками виходить вторинний продукт – вермичай, необхідний для відновлення потенційної родючості ґрунтів чорноземного типу що є економічно вигідним добривом-підживленням для сільськогосподарських та декоративних рослин [13, с. 21].

Вивчення кінцевих продуктів (ЕМ компост та вермичай) проводилося в аналітичній лабораторії екології, ОНС та ЗСЖ. У вермикультивуванні використовувалися червоні каліфорнійські черви («червоний гібрид»), а також місцеві дощові черви. Кормовий субстрат – різні суміші: харчові відходи, комплексні субстрати, а також солома та картон [14, с. 126].

Незважаючи на те, що обсяг ринку біогумусу досить малий, він має значні перспективи розвитку в Україні. Виробництво ЕМ компосту та вермичаю екологічно безпечне.

Основні переваги вермикомпостування: переробка органічної складової ТПВ може здійснюватися прямо на місці їх одержання; відсутність втрат поживних речовин; відсутність запахів при утилізації відходів; не потрібне додавання у відходи розпушувальних компонентів [15, с. 123; 16, с. 71].

Незважаючи на те, що технологія вермикомпостування має великий комерційний потенціал, її розвиток стримують такі фактори: проблеми зі збутом готової продукції (вартість ЕМ компосту та вермичаю дорожча за мінеральні добрива); не інформованість населення про властивості біогумусу; відсутність державної підтримки; спекуляція у сфері реалізації готової продукції; неможливість експорту біогумусу через високі капітальні витрати [17, с. 44; 9, с. 40].

При внесенні органічної складової ТПВ в кількості 200 г/кг відзначено позитивну динаміку загальної чисельності дощового та каліфорнійського черв'яків. Найкращі показники відзначені у дощового черв'яка, чисельність якого збільшилась у 15 разів. Чисельність каліфорнійського черв'яка збільшилася в 5 разів (рис. 1).

Середні значення продуктивності дощового та каліфорнійського черв'яка склали 4,0 кокона на одного статевозрілого черв'яка ($НІР_{05}$=0,01). Під час прове-

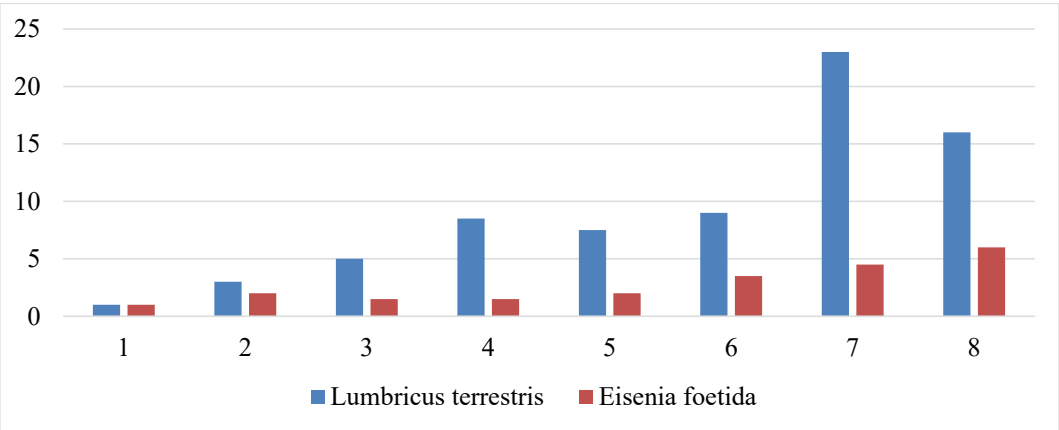


Рис. 1. Діаграма росту та розвитку черв'яків

дення досліджень відмічене зниження чисельності статевозрілих дощових черв'яків у 1,2 рази, а чисельність статевозрілих каліфорнійських черв'яків залишалася незмінною.

Дощовий черв'як (Lumbricus terrestris) більш стійкий до забруднення ґрунту промисловими та побутовими відходами. Для розкладання побутових відходів найбільше підходить каліфорнійський черв'як (Eisenia foetida).

Червоні каліфорнійські черв'яки при тих самих умовах переробки субстрату формують гумусу на 1,99 % більше при просіюванні 1 мм, на 2,11 % – 2 мм і 0,91 % – при більше 2 мм просіювання. У середньому каліфорнійські черв'яки формують на 1,7 % більше гумусу порівняно з дощовими черв'яками (табл. 1).

На вихід гумусу істотно впливає ступінь дисперсності. У середньому вихід гумусу при 1 та 2 мм просіювання на 0,12 % більше на користь червоних каліфорнійських черв'яків. Отже, дощові черв'яки формують гумус дещо краще за фракційним складом.

Результати наших досліджень показали, що дощові черв'яки більш адаптовані до температурного режиму, особливо зниження температури, ніж каліфорнійські черв'яки. Оптимальна температура культивування при безперервній переробці для каліфорнійських черв'яків становить 22–28 °С, а місцевих черв'яків – 17-22 °С. Причому каліфорнійські черв'яки добре розвиваються за нормальної температури 24-28°С, а місцеві – за нормальної температури 30-32°С. Отже, місцеві черв'яки більш пристосовані до континентального клімату Кіровоградської області.

За загальноприйнятими нормами найкращим за якістю біогумусу є кінський гній. Однак, за нашими даними, за вмістом доступних елементів живлення біогумус, що виробляється від гною ВРХ, містить на 23,8 мг/кг азоту, 35 мг/кг фосфору, 650 мг/кг калію більше порівняно з біогумусом, підготовленим з гною ВРХ, курячого, кінського гною та органічною складової ТПВ. За валовим змістом елементів живлення також відрізняються кінський гній та гній ВРХ, вміст кальцію та фосфору в них більший.

Згідно з результатами досліджень, розроблені нові адаптовані до умов Кіровоградської області технології біодеградації органічних відходів за допомогою місцевих дощових та червоних каліфорнійських черв'яків дозволяють отримати органічне добриво «ЕМ компост» із вмістом гумусу 12-17 %.

Вихід біогумусу залежить від типу корму для черв'яків. Каліфорнійські черв'яків формують на 1,7 % більше гумусу порівняно з місцевими черв'яками.

Таким чином, застосування популяції місцевих черв'яків для утилізації відходів рослинного походження в умовах Кіровоградської області при штучній переробці відходів є більш доцільним і маловитратним, хоча вихід гумусу з одиниці на 1,7 % нижчий, ніж у каліфорнійських черв'яків. Запуск особин Lumbricus terrestris та Eisenia

Таблиця 1

Вміст гумусу та доступних елементів живлення в біогумусі залежно від виду черв'яків та розміру просіювання

Вид компостних черв'яків	Розмір комірки для просіювання, мм	Вміст гумусу, %	Рухомі форми, мг/кг		
			N	P_2O_5	K_2O
Lumbricus terrestris	1	13,92	86,8	720	3600
	2	11,49			
	більше 2	11,6			
Eisenia foetida	1	15,91	100,8	750	3500
	2	13,6			
	більше 2	12,51			

Таблиця 2

Вплив складу субстрату на динаміку росту черв'яків

Вид компосту	Вид компостного черв'яка	Етапи розвитку особин							
		Кокони		Мальки		Дорослі		Статево зрілі	
		початок досліду	кінець досліду	початок досліду	кінець досліду	початок досліду	кінець досліду	початок досліду	кінець досліду
Кінський гній	Lumbricus terrestris	0	38,7	0	69	0	19,7	11	73
	Eisenia foetida	0	23	0	47	0	3,3	11	57
Органічна складова ТПВ	Lumbricus terrestris	0	28	0	51,7	0	4,7	11	67
	Eisenia foetida	0	19	0	37	0	0,3	11	43
Гній ВРХ	Lumbricus terrestris	0	25,7	0	43	0	13	11	50
	Eisenia foetida	0	6,7	0	13	0	3,7	11	37
Курячий послід	Lumbricus terrestris	0	24	0	5,3	0	3,0	11	27
	Eisenia foetida	0	2,3	0	1,3	0	0,7	11	9,3

foetida провели у чотири види субстрату, використовуючи при цьому лише дорослих статевозрілих (без пасків) особин, що відрізняються максимальною харчовою активністю (табл. 2).

Щодо стійкості до механічного впливу чи фракційного складу місцеві черв'яки краще. На другому місці субстрат на основі кінського гною, а потім в бік зменшення: органічна складова ТПВ, гній ВРХ та курячий послід. Варто відмітити, що кінський гній та комплексна суміш дуже добре впливають на розмноження черв'яків.

Висновки. Наші дослідження показали, що запропонована технологія двоетапної утилізації органічної складової твердих побутових відходів є ефективною та досить перспективною. Застосування черв'яків роду Lumbricus terrestris в ґрунтово-кліматичних умовах континентального клімату є більш доречним. В той же час як представники роду Eisenia foetida потребують захищених біореакторів з регулюванням параметрів мікроклімату. На вихід біогумусу значний вплив справив вид компосту. Eisenia foetida формують на 1,7 % більше гумусу порівняно з місцевими черв'яками роду Lumbricus terrestris.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Знешкодження та утилізація відходів в агросфері: навч. посібник/ В.К. Пузік, Р.В. Рожков, Т.А. Долгова та ін. Х: ХНАУ, 2014. 220 с.
2. Судецька О. Ефективність виробництва і застосування органічних добрив «біогумус» виготовлених методом вермикультивування. *Вісник ТНЕУ,* № 1, 2014. С. 164-170.
3. Хазан В.Б., Лівшиць О.К. На шляху до екологічно стійкого використання ресурсів в Україні: проблема накопичення промислових відходів, Дніпропетровськ: Січ, 1999. 27 с.
4. Кривенко С. В. Проблеми вдосконалення системи управління сферою поводження з твердими побутовими відходами: регіональний аспект. Управління розвитком. 2015. № 2. С. 12–19.
5. Скіп О. С., Буцяк В. І., Печар Н. П. Технологічні властивості та хімічний склад опалого листя як субстрату для вермікультивування. *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького.* Львів, 2011. Т. 13, № 2 (48), Ч. 1. С. 466–470.
6. Журавель С.В., Кравчук М.М., Клименко Т.В., Поліщук В.О. Вирощування черв'яків промислового спрямування контейнерним способом в умовах Житомирського Полісся. *Наукові горизонти*. 2020. №5(90). С.22-28. DOI:10.33249/2663-2144-2020-90-5-22-28.
7. Скидан О.В. Збір і переробка сміття: екологічні ефекти в аграрному секторі економіки. *Вісник ЖНАЕУ. Серія «Економіка природокористування та екологічний менеджмент»*. 2017. № 1(59). С. 148–155.
8. Лінник М.К., Сенчук М.М. Технології і технічні засоби виробництва та використання органічних добрив:[-монографія]/ за ред. доктора технічних наук, академіка НААН В.В. Адамчука. Ніжин. Видавець ПП Лисенко М.М., 2012. 248 с.
9. Ковальов М.М., Мостіпан. М.І., Кулик Г.А. Отримання біокомпосту за попередньою обробкою сировини ЕМ-препаратами. *Аграрні інновації Рецензований науковий журнал.* № 3. 2020. Видавничий дім «Гельветика»,. С. 39-44. http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua /index.php/agrarian/article/view/469/493.
10. Kovalov Mykola. Development of energy-saving technology of closed production cycle in intensive growing of pleurotus ostreatus and agaricus bisporus mushrooms. / Theoretical and practical aspects of science development: scientific monograph. Part 1. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2023. pp.372-404. http://baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/view/371/10218/21302-1
11. СОУ 24.15-37-506:2007 Добрива органічні. Біогумус. Виробництво. Типовий технологічний процес: К. Мінагрополітики України, 2007. 22 с.
12. Яровий А. Т., Страхов Є. М. Багатовимірний статистичний аналіз : начально-методичний посібник для студентів математичних та економічних фахів. Одеса: Астропринт, 2015. 132 с
13. Сендецький В. М. Технологічні аспекти переробки органічних відходів АПК методом вермикультивування. Івано-Франківськ : Фоліант, 2010. 53 с.
14. Сонько С. П., Голубкіна О. М. Вермикультура як засіб стабілізації агро екосистем. Біосфера XXI століття: 192 матеріали III всеукраїнської конференції. м. Севастополь, 2011 р. Вид-во Сев НТУ, 2011, С. 125-127.
15. Радовенчик В.М., Гомеля М.Д. Тверді відходи: збір, переробка, складування. Навчальний посібник, Київ: КОНДОР, 2010, 551 с.
16. Відходи виробництва і споживання та їх вплив на грунти і природні води: Навчальний посібник / За ред. В.К. Хільчевського. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2007. 152 с.
17. Медведєва О,В., Кропівний В.М., Мірзак Т.П. Особливості поводження з твердими побутовими відходами на місцевому рівні. Дорожня карта реалізації Закону України «Про управління відходами»: збірка матеріалів Національного форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології» (м. Київ, 24–25 листопада 2022 р.). К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2022. С. 43-44.

REFERENCES:

1. Puzik, V. K., Rozhkov, R. V., Dolhova, T. A. et al (2014). Zneshkodzhennia ta utylizatsiia vidkhodiv v ahrosferi: navch. posibnyk [Disposal and utilization of waste in the agricultural sector: training. guide]. Kharkiv: KhNAU [in Ukrainian].
2. Sudetska, O. (2014). Efektyvnist vyrobnytstva i zastosuvannia orhanichnykh dob-ryv «biohumus» vyhotovlenykh metodom vermykultyvuvannia [Efficiency of production and application of organic fertilizers «biohumus» produced by the method of vermiculture]. *Visnyk TNEU – Bulletin of TNEU*, 1, 164-170. [in Ukrainian].
3. Khazan, V. B., & Livshyts, O. K. (1999). Na shliakhu do ekolohichno stiikoho vykorys-tannia resursiv v Ukraini: problema nakopychennia promyslovykh vidkhodiv [On the way to ecologically sustainable use of resources in Ukraine: the problem of accumulation of industrial waste]. Dnipropetrovsk: Sich [in Ukrainian].
4. Kryvenko, S. V. (2015). Problemy vdoskonalennia systemy upravlinnia sferoiu povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy: rehionalnyi aspect [Problems of improving the solid waste management system:

regional aspect]. *Upravlinnia rozvytkom – Development management*, 2, 12–19. [in Ukrainian].
5. Skip, O. S., & Butsiak, V. I., & Pechar N. P. (2011). Tekhnolohichni vlastyvosti ta khimichnyi sklad opaloho lystia yak substratu dlia vermikultyvuvannia [Technological properties and chemical composition of fallen leaves as a substrate for vermiculture]. *Naukovyi visnyk LNUVMBT im. S. Z. Hzhytskoho – Scientific Bulletin of LNUVMBT named after S. Z. Gzytskyi*, vol. 13, no. 2 (48), 466–470 [in Ukrainian].
6. Zhuravel, S. V., & Kravchuk, M. M., & Klymenko, T. V., & Polishchuk, V. O. (2020). Vyroshchuvannia cherviakiv promyslovoho spriamuvannia konteinernym sposobom v umovakh Zhytomyrskoho Polissia [Cultivation of worms of industrial direction in the container method in the conditions of Zhytomyr Polissia]. *Naukovi horyzonty – Scientific horizons*, 5 (90), 22-28. [in Ukrainian].
7. Skydan, O. V. (2017). Zbir i pererobka smittia: ekolohichni efekty v ahrarnomu sektori ekonomiky [Garbage collection and processing: environmental effects in the agricultural sector of the economy]. *Visnyk ZhNAEU. Seriia «Ekonomika pryrodokorystuvannia ta ekolohichnyi menedzhment» – Bulletin of the Zhytomyr National Agrarian and Economic University. Series «Economics of nature use and environmental management»*, 1(59), 148–155. [in Ukrainian].
8. Linnyk, M. K., & Senchuk, M. M. (2012). Tekhnolohii i tekhnichni zasoby vyrobnytstva ta vykorystannia orhanichnykh dobryv:monohrafiia/ za red. doktora tekhnichnykh nauk, akademika NAAN V.V. Adamchuka [Technologies and technical means of production and use of organic fertilizers: [monograph]/ edited by Doctor of Technical Sciences, academician of NAAS V. V. Adamchuk]. Nizhyn. Vydavets PP Lysenko M. M. [in Ukrainian].
9. Kovalov, M. M., & Mostipan, M. I., & Kulyk, H. A. (2020). Otrymannia biokompostu za poperednoiu obrobkoiu syrovyny EM-preparatamy [Production of biocompost by pre-treatment of raw materials with EM preparations]. *Ahrarni innovatsii Retsen-zovanyi naukovyi zhurnal, Vydavnychyi dim «Helvetyka» – Agrarian Innovations Peer-reviewed scientific journal. No. 3. 2020. «Helvetica» Publishing House*, 3, 39-44. Retrieved from http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian /article/view/469/493 [in Ukrainian].
10. Kovalov Mykola. (2023). Development of energy-saving technology of closed production cycle in intensive growing of pleurotus ostreatus and agaricus bisporus mushrooms. / Theoretical and practical aspects of science development: scientific monograph. Part 1. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 372-404. Retrieved from http:// baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/view/371/10218/21302-1
11. Dobryva orhanichni. Biohumus. Vyrobnytstvo. Typovyi tekhnolohichnyi protses [Organic fertilizers. Biohumus. Production. Typical technological process]. (2007). *SOU 24.15-37-506:2007 from 2007*. Kyiv: Minahropolityky Ukrainy [in Ukrainian].
12. Yarovyi A. T., Strakhov Ye. M. (2015). *Bahatovymirnyi statystychnyi analiz : nachalno-metodychnyi posibnyk dlia studentiv matematychnykh ta ekonomichnykh fakhiv [Multivariate statistical analysis: an introductory methodological guide for students of mathematics and economics]*. Odesa: Astroprint [in Ukrainian].
13. Sendetskyi, V. M. (2010). *Tekhnolohichni aspekty pererobky orhanichnykh vidkhodiv APK metodom vermykultyvuvannia [Technological aspects of the processing of organic agricultural waste by the method of vermiculture].* Ivano-Frankivsk: Foliant [in Ukrainian].
14. Sonko, S. P., & Holubkina, O. M. (2011). Vermykultura yak zasib stabilizatsii ah-ro ekosystem. Biosfera XXI stolittia [Vermiculture as a means of stabilization of agricultural ecosystems. Biosphere of the 21st century]. *Proceedings from III vseukrainskoi konferentsii – III All-Ukrainian Conference.* (125-127). Sevastopol: Sev NTU[in Ukrainian].
15. Radovenchyk, V. M., & Homelia, M. D. (2010). *Tverdi vidkhody: zbir, pererobka, skladuvannia. Navchalnyi posibnyk [Solid waste: collection, processing, storage. Study guide].* Kyiv: KONDOR [in Ukrainian].
16. Khilchevskoho, V. K. (Eds.). (2007). *Vidkhody vyrobnytstva i spozhyvannia ta yikh vplyv na grunty i pryrodni vody: Navchalnyi posibnyk [Production and consumption waste and their impact on soils and natural waters: Study guide].* Kyiv: Kyivskyi universytet [in Ukrainian].
17. Medvedieva, O. V., & Kropivnyi, V. M., & Mirzak, T. P. (2022). Osoblyvosti povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy na mistsevomu rivni. Dorozhnia karta realizatsii Zakonu Ukrainy «Pro upravlinnia vidkhodamy» [Peculiarities of solid household waste management at the local level. Roadmap for the implementation of the Law of Ukraine «On Waste Management»]. *Povodzhennia z vidkhodamy v Ukraini: zakonodavstvo, ekonomika, tekhnolohii – Waste Management in Ukraine: Legislation, Economy, Technologies:* Proceeding of the National Forum. (43-44). Kyiv: Tsentr ekolohichnoi osvity ta informatsii [in Ukrainian].

Ковальов М.М., Медвєдєва О.В., Кропівний В.М., Мірзак Т.П. Біодеградація органічних побутових відходів за допомогою вермикомпостування

Нераціональне управління відходами призводить до зміни екосистем, включаючи забруднення повітря, води та ґрунту, тому воно становить реальну загрозу здоров'ю людини. Зростання утворення твердих відходів лягає тягарем на високі витрати державного бюджету. Зростання чисельності населення, швидка урбанізація, економіка, що бурхливо розвивається, і підвищення рівня життя значно прискорили темпи, обсяг і якість утворення твердих побутових відходів. Біодеградація ТПВ відповідно до часу є важливим фактором, що визначає кількість матеріалу, що переробляється, особливо його органічна складова. **Метою** є розробка технології переробки органічної складової побутових відходів методом поетапного компостування за участі ефективних мікроорганізмів та компостних черв'яків. **Методи.** В процесі виконання роботи використовувались загальнонаукові та спеціальні методи досліджень: порівняльно-аналітичний (фізико-хімічні та агрохімічні дослідження, порівняльно-розрахунковий і статистичний (математична і статистична обробка експериментальних даних). **Результати.** Результати проведених досліджень показали, що після завершення процесу компостування, отримане органічне добриво ЕМ компост, є важливим джерелом органічної речовини та може бути використаний для відновлення потенційної родючості ґрунтів для підтримання стійкого сільськогосподарського виробництва регіону та країни в цілому. Розроблені нові адаптовані до умов Кіровоградської

області технології біодеградації органічних відходів за допомогою Lumbricus terrestris та Eisenia foetida дозволяють отримати органічне добриво «ЕМ компост» з високим вмістом гумусу – понад 10 %.

Вихід біогумусу залежить від типу корму для черв'яків. Eisenia foetida формують на 1,7 % більше гумусу порівняно з Lumbricus terrestris.

Висновки. Комплексний аналіз отриманих результатів проведеного нами досліду показали, що застосування органічної складової побутових відходів в якості харчових субстратів для особин Eisenia foetida не забезпечує підвищення продуктивності процесів вермикультивування, обумовлює зниження біомаси особин та і зменшення показників їх плодючості. В той же час особини Lumbricus terrestris, навпаки володіють кращими показниками плодючості, тому вони ідеально підходять для процесів вермикультивування. Серед досліджених видів відходів найкращі показники плодючості обох видів компостних черв'яків забезпечивши високі показники приросту біомаси особин кінський гній та органічна складова ТПВ у порівнянні з гноєм ВРХ та курячим послідом, які традиційно використовуються у вермикультивування для отримання органічного добрива.

Ключові слова: Ефективні мікроорганізми, вермитехнологія, поживне середовище, компостні черв´яки.

Kovalov M.M., Medvedieva O.V., Kropivnyi V.M., Mirzak T.P. Biodegradation of organic household waste using vermicomposting

Irrational waste management leads to changes in ecosystems, including air, water and soil pollution, therefore it poses a real threat to human health. The increase in the generation of solid waste is a burden on the high costs of the state budget. Population growth, rapid urbanization, booming economies, and rising living standards have significantly accelerated the rate, volume, and quality of solid waste generation. The biodegradation of SHW over time is an important factor that determines the amount of recycled material, especially its organic component. **Purpose.** The goal is to develop a technology for processing the organic component of household waste by the method of step-by-step composting with the participation of effective microorganisms and compost worms **Methods.** In the process of performing the work, general scientific and special research methods were used: comparative-analytical (physical-chemical and agrochemical research, comparative-calculation and statistical (mathematical and statistical processing of experimental data).

The results. The results of the conducted research showed that after the completion of the composting process, the obtained organic fertilizer EM compost is an important source of organic matter and can be used to restore the potential fertility of soils to maintain sustainable agricultural production in the region and the country as a whole. The developed new biodegradation technologies of organic waste with the help of Lumbricus terrestris and Eisenia foetida, adapted to the conditions of the Kirovohrad region, make it possible to obtain organic fertilizer «EM compost» with a high content of humus – more than 10 %.

The output of biohumus depends on the type of feed for worms. Eisenia foetida forms 1,7 % more humus compared to Lumbricus terrestris. **Findings.** A comprehensive analysis of the results of our experiment showed that the use of the organic component of household waste as a food substrate for Eisenia foetida individuals does not ensure an increase in the productivity of vermiculture processes, causes a decrease in the biomass of individuals and a decrease in their fertility indicators. At the same time, individuals of Lumbricus terrestris, on the contrary, have better fertility indicators, so they are ideal for vermiculture processes. Among the investigated types of waste, the best indicators of fertility of both types of compost worms, providing high indicators of biomass growth of individuals, are horse manure and the organic component of solid waste in comparison with cattle manure and chicken droppings, which are traditionally used in vermiculture to obtain organic fertilizer.

Key words: Effective microorganisms, vermitechnology, nutrient medium, compost worms.

УДК 634.11:631.542:631.171(477.4)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.11

МЕХАНІЗОВАНЕ ОБРІЗУВАННЯ ІНТЕНСИВНИХ НАСАДЖЕНЬ ЯБЛУНІ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

ЛЕУС В.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-7417-5968
Державний біотехнологічний університет
ШУБЕНКО Л.А. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-8938-9520
Білоцерківський національний аграрний університет
МУЛЄНОК Я.О. – кандидат сільськогосподарських наук, викладач
orcid.org/0000-0001-9015-852X
Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. У більшості країн Західної Європи з розвинутим садівництвом спостерігається тенденція до створення скороплідних високопродуктивних яблуневих садів із щільним розміщенням дерев при формуванні у них малооб'ємних крон. У інтенсивних насадженнях яблуні на слаборослих клонових підщепах для отримання високих і стабільних врожаїв потрібно постійно керувати процесами росту і плодоношення плодових рослин, впливати на тривалість продуктивного періоду використання дерев, якість отриманої продукції [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За даними професора Mika A. [2] для отримання стабільних урожаїв в інтенсивних насадженнях яблуні на клонових підщепах слід постійно підтримувати рівновагу між процесами росту і плодоношення. Польські вчені садоводи стверджують, що цього досягають комплексом агроприйомів, серед яких основне місце займає механізоване обрізування плодоносних дерев у фазу розвитку яблуні "рожевий букет" [3]. У промисловому садівництві країн західної Європи широко застосовується даний спосіб обрізування дерев, тоді як в Україні плодові насадження обрізуються переважно вручну у зимово-весняний період [4]. Тому, дослідження строків та способів обрізування інтенсивних насадженнях яблуні в умовах лівобережного Лісостепу України є актуальним питанням та потребує додаткового вивчення.

Метою досліджень було порівняти ефективність строків механізованого обрізування інтенсивних насаджень яблуні з подальшою рекомендацією виробництву.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 2020-2021 років у ТОВ «Харківська фруктова компанія», що знаходиться у селі Коробочкіно Чугуївського району Харківській області. Інтенсивний яблуневий сад закладено за схемою 3,2*0,9 у 2013 році. Система утримання ґрунту у міжряддях – дерново-перегнійна, у пристовбурних смугах – гербіцидний пар. Вся площа саду знаходиться на системі краплинного зрошення. Дослідження проводилось з двома сортами яблуні зимового строку достигання Ренет Симиренко та Голден Делішес. Обрізування дерев проводили за допомогою контурного обрізчика сегментного типу фірми Fama.

Обрізування проводили у три строки: на початку вегетації (березень місяць), у фазу "рожевого букета" (квітень), та після збору врожаю (жовтень). Кожен варіант досліду було закладено у трьохкратній повторності. Розмір повторності становив 5 облікових дерев, розміщених послідовно у ряду. У дослідженнях проводились обліки ростових параметрів та плодоношення.

Довжину однорічних пагонів вимірювали мірною стрічкою. Виміри проводили наприкінці вегетації. Кількість кластерів квітів підраховували у фазу "рожевого букету" індивідуально по кожному дереву. Облік врожаю проводили шляхом зважування плодів з кожного дерева та знаходження середньої арифметичної врожайності, як по повтореннях так і по варіанту в цілому. Урожайність сорту з гектара визначали шляхом перерахунку(3472 дерев/га при схемі садіння 3,2*0,9 м). Середню масу плодів визначали шляхом зважування 100 довільно вибраних плодів і діленням отриманого результату на 100 [5].

Обрізування дерев проводили за допомогою контурного обрізчика сегментного типу, формуючи плодову стіну на відстані 40 см від центрального провідника у нижній його частині та 30 см у верхній частині.

Результати досліджень. Професор Мельник О.В. [6] стверджує, що габітус крони дерева залежить від строків проведення механізованого обрізування дерев. У сучасних інтенсивних насадженнях яблуні за даними Мулєнок Я.О., Леус В.В. [7] механізоване обрізування дерев забезпечує отримання щорічного врожаю з високими смаковими та товарними якостями.

Досить часто в якості критерію росту дерев застосовують довжину однорічного приросту. Ріст пагонів є основним показником латерального росту плодових дерев, який залежить від багатьох факторів, в тому числі і від обрізування дерев.

За даними вчених Leus V. [8] та Ryl K. [9], у інтенсивних насаджень яблуні однорічні прирости мають бути довжиною близько 30–40 см, більш сильні прирости будуть загущувати крону, створюючи тим самим негативний фітосанітарний стан дерев. За такої довжини пагонів створюється оптимальна асиміляційна поверхня, що досить позитивно впливає на вегетативний ріст плодових дерев.

За результатами наших досліджень (табл. 1) всі дерева були достатньо вирівняні і мали добрий вегетативний ріст. У 2020 році спостерігається досить сильний

Таблиця 1

Довжина однорічних пагонів залежно від строків обрізування, см

Сорт	Строки обрізки	2020 р.	2021 р.	Середнє за роки досліджень
Ренет Симиренко	На початку вегетації (к)	52,3	58,2	52,2
	Фаза “рожевого букета”	43,1	40,2	41,7
	Після збору врожаю	44,2	47,3	45,8
Голден Делішес	На початку вегетації (к)	44,2	45,1	44,7
	Фаза “рожевого букета”	31,3	30,6	30,1
	Після збору врожаю	33,1	33,8	33,5
$НІР_{05}$ А		*3,4*	*3,2*	
$НІР_{05}$ В		*4,3*	*3,9*	
$НІР_{05}$ АВ		*6,0*	*5,5*	

Таблиця 2

Кількість кластерів квітів залежно від строків обрізування, шт./дер.

Сорт	Строки обрізки	2020 р.	2021 р.	Середнє за роки досліджень
Ренет Симиренко	На початку вегетації (к)	68,3	135,4	101,9
	Фаза “рожевого букета”	97,4	162,3	129,8
	Після збору врожаю	70,2	137,2	103,1
Голден Делішес	На початку вегетації (к)	74,8	130,5	102,6
	Фаза “рожевого букета”	90,3	178,2	134,2
	Після збору врожаю	75,4	140,8	108,1

ріст дерев, особливо сорту Ренет Симиренко. Дерева сорту Голден Делішес мали оптимальну довжину пагонів 30,3–33,1 см лише на варіантах з проведенням обрізування дерев у фазу “рожевого букету” та після збору врожаю. Незалежно від сорту обрізування дерев на початку вегетації призводить до збільшення середньої довжини пагонів, що негативно впливає на загущеність дерев.

У наступному році досліджень спостерігається аналогічна тенденція. Варто відмітити, що на обох досліджувальних сортах у 2021 році на варіантах із застосуванням обрізування дерев у фазу “рожевого букета” отримано зменшення аналізованого показника порівняно з 2020 роком. За інших варіантів обрізування прослідковується збільшення довжини пагонів.

У середньому за роки досліджень обрізування у традиційний період (на початку вегетації) збільшує однорічний приріст, тим самим впливаючи на загущення крони. Так, для сорту Ренет Симиренко однорічні пагони на контрольному варіанті мали довжину 52,2 см, а на деревах сорту Голден Делішес 44,7 см. Варто відмітити, що незалежно від строку обрізування дерева сорту Голден Делішес мали значно меншу довжину пагонів, що свідчить про більшу придатність даного сорту до закладання інтенсивних насаджень яблуні. Найменшу довжину мали пагони дерев, що обрізалися у фазу “рожевого букету” 41,7 та 30,1 см. Обрізка, що проводилася після збирання врожаю також позитивно впливала на довжину однорічних пагонів, зменшуючи її. Так, порівняно з контролем на сорту Ренет Симиренко ця різниця склала 6,4 см, а для сорту Голден Делішес 11,7 см.

Таким чином, застосування обрізування дерев в інтенсивному саду у фазу “рожевого букету” значно зменшує довжину однорічних пагонів, особливо для дерев сорту Голден Делішес.

Одним із основних показників, що визначає інтенсивність цвітіння дерев є наявність кластерів квітів (табл. 2). Від кількості кластерів буде залежати інтенсивність цвітіння, а отже і ступінь зав’язуваності плодів. Чим більше кластерів на дереві, тим більша вірогідність успішного проходження цвітіння, а в подальшому і більш рівномірному розміщенні плодів у кроні дерева, що напряму буде впливати на товарні якості плодів, особливо на їх розмір.

У 2020 році на третій рік після посадки саду дерева мали досить непогане цвітіння. Найменшу кількість кластерів мали дерева обрізані на початку вегетації. На деревах сорту Ренет Симиренко їх кількість склала 68,3 шт/дер, а на сорті Голден Делішес 74,8 шт/дер. Це можна пояснити, що деяка частина кластерів була видалена під час обрізки. Найбільшу ж величину аналізованого показника 97,4 та 90,3 шт/дер мали дерева сортів Ренет Симиренко та Голден Делішес за обрізування у фазу “рожевого букету”. Важливо відмітити, що фаза “рожевого букету” дає можливість добре оцінити рівень цвітіння і при необхідності скорегувати ступінь обрізки дерев, що неможливо зробити за інших строків обрізки.

У 2021 році спостерігається значне збільшення кількості кластерів на всіх варіантах досліду. Це пояснюється тим, що 2021 рік є четвертим роком вегетації і дерева ще нарощують свою продуктивність. Як і в минулому році максимальну кількість кластерів отримано за обрізування дерев у фазу “рожевого букету” 162,3 шт./дер. на деревах сорту Ренет Симиренко та 178,2 шт./дер. Голдену Делішес. Дещо більшу кількість кластерів

порівняно з контролем мали дерева обрізані після збирання врожаю. Так, сорт для сорту Ренет Симиренко ця різниця склала 1,8, а для Голден Делішес 10,3 шт/дер.

В середньому за роки досліджень спостерігається досить інтенсивне цвітіння. Аналізуючи сорти, кількість кластерів на деревах практично не відрізнялася. Збільшення величини аналізованого показника спостерігається для сорту Голден Делішес. Значний вплив на кількість кластерів на деревах яблуні мали строки обрізки. Так максимальну кількість кластерів отримано на деревах обрізаних у фазу "рожевого букету" 129,8 шт/дер для сорту Ренет Симиренко, що на 27,9 більше порівняно з контролем, та 134,2 шт/дер для сорту Голден Делішес, що на 31,6 шт/дер більше за контроль. Варто відмітити незначне збільшення кластерів на варіантах із обрізуванням дерев після збору врожаю порівняно з традиційним строком обрізки.

Отже, обрізування дерев в інтенсивних насадженнях яблуні у фазу "рожевого букету" збільшує кількість кластерів на деревах на 21,5% для сорту Ренет Симиренко і 23,5% для сорту Голден Делішес.

Середня маса плоду – це показник який впливає напряму на урожайність насаджень (табл. 3). Його величина в першу чергу залежить від кількості плодів та характеру їх розміщення на дереві. Так, як ми проводили проріджeння зав'язі і на кожному дереві залишали однакову кількість плодів по одному в кластері, то на перше місце виходило розміщення плодів на дереві один від одного. З найбільшою відстанню можливо було розмістити плоди на деревах з більшою кількістю кластерів.

За результатами наших досліджень у 2020 році плоди сорту Голден Делішес мали більшу середню масу порівняно з сортом Ренет Симиренко на 21,2 г. Як і кількість кластерів на деревах, максимальну середню масу плодів мали дерева обрізані у фазу рожевого букету 187,4 г для сорту Ренет Симиренко, що на 10% більше порівняно з контролем і 211,2 г для сорту Голден Делішес, що на 10,7% порівняно з традиційним строком обрізування.

У наступному році досліджень спостерігається аналогічна тенденція. Варто відмітити, що у 2021 році плоди мали дещо більшу середню масу порівняно з 2020 на усіх варіантах досліду. На це вплинули більші габарити дерева, так як дерева ще продовжують формуватися, що дало можливість розмістити плоди з більшою відстанню один від одного. На деревах сорту Ренет Симиренко максимальну середню масу було отримано на рівні 197,3 г, а дерева сорту Голден Делішес мали плоди масою 218,4 г.

У середньому за роки досліджень плоди сорту Голден Делішес мали більшу середню масу на 11,2% порівняно з сортом Ренет Симиренко. Обрізування дерев у фазу "рожевого букету" незалежно від сорту збільшує середню масу плоду порівняно з контролем. Так, плоди сорту Ренет Симиренко були важчими на 13,6%, а сорту Голден Делішес на 12%. Це збільшення відбулося насамперед завдяки тому, що при обрізуванні на початку вегетації дерева значну частину поживних речовин направляють на відновлення надземної частини (ростові процеси), а за обрізування у фазу "рожевого букету" поживні речовини дерева направляються у кластери. За рахунок цього майбутні квіти отримують більше поживних речовин, вони стають більш сильними в результаті чого плоди, які з них утворюються мають більш сильну енергію росту. Варто відмітити, що обрізування дерев після збирання врожаю також позитивно впливає на збільшення середньої маси плоду.

Урожайність це показник який визначає економічну ефективність вирощування яблуні (табл. 4). За результатами наших досліджень у 2020 році досліджень дерева сорту Голден Делішес мали більшу урожайність порівняно з сортом Ренет Симиренко. Обрізування дерев у фазу "рожевого букета" забезпечує отримання максимального врожаю для обох досліджувальних сортів.

Так, дерева сорту Ренет Симиренко мали на 2,3 т/га більшу урожайність порівняно з контролем, а сорту Голден Делішес на 2,0 т/га. Варто відмітити, що обрізування дерев після збору врожаю також збільшує урожайність порівняно з контролем.

У 2021 році досліджень прослідковується аналогічна тенденція. Варто відмітити, що по всім варіантам у 2021 році отримано більшу урожайність порівняно з 2020. Це пояснюється тим, що дерева ще не вийшли на повну продуктивність і відбувається нарощування урожайності.

В середньому за роки досліджень незалежно від способу обрізування дерева сорту Голден Делішес мали більшу сумарну урожайність порівняно з сортом Ренет Симиренко. Незалежно від сорту обрізування

Таблиця 3

Середня маса плодів залежно від строків обрізування, г

Сорт	Строки обрізки	2020 р.	2021 р.	Середнє за роки досліджень
Ренет Симиренко	На початку вегетації (к)	170,3	168,4	***169,4***
	Фаза "рожевого букета"	187,4	197,3	***192,4***
	Після збору врожаю	176,2	180,4	***178,3***
Голден Делішес	На початку вегетації (к)	190,7	192,7	***191, 7***
	Фаза "рожевого букета"	211,2	218,4	***214,8***
	Після збору врожаю	195,4	200,3	***197,9***
$НІР_{05}$ А		*23,7*	*9,4*	
$НІР_{05}$ В		*29,1*	*11,6*	
$НІР_{05}$ АВ		*41,1*	*16,4*	

Таблиця 4

Урожайність залежно від строків обрізування, т/га

Сорт	Строки обрізки	2020 р.	2021 р.	Сумарне за роки досліджень
Ренет Симиренко	На початку вегетації (к)	23,7	29,2	***52,9***
	Фаза рожевого букета	26,0	34,3	***60,3***
	Після збору врожаю	24,5	31,3	***55,8***
Голден Делішес	На початку вегетації (к)	26,5	33,5	***59,9***
	Фаза рожевого букета	29,3	39,9	***69,2***
	Після збору врожаю	27,1	34,8	***61,9***
$НІР_{05}$ А		1,9	2,2	
$НІР_{05}$ В		2,3	2,7	
$НІР_{05}$ АВ		3,3	3,8	

дерев у фазу “рожевого букету” значно збільшує сумарну урожайність дерев. Так, застосовуючи обрізування дерев у даний строк сорт Ренет Симиренко мав на 7,4 т/га більшу урожайність порівняно з контролем, а сорт Голден Делішес на 7,3 т/га. Обрізування дерев після збирання врожаю також збільшує урожайність порівняно з традиційним обрізуванням.

Отже, для отримання максимального урожаю необхідно дерева яблуні в інтенсивних насадженнях обрізувати у фазу “рожевого букету”.

Висновки. Отже, підбиваючи певні підсумки можна сказати, що застосування обрізування у фазу “рожевого букету” забезпечує отримання максимального прибутку незалежно від помологічного сорту, а отже і найвищу рентабельність виробництва яблук. Вирощування сорту Голден Делішес є більш рентабельним, а отже даний сорт краще підходить для закладання інтенсивних насаджень яблуні.

Таким чином, у ґрунтово-кліматичних умовах лівобережного Лісостепу України доцільно застосовувати контурний обрізчик Fama для обрізування інтенсивних насаджень яблуні у фазу “рожевого букету”, який забезпечує максимальну урожайність з одиниці площі, а також найбільший рівень прибутку і рентабельності. Для сортів, що мають недостатній приріст обрізку необхідно проводити на початку вегетації, щоб спонукати ростові процеси.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гриник І. В., Омельченко І. К., Литовченко О. М. Шляхи вирішення проблем у розвитку садівництва України. *Садівництва*. 2012. Вип. 65. С. 5-19.
2. Mika A. Ciecie jabloni w sadach intensywnych. *Owoce, Warzywa, Kwiaty*. 2003. № 3. P.7-8.
3. Mika A., Buler Z., Treder W. Mechanical pruning of apple trees as an Alternative to manual pruning. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 2016. № 15(1). P.113-121.
4. Чаплоуцький А. М., Мельник О. В. Контурне обрізування: досвід та запровадження. *Новини садівництва*. 2013. № 4. С. 9–11.
5. Кондратенко П.В., Бублик М.О. Методика проведення польових досліджень з плодовими культурами. – К.: Аграрна наука, 1996. 95 с.
6. Мельник О. В., Кравцова Я. О. Габітус крони дерев яблуні залежно від строку і способу обрізування. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* 2018. Вип. 93. Ч. 1. С.-г. науки. С. 126-135. DOI: 10.31395/2415-8240-2018-93-1-126-135
7. Мулєнок Я.О., Леус В.В. Вплив механізованого обрізування на формування показників товарної якості плодів яблуні // Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві: *матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 26 жовтня 2023 р*. Білоцерківський НАУ, 2023. С 8-9
8. Leus, V. Terms of mechanised pruning of intensive apple trees in the conditions of the left bank forest steppe of Ukraine. Modern trendsin agricultural science: problems and solutions. Monograph. Edited by S. Stankevych, O. Mandych. – Tallinn: Teadmus OÜ, 2023. P. 113-125
9. Ryl K. Ciecie mechaniczne jabloni zalety i wady. *Sad Nowoczesny*. 2015. № 1. P. 9-10.

REFERENCES:

1. Hrynyk, I.V., Omelchenko, I.K., Lytovchenko, O.M. (2012). Shliakhy vyrishennia problem u rozvytku sadivnytstva Ukrainy. [Ways to solve problems in the development of horticulture in Ukraine]. *Gardening*. Vol. 65. P. 5-19. [in Ukrainian]
2. Mika, A. (2003). Pruning apple trees in intensive orchards. *Fruits, Vegetables, Flowers.* Vol. 3. P.7-8.
3. Mika, A., Buler, Z., Treder, W. (2016). Mechanical pruning of apple trees as an Alternative to manual pruning. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. Vol. 15(1). P.113-121.
4. Chaploutskyi, A. M., Melnyk, O. V. (2013). Konturne obrizuvannia: dosvid ta zaprovadzhennia. [Contour trimming: experience and introduction]. *Gardening news*. Vol. 4. P.9-11. [in Ukrainian]
5. Kondratenko, P.V., Bublyk, M.O. (1996). Metodyka provedennia polovykh doslidzhen z plodovymy kulturamy. [Methods of field research with fruit crops]. *Agrarian science.* 95 pp. [in Ukrainian]
6. Melnyk, O.V., Kravtsova, Ya.O. (2018). Habitus krony derev yabluni zalezhno vid stroku i sposobu obrizuvannia. [Crown habitus of apple trees depending on the period and method of pruning]. *Collection of scientific works of the Uman National University of Horticulture*. Vol. 93 (1). S.-g. science P. 126-135. DOI: 10.31395/2415-8240-2018-93-1-126-135 [in Ukrainian]
7. Mulienok, Ya.O., Leus, V.V. (2023). Vplyv mekhanizovanoho obrizuvannia na formuvannia pokaznykiv tovarnoi

yakosti plodiv yabluni. [The influence of mechanized pruning on the formation of indicators of the marketable quality of apple fruits. *Innovative technologies in agronomy, land management, electric power, forestry and horticulture:* materials of the international scientific and practical conference (Bila Tserkva, October 26, 2023)]. Bilotserkivskyi NAU. P 8-9. [in Ukrainian]

8. Leus, V. (2023). Terms of mechanised pruning of intensive apple trees in the conditions of the left bank forest steppe of Ukraine. *Modern trendsin agricultural science: problems and solutions. Monograph*. Tallinn: Teadmus OÜ. P. 113-125.
9. Ryl, K. (2015). Mechanical pruning of an apple tree – advantages and disadvantages. *Modern orchard.* Vol. 1. P.9-10.

Леус В.В., Шубенко Л.А., Мулєнок Я.О. Механізоване обрізування інтенсивних насаджень яблуні в умовах лівобережного Лісостепу України

У інтенсивних насадженнях яблуні на клонових підщепах для отримання високих і стабільних врожаїв потрібно постійно керувати процесами росту і плодоношення плодових рослин. Це досягається комплексом агроприйомів, серед яких основне місце займає механізоване обрізування плодоносних дерев.

Дослідження проводили впродовж 2020-2021 років у ТОВ «Харківська фруктова компанія», що знаходиться у селі Коробочкіно Чугуївського району Харківській області. Обрізування проводили у три строки: на початку вегетації (березень місяць), у фазу рожевого букета (квітень), та після збору врожаю (жовтень). Для обрізування використовували контурний обрізчик сегментного типу, формуючи плодову стіну на відстані 40 см від центрального провідника у нижній його частині та 30 см у верхній частині.

Встановлено, що обрізування у традиційний період (на початку вегетації) збільшує однорічний приріст, тим самим впливаючи на загущення крони. Найменшу довжину мали пагони дерев, що обрізалися у фазу рожевого букету 41,7 та 30,1 см для сортів Ренет Симиренко та Голден Делішес, відповідно. Обрізка, що проводилася після збирання врожаю також позитивно впливала на довжину однорічних пагонів, зменшуючи її.

Доведено позитивний вплив строків механізованого обрізування на кількість кластерів на деревах яблуні. Так, максимальну величину отримано на деревах обрізаних у фазу рожевого букету 129,8 шт/дер для сорту Ренет Симиренко, що на 27,9 більше порівняно з контролем, та 134,2 шт/дер для сорту Голден Делішес, що на 31,6 шт/дер більше за контроль.

Застосування обрізування дерев у фазу рожевого букету збільшує урожайність сорту Ренет Симиренко на 7,4 т/га порівняно з контролем, а сорту Голден Делішес на 7,3 т/га.

Таким чином, у ґрунтово-кліматичних умовах лівобережного Лісостепу України доцільно застосовувати контурний обрізчик Fama для обрізування інтенсивних насаджень яблуні у фазу рожевого букету, який забезпечує максимальну урожайність з одиниці площі, а також найбільший рівень прибутку і рентабельності.

Ключові слова: яблуня, строки обрізування, механізоване обрізування, плодова стіна, сорт, якість, урожайність.

Leus V.V., Shubenko L.A., Mulienok Ya.O. Mechanised pruning of intensive apple trees in the conditions of the left bank forest steppe of Ukraine

In intensive plantings of apple trees on clonal rootstocks, in order to obtain high and stable crops, it is necessary to manage the processes of growth and fruiting of fruit plants all the time. This is achieved by a complex of agricultural practices where mechanized pruning of fruit-bearing trees takes the main place.

The research was conducted during 2020-2021 at Kharkiv Fruit Company LLC which is located in the village of Korobochkino, Chuguyiv District, Kharkiv Region. Pruning was carried out at three stages: at the beginning of the growing season (March), during the pink bouquet phase (April), and after harvesting (October). For pruning, a contour cutter of the segment type was used, forming a fruit wall at a distance of 40 cm from the central conductor in its lower part and 30 cm in its upper part.

It has been established that pruning in the traditional period (at the beginning of the growing season) increases annual growth, thereby influencing crown thickening. Shoots of trees cut in the rosebud phase had the shortest length of 41.7 and 30.1 cm for the Reinette Simyrenko and Golden Delicious varieties, respectively. Post-harvest pruning also had a positive effect on the length of one-year shoots reducing it.

The positive influence of mechanized pruning periods on the number of clusters on apple trees has been proven. Thus, the maximum value obtained on trees pruned in the rosebud phase was 129.8 pcs/tree for the Reinette Simyrenko variety, which is 27.9 more compared to the control, and 134.2 pcs/tree for the Golden Delicious variety, which is 31.6 pcs/tree more than control.

The use of pruning trees in the pink rosebud phase increases the crop of the Renet Simyrenko variety by 7.4 t/ha compared to the control, and of the Golden Delicious variety by 7.3 t/ha.

Thus, in the soil and climatic conditions of the left-bank forest-steppe of Ukraine, it is advisable to use the Fama contour pruner for pruning intensive apple plantations in the rosebud phase which provides the maximum crop per unit area, as well as the highest level of profit and profitability.

Key words: apple tree, pruning time, mechanized pruning, fruit wall, variety, quality, productivity.

УДК 378.011.3-051:377
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.12

ІННОВАЦІЇ В ГАЛУЗІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА: ЗМІСТ ТА КЛАСИФІКАЦІЙНІ ОЗНАКИ

МАРИНЧЕНКО Є.О. – доктор філософії
orcid.org/0000-0001-9738-2778
Глухівський національний педагогічний університету імені Олександра Довженка

Постановка проблеми. Розвиток інноваційних процесів у галузях сільськогосподарського виробництва в Україні стикається з певними проблемами, які полягають у недостатньому рівні фінансування науково-технічних робіт і пов'язаними із цим похідними загрозами (втрата наукових кадрів та інтелектуальної власності, нераціональна структура науково-технічного потенціалу, зменшення інноваційної активності тощо); недостатнім рівнем інформаційного забезпечення інноваційної сфери; невдалою податковою політикою держави в інноваційній сфері; слабким розвитком інфраструктури трансферу технологій [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основні теоретичні та методологічні положення, пов'язані з розкриттям сутності й змісту інновацій, інноваційних процесів та інноваційної діяльності, особливостями і закономірностями їх прояву в сільськогосподарському виробництві, досліджено в працях науковців: В. Андрійчука, Н. Василенка, О. Гапченка, О. Дація, В. Денисюка, М. Кропивка, М. Маліка, Л. Малишевої, А. Михайлова, О. Нужної, Т. Орової, П. Саблука [5] та ін.

Мета статті. Метою статті є теоретичне обґрунтування та дослідження інновації в галузі сільськогосподарського виробництва.

Результати досліджень. В Україні створено належну правову базу для переходу до інноваційного типу розвитку продуктивних сил. Інноваційні процеси регулюються Концепцією розвитку національної інноваційної системи, законами України «Про інноваційну діяльність» та «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні»; вибудовуються відповідно до Стратегії розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року з урахуванням ключових положень, закладених у проєкті Стратегії інноваційного розвитку України на 2009–2018 роки та на період до 2039 року [6].

У Законі України «Про інноваційну діяльність» (ВРУ від 04.07.02 № 40/IV) [3] визначено правові, економічні та організаційні засади державного регулювання інноваційної діяльності в Україні, встановлено форми стимулювання державою інноваційних процесів. Згідно із цим законом інновації – це новостворені (застосовані) і (або) вдосконалені конкурентоздатні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і (або) соціальної сфери.

Класичне визначення інновації у виробництві запропоновано Й. Шумпетером: це нова, така, що не існувала раніше, науково-організаційна комбінація факторів виробництва, створення якої мотивовано підприємницькою діяльністю, зокрема, прагненням підприємств до отримання прибутку [5].

Дещо пізніше Б. Санто запропонував інше трактування. На його думку, інновація становить суспільно-економічний процес, який із використанням ідей і технічних винаходів дозволяє створювати кращі вироби і формувати нові технології [2].

Ураховуючи предмет нашого дослідження, доцільно розглянути поняття «інновація» за чітко окресленими підходами (табл. 1).

Беручи до уваги наукові доробки вчених, [4] з урахуванням спрямованості нашого дослідження вважаємо, що «*інновацію в сільськогосподарському виробництві*» доцільно розуміти *як нововведення чи вдосконалення його (сільськогосподарського виробництва) складників, яке показує їх якісні характеристики.*

Розгляд проблематики готовності майбутнього педагога професійного навчання до інноваційної діяльності в сільськогосподарському виробництві потребує аналізу змісту та особливостей інновацій у цій галузі господарства.

Специфічність застосування базових положень теорії інновацій до сільськогосподарського виробництва обумовлена особливостями самої галузі – «вплетінням» її технологічних процесів у процеси, які відбуваються в природному середовищі, участю у виробництві живих організмів, що можуть також виступати об'єктами інновацій.

О. Янковська [6] виділяє п'ять особливостей інноваційної діяльності в сільськогосподарському виробництві:

– тривалість процесу розроблення інновації;
– нововведення мають покращувальний характер;
– дослідження живих організмів;
– важлива роль науково-дослідних установ;
– залежність від природно-кліматичної зони.

Інноваційна діяльність у сільськогосподарському виробництві є важливою складовою системи заходів щодо прискорення його розвитку, підвищення конкурентоспроможності та ефективності. У наукових дослідженнях це поняття застосовують для означення функціонування організаційних структур на кожному етапі інноваційного процесу: від створення новацій (розробляти проєкти корисних моделей сільськогосподарської техніки, обирати ефективну технологію навчання роботи на тракторах, автомобілях, сільськогосподарських машинах, машинах для переробки сільськогосподарських культур нового покоління в сільськогосподарському виробництві, розробляти засоби навчання для засвоєння, призначення, технічних характеристик та загальної будови, прин-

Таблиця 1

Визначення інновацій за підходами

№ з/п	Автор	Підхід	Визначення згідно з підходом
1.	Ю. Бажал	функціональний	Інновація – це зміна в процесах (старі товари виготовляються новими способами). Інновація як економічна категорія – нова функція виробництва; це зміна технології виробництва; стрибок від старої виробничої функції до нової.
2.	П. Друкер	етимологічний	Інновація – це мистецтво надання ресурсам нових можливостей для створення цінностей.
3.	Українська економічна енциклопедія	конкурентний	Інновація – це новий підхід до конструювання виробництва, збуту товарів, завдяки якому інноватор та його компанія здобувають перевагу над конкурентами.
4.	Б. Твісс	комерційний	Інновація – нововведення є застосуванням, тобто процесом, у якому дослідження або ідея набувають економічного змісту; науково-технічні інновації – це матеріалізація нових ідей і знань, відкриттів, винаходів і науково-технічних розробок у процесі виробництва з метою їх комерційної реалізації для задоволення відповідних потреб споживачів на ринку.
5.	Г. Фраска	статичний	Інновація – це кінцевий результат інноваційної діяльності, що знайшов утілення у вигляді нового або вдосконаленого продукту, впровадженого на ринку, нового або вдосконаленого технологічного процесу, що використовується в практичній діяльності або в новому підході до соціальних послуг.

ципу дії тракторів, автомобілів, сільськогосподарських машин та агрегатів, уміння обирати технологію вирощування сільськогосподарських культур, обирати машинно-тракторний агрегат для вирощування сільськогосподарських культур тощо) до впровадження у виробництво (перетворення в інновації) [7].

Науковці підкреслюють, що процес упровадження інновацій у сільськогосподарське виробництво відбувається у взаємодії економічних і біологічних процесів, що обумовлює не тільки високу ризикованість інновацій та необхідність урахування природних факторів, але й вимагає особливого підходу до організації інноваційного процесу.

Інновації в сільськогосподарському виробництві є реалізацією в господарській практиці результатів наукових досліджень, які втілюються в нові сорти рослин, породи і види тварин, кроси птахів, нові або поліпшені продукти харчування та матеріали, нові технології, сучасну техніку та обладнання в тваринництві, рослинництві й переробній промисловості, нові методи профілактики та лікування у тваринництві, нові добрива і засоби захисту в рослинництві, нові форми організації й управління, нові підходи до надання соціальних послуг. Зазначене дозволяє підвищувати ефективність сільськогосподарського виробництва [4].

У найширшому значенні інновації в галузі сільськогосподарського виробництва визначають як інновації, які реалізуються в аграрній сфері та забезпечують відповідний економічний, екологічний, соціальний ефект [3].

Інновації в галузі сільськогосподарського виробництва зачіпають безпосередньо (або опосередковано у рамках технологічного циклу) процеси, в яких беруть участь працівники, машини (інструменти, устаткування і т. ін.) і компонент довкілля (тварини, рослини), існування яких у природному середовищі (без участі працівників) неможливе або можливе тільки з частковою чи повною втратою основних функціональних характеристик. Відмінною особливістю інновацій у галузі сільськогосподарського виробництва є обов'язкова наявність компонента, який, будучи частиною довкілля, без участі працівника існувати не може.

Більш детально вищезазначене можна відобразити в узагальненій табл. 2 класифікації інновацій у сільськогосподарському виробництві за різними ознаками.

У базовій галузі сільськогосподарського виробництва впровадження нововведення пов'язане переважно з такими новими технологіями, які змінюють властивості, але не завжди сприяють появі нового виду продукту. Поява таких продуктів у сільськогосподарському виробництві відбувається доволі рідко, оскільки асортимент виробленої сільськогосподарської продукції, як правило, вже склався під впливом природно-кліматичних умов, споживчих переваг та інших факторів. Тому досить часто в галузі сільськогосподарського виробництва термін «інновація» використовують для позначення процесів, пов'язаних із упровадженням нової техніки, технологічним удосконаленням виробничих процесів, селекційною і племінною роботою, з досягненням нових властивостей і комбінацій властивостей продуктів, які реалізуються на ринку.

Комплексний характер інновацій сільськогосподарського виробництва, їх складна природа, різноманітність галузі та способів використання обумовлює виділення чітких критеріїв класифікацій інновацій у сільськогосподарському виробництві, що дозволить більш конкретно, повно й об'єктивно оцінити інновації, визначити їх результативність і спрямованість інноваційного розвитку, Є різні таксономічні ознаки виділення класифікаційних груп інновацій сільськогосподарського виробництва, запропоновані в дослідженнях П. Саблука, О. Шпикуляка, Л. Курило, В. Федоренка [6].

З огляду на специфіку сфери виділимо найважливіші класифікаційні ознаки інновацій сільськогосподарського виробництва:

1. Ступінь радикальності (епохальні, базисні, поліпшувальні, псевдоінновації).

Таблиця 2

Класифікація інновацій у сільськогосподарському виробництві

Ознака класифікації	Вид інновації
Біологічна	Новий сорт або гібрид рослин, порода чи вид тварин і птиці, створення рослин і тварин, стійких до хвороб і шкідників, несприятливих факторів навколишнього середовища.
Технічна	Використання нового виду техніки, технології чи устаткування.
Технологічна	Нова технологія обробітку сільськогосподарських культур, нові технології у тваринництві, науково обґрунтовані системи землеробства і тваринництва, нова ресурсозбережувальна технологія виробництва і зберігання, с.-г. продукції.
Хімічна	Новий вид добрив, нові засоби захисту рослин.
Економічна	Нова форма організації, планування і управління, нова форма і механізми інноваційного розвитку підприємства.
Соціальна	З забезпечення сприятливих умов життя та відпочинку.
Інновації в менеджменті	Нова форма організації й мотивації праці, новий метод ефективного управління персоналом.
Маркетингова	Новий вихід на сегмент ринку, вдосконалення якості продукції та розширення асортименту, нові канали розповсюдження продукції.

За цією ознакою епохальними інноваціями в сільськогосподарському виробництві є освоєння землеробства і скотарства. Такі інновації відбуваються раз на декілька століть і детермінують перехід до нового технологічного способу виробництва. Базисними в галузі сільськогосподарського виробництва необхідно визнати нові способи виробництва чи раніше невідомі продукти, що сприяють розвитку нової галузі (генетично модифіковані організми, біотехнології, біопаливо). Поліпшувальні інновації сприяють удосконаленню чи поширенню базових інновацій, удосконалюють продукти і процеси (поліпшені сорти сільськогосподарських культур, нові системи обробітку ґрунту). Псевдоінновації обумовлюють зовнішні зміни продуктів і технологій та не змінюють їх споживчих якостей. До них можна віднести зміну способу рекламування, дизайну технічних засобів і т. ін.

2. Сфера застосування і предметний зміст. Ураховуючи специфічність галузі сільськогосподарського виробництва і те, що інновації в ній рідко спричиняють отримання нового продукту, а переважно змінюють спосіб його отримання, ми об'єднали такі критеріальні ознаки, як сфера застосування і предметний зміст, та пропонуємо виділити такі види інновацій сільськогосподарського виробництва:

– селекційно-генетичні інновації. Ці інновації представлені новими сортами і гібридами рослин, новими породами тварин і кросів птиці;

– виробничо-технологічні. Цей вид інновацій сільськогосподарського виробництва становлять нові технології вирощування сільськогосподарських культур, нові добрива, нові способи захисту рослин, нові технології зберігання в рослинництві, нові технології у тваринництві;

– організаційно-управлінські. Реалізуються в розвитку кооперації й формуванні інтегрованих структур у сільськогосподарському виробництві, нових формах технічного обслуговування і забезпечення ресурсами, формах організації й мотивації праці, нових формах організації й управління;

– соціальні інновації пов'язані з поліпшенням умов праці, вирішенням проблемних питань охорони здоров'я, освіти, культури працівників;

– екологічні інновації. Цей вид інновацій реалізується в покращенні якості навколишнього природного середовища та забезпеченні сприятливих екологічних умов для життєдіяльності населення.

3. Цільова спрямованість інновацій сільськогосподарського виробництва. Із позиції об'єктів інновацій, якими є елементи економічних систем, що беруть участь у виробничих процесах, де задіяні люди, машини й устаткування, а також елементи біосистеми (тварини, рослини), їх існування в природному середовищі (за відсутності працівника) неможливе без втрат основних характеристик [1]. Специфічною характеристикою інновацій у цій галузі є саме обов'язкова наявність компонента довкілля, який без участі працівника не може існувати. Якщо врахувати всі внутрішні й зовнішні взаємозв'язки та взаємодії в сільськогосподарському виробництві, то класифікація інновацій за цільовою спрямованістю може охоплювати певні групи:

– інновації, спрямовані на вдосконалення об'єктів, які взаємодіють у процесі виробництва продукції: інновації, спрямовані на вдосконалення об'єкта «людина» (наприклад, підвищення рівня знань про суть процесів і об'єктів (про генетичний код тварини)); інновації, спрямовані на вдосконалення середової компоненти («живого» об'єкта, що бере участь у взаємодії) (наприклад, виведення нової породи тварин або сорту рослин); інновації, спрямовані на вдосконалення системи механізмів, які використовуються в галузі сільськогосподарського виробництва (наприклад, підвищення надійності вузлів і агрегатів, підвищення економічності й ККД механізмів);

– інновації, спрямовані на вдосконалення взаємодій усередині системи: інновації, спрямовані на вдосконалення взаємодії людини і середового компонента (наприклад, уніфікація молочної залози корів методами селекції для забезпечення автоматизованого доїння); інновації, спрямовані на вдосконалення взаємодії між людиною і машиною (наприклад, створення більш досконалих інтерфейсів); інновації, спрямовані на вдосконалення взаємодії між механізмами і середовою компонентою (наприклад, розроблення тракторів зі зниженим тиском на ґрунт, що забезпечує оптимальні

аерорежими вологості для кореневої системи); інновації, спрямовані на вдосконалення взаємодії людини і продукту, оскільки зрештою споживачем усіх продуктів є людина (наприклад, інновації у сфері споживання продуктів і ставлення до них);

– інновації, спрямовані на вдосконалення взаємодії із зовнішнім середовищем функціонування агробізнесу: інновації, пов'язані з удосконаленням взаємодії між людиною і довкіллям (наприклад, прийняття державних програм підтримки агробізнесу, що забезпечують вибір і реалізацію найбільш екологічних проєктів); інновації, спрямовані на вдосконалення взаємодії між машиною і довкіллям (створення машин, які забезпечують повніше згорання палива і наносять екології менший збиток); інновації, спрямовані на вдосконалення взаємодії між середовою компонентою і довкіллям (запобігання змиву добрив у водойми і отруєння їх); інновації, спрямовані на вдосконалення взаємодії між продуктом і довкіллям (інновації, спрямовані на утилізацію відходів після споживання продукту (харчові відходи або упаковка)) [4].

Наукові організації створюють інновації в галузі сільськогосподарського виробництва, у тому числі шляхом адаптації, узагальнення та розвитку передового вітчизняного і зарубіжного досвіду, зацікавлені впроваджувати в практику розроблені технології. Керівні органи діють на загальнодержавному та територіальному рівнях і забезпечують (організаційно, фінансово) процеси поширення і втілення інновацій. Інформацію про передовий досвід та інноваційні технології в галузі сільськогосподарського виробництва товаровиробники зацікавлені отримувати на стадії розроблення. Від ефективної взаємодії учасників інноваційного процесу залежить результат і ефективність інноваційної діяльності в цілому. Організація впровадження і поширення інновацій сільськогосподарського виробництва пов'язана з певними проблемами через велику кількість учасників [5].

Вибір пріоритетів інноваційної діяльності в сільськогосподарському виробництві необхідно здійснювати з урахуванням індивідуального характеру, а також природно-кліматичних, економічних і соціальних чинників, особливостей інституціонального середовища, особливо неформальних інститутів, специфічних не лише на рівні окремих регіонів, але і сільських районів. У зв'язку із цим уважаємо, що пріоритети інноваційної діяльності повинні обґрунтовуватися або конкретизуватись на територіальному рівні.

Загальними пріоритетами інноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва нині є: продуктові новації, які сприяють задоволенню споживчого попиту в дешевих і якісних продуктах харчування власного виробництва; енергозбережувальні й ресурсозбережувальні технології виробництва; агроінновації, які дозволяють поліпшувати екологічний стан; новації, які підвищують надійність та ефективність сільськогосподарської техніки; технології зберігання й переробки сільськогосподарської сировини й готової продукції.

На основі вищесказаного під *інноваційною діяльністю в сільськогосподарському виробництві* розуміємо *комплексний процес створення нових або більш продуктивних високоврожайних сортів, поголів'я худоби, елітного насіння, високопродуктивних сільськогосподарських машин, агрегатів тощо, упровадження прогресивних техніко-технологічних, організаційно-економічних й управлінських рішень, комерціалізації сучасних споживчих норм*.

Висновки. Отже, відмінною рисою інновацій у галузі сільськогосподарського виробництва є група нововведень, пов'язана з наявністю в агровиробничій системі біологічних елементів, до яких варто відносити не лише сільськогосподарські культури і тварин, але й сільськогосподарські угіддя. Земля, як найголовніший засіб виробництва в цій сфері, є особливим об'єктом інновацій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Inna Marynchenko, Oksana Braslavska, Oleh Levin, Yuliia Bielikova, Tetyana Chumak. Modern tools for increasing the efficiency of distance education in the conditions of digitalization. AD ALTA-Journal of Interdisciplinary Research. 2023. Vol. 13. Issue 1, Special Issue XXXII. Pp. 87–92. URL: http://www.magnanimitas.cz/13-01-xxxii
2. Yevhenii Marynchenko, Tetiana Serha, Tetyana Chumak, Anna Makogin, Vasyl Salabai. (2023). Psychological aspects of the landscape of modern organizational and pedagogical conditions of training of specialists through the integration of education, science and production in Ukraine. AD ALTA-Journal of Interdisciplinary Research. 2023. Vol.13. Issue 1, Special Issue XXXIV. Pp. 207–216. URL: https://www.magnanimitas.cz/13-01-xxxiv
3. Маринченко Є. О., Росновський М. Г. Роль педагога професійного навчання у впровадженні сучасних інноваційних технологій у галузі сільськогосподарського виробництва. *Педагогічний часопис Волині.* 2019. № 3. С. 57–64.
4. Маринченко Є. О., Ситніков О. М., Кучер О. А. Оновлення змісту ОК підготовки майбутніх педагогів професійного навчання сільськогосподарського профілю з урахуванням інноваційних процесів у сільськогосподарському виробництві. *Перспективи та інновації науки (Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»):* журнал. 2022. № 12(17) 2022. С. 499 (Index Copernicus International).
5. Маринченко Є. О., Тименко О. О. Особливості професійної підготовки майбутнього педагога професійного навчання в сучасних умовах. *«Наука і техніка сьогодні» (Серія «Педагогіка», Серія «Право», Серія «Економіка», Серія «Фізико-математичні науки», Серія «Техніка»)»: журнал.* 2022. № 11(11) 2022. С. 318 (Index Copernicus International).
6. Маринченко Є. О., Толмачов В. С. Залучення здобувачів вищої освіти до проєктно-дослідницької діяльності у ЗВО. *Науковий журнал «Інноваційна педагогіка».* ПУ «Причорноморський науково-дослідний інститут економіки та інновацій», 2022. № 52 2022. С. 208 (Index Copernicus International).
7. Маринченко Є.О. Федорченко М. С. Формування готовності майбутнього педагога професійного навчання до інноваційної діяльності у сільськогосподарському виробництві під час технологічної практики. *Науковий журнал «Інноваційна педагогіка».*

ПУ «Причорноморський науково-дослідний інститут економіки та інновацій», 2023. № 56 2023. (Index Copernicus International).

REFERENCES:

1. Inna Marynchenko, Oksana Braslavska, Oleh Levin, Yuliia Bielikova & Tetyana Chumak. (2023). Suchasni instrumenty pidvyshchennia efektyvnosti dystantsiinoi osvity v umovakh tsyfrovizatsii. [Modern tools for increasing the efficiency of distance education in the conditions of digitalization]. AD ALTA-Zhurnal mizhdystsyplinarnykh doslidzhen. 2023. No. 13(1). Special Issue XXXII. 87–92. http://www.magnanimitas.cz/13-01-xxxii
2. Marynchenko Ye. O. & Fedorchenko M. S. (2023). Formuvannia hotovnosti maibutnoho vchytelia profesiinoi pidhotovky do innovatsiinoi diialnosti v silskohospodarskomu vyrobnytstvi pid chas tekhnolohichnoi praktyky. [Formation of readiness of the future teacher of professional training for innovative activities in agricultural production during technological practice]. Naukovyi zhurnal «Innovatsiina pedahohika». 2023. No. 56. 61–64. http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2023/56/part_2/13.pdf [in Ukrainian].
3. Marynchenko Ye. O. & Rosnovskyi M. H. (2019). Rol vykladacha profesiinoho navchannia u vprovadzhenni suchasnykh innovatsiinykh tekhnolohii u sferi silskohospodarskoho vyrobnytstva. [The role of the teacher of professional training in the implementation of modern innovative technologies in the field of agricultural production]. Pedahohichnyi chasopys Volyni. 2019. No. 3. 57–64. [in Ukrainian].
4. Marynchenko Ye. O. & Tolmachov V. S. (2022). Zaluchennia zdobuvachiv vyshchoi osvity do proektno-doslidnytskoi diialnosti u VNZ. [Involvement of students of higher education in project-research activities in higher education institutions]. Naukovyi zhurnal «Innovatsiina pedahohika». PU «Chornomorskyi naukovo-doslidnyi instytut ekonomiky ta innovatsii». 2022. No. 52. 165–172. http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2022/52/part_1/52-1_2022.pdf [in Ukrainian].
5. Marynchenko Ye. O. & Tymenko O. O. (2022). Osoblyvosti profesiinoi pidhotovky maibutnoho vchytelia PTNZ v suchasnykh umovakh. [Peculiarities of professional training of the future teacher of vocational training in modern conditions. Science and technology today]. Nauka i tekhnika sohodni. 2022. No. 11(11). 170–182. http://perspectives.pp.ua/index.php/nts/article/view/2668/2675 [in Ukrainian].
6. Marynchenko Ye. O., Sytnikov O. M. & Kucher O. A. (2022). Onovlennia zmistu OK dlia pidhotovky maibutnikh uchyteliv profesiinoho navchannia ahrarnoho profiliu z urakhuvanniam innovatsiinykh protsesiv u silskohospodarskomu vyrobnytstvi. [Updating the content of the OK for the training of future teachers of professional training in the agricultural profile, taking into account innovative processes in agricultural production]. Perspektyvy ta innovatsii nauky. No. 12(17). 182–190. http://perspectives.pp.ua/index.php/pis/article/view/2902/2915 [in Ukrainian].
7. Yevhenii Marynchenko, Tetiana Serha, Tetyana Chumak, Anna Makogin & Vasyl Salabai. (2023). Psykholohichni aspekty landshaftu suchasnykh orhanizatsiino-pedahohichnykh umov pidhotovky fakhivtsiv shliakhom intehratsii osvity, nauky i vyrobnytstva v Ukraini. [Psychological aspects of the landscape of modern organizational and pedagogical conditions of training of specialists through the integration of education, science and production in Ukraine]. AD ALTA-Zhurnal mizhdystsyplinarnykh doslidzhen. 2023. No. 13(1). Special Issue XXXIV. 207–216. https://www.magnanimitas.cz/13-01-xxxiv

Маринченко Є.О. Інновації в галузі сільськогосподарського виробництва: зміст та класифікаційні ознаки

Стаття присвячена дослідженню особливостей процесу впровадження інновацій у виробничу діяльність аграрних підприємств.

Окреслено належну правову базу для переходу до інноваційного типу розвитку продуктивних сил галузей сільськогосподарського виробництва.

Проведено аналіз науковців з питань інноваційних процесів та інноваційної діяльності, особливостями і закономірностями їх прояву в сільськогосподарському виробництві. Визначено інновації сільськогосподарського виробництва за підходами вчених, які подані в таблицях.

На основі аналізу науковців подано визначення «Інновацію в сільськогосподарському виробництві» доцільно розуміти як нововведення чи вдосконалення його (сільськогосподарського виробництва) складників, яке показує їх якісні характеристики.

Обґрунтовано специфічність застосування базових положень теорії інновацій до сільськогосподарського виробництва, яка обумовлена особливостями самої галузі – «вплетінням» її технологічних процесів у процеси, які відбуваються в природному середовищі, участю у виробництві живих організмів, що можуть також виступати об'єктами інновацій.

А також подано визначення інноваційної діяльності в сільськогосподарському виробництві під якою розуміємо комплексний процес створення нових або більш продуктивних високоврожайних сортів, поголів'я худоби, елітного насіння, високопродуктивних сільськогосподарських машин, агрегатів тощо, упровадження прогресивних техніко-технологічних, організаційно-економічних й управлінських рішень, комерціалізації сучасних споживчих норм.

Підведено підсумки відмінною рисою інновацій у галузі сільськогосподарського виробництва є група нововведень, пов'язана з наявністю в агровиробничій системі біологічних елементів, до яких варто відносити не лише сільськогосподарські культури і тварин, але й сільськогосподарські угіддя. Земля, як найголовніший засіб виробництва в цій сфері, є особливим об'єктом інновацій.

Ключові слова: інновація, інноваційні процеси, інноваційна діяльність, інновації в галузі сільськогосподарського виробництва.

Marynchenko Ye.O. Innovations in the field of agricultural production: content and classification features

The article is devoted to the study of the peculiarities of the process of introducing innovations into the production activity of agrarian enterprises.

The appropriate legal basis for the transition to an innovative type of development of productive forces in agricultural production is outlined.

The analysis of scientists on the issues of innovative processes and innovative activity, features and regularities of their manifestation in agricultural production was carried out. Innovations in agricultural production were identified according to the approaches of scientists, which are presented in the tables.

Based on the analysis of scientists, the definition «Innovation in agricultural production» is given, it is appropriate to understand it as an innovation or improvement of its (agricultural production) components, which shows their qualitative characteristics.

The specificity of the application of the basic provisions of the theory of innovation to agricultural production is substantiated, which is due to the peculiarities of the industry itself – the «weaving» of its technological processes into the processes that take place in the natural environment, participation in the production of living organisms, which can also act as objects of innovation.

And also the definition of innovative activity in agricultural production is given, by which we understand the complex process of creating new or more productive high-yield varieties, livestock, elite seeds, high-performance agricultural machines, aggregates, etc., the introduction of progressive technical-technological, organizational-economic and management solutions, commercialization of modern consumer norms.

In summary, a distinctive feature of innovations in the field of agricultural production is a group of innovations associated with the presence of biological elements in the agricultural production system, which should include not only agricultural crops and animals, but also agricultural land. Land, as the most important means of production in this area, is a special object of innovation.

Key words: innovation, innovative processes, innovative activity, innovations in the field of agricultural production.

УДК 632.4
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.13

БІЛА ГНИЛЬ *SCLEROTINIA SCLEROTIORUM* – ЗАГРОЗА ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ НЕДОТРИМАННЯ СІВОЗМІНИ

МОСТОВ'ЯК І.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
orcid.org/0000-0003-4585-3480
Уманський національний університет садівництва
КРИКУНОВ І.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
orcid.org/0000-0002-8795-2535
Уманський національний університет садівництва
КРАСЮК Л.М. – кандидат сільськогосподарських наук, вчений секретар
orcid.org/0000-0001-9871-8253
Навчально-науковий центр «Інститут землеробства
Національної академії аграрних наук України»
СЕНИК І.І. – доктор сільськогосподарських наук, с.н.с.,
orcid.org/0000-0003-3249-2065
Західноукраїнський національний університет
СИДОРУК Г.П. – кандидат сільськогосподарських наук, вчений секретар
orcid.org/0000-0002-7584-8095
Тернопільська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Характерною особливістю сучасного аграрного виробництва в Україні є його орієнтованість на вирощування високомаржинальних, експортоорієнтованих сільськогосподарських культур, зокрема соняшнику, ріпаку та сої [2–4, 6, 9].

Проте, зазвичай, все це супроводжуються надмірним насиченням ними сівозмін, що спричиняє погіршення фітосанітарного стану посівів через поширення шкідників, хвороб та бур'янів. Одним із таких шкодочинних об'єктів є біла гниль (склеротиніоз) *Sclerotinia sclerotiorum.*

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями вчених-фітопатологів встановлено, що гриб *S. Sclerotiorum* може заражати понад 400 видів рослин в усьому світі та становить особливу загрозу для соняшнику, сої, ріпаку [11].

Тільки у США щорічні втрати урожаю у грошовому еквіваленті від склеротиніозу перевищують 200 млн дол. [18].

Щодо безпосередніх втрат урожаю, то за даними досліджень вони можуть становити 20–35%, а в деяких випадках вони склали 50–80% [10].

Фітопатологи [16] розрізняють три типи зараження хворобою – склеротиніозна коренева, склеротиніозна стеблова та склеротиніозна кошикова гниль, хоча збудник один і той самий [5]. Підземний тип спричиняє в'янення та повну загибель всієї рослини соняшнику перед або під час цвітіння внаслідок загнивання коренів або стебла поблизу лінії ґрунту [17].

Біла гниль (склеротиніоз) легко ідентифікується, оскільки її типовими симптомами є білий ватний міцелій *S. Sclerotiorum* на уражених тканинах рослин. Ватоподібні гіфи збираються в скупчення міцелію розміром з горошину, які поступово трансформуються у тверді чорні склероції, які розташовуються здебільшого, на поверхні інфікованої тканини та всередині м'яких тканин господаря або порожнин [15].

Стеблова форма склеротиніозу може інфікувати соняшник у будь-який час вегетації, що спричинить гниль стебла. Кошикова форма хвороби пошкоджує генеративні органи рослин, спричиняючи гниття внутрішньої її частини, розпад і подрібнення, залишаючи великі склероції [15].

У ріпаку симптоми зараження включають появу вибілених, сіруватих плям на головному стеблі, гілках або стручках; наявність твердих, меланізованих, чорних склероцій в корі інфікованих стебел; передчасне цвітіння та в'янення тканин рослин у кінцевих частинах заражених стебел [12].

Життєвий цикл S. *sclerotiorum* в основному закінчується утворенням склероціїв, які є основною структурою, яка виживає під час перезимівлі. З настанням сприятливих умов склероцій проростає, що є початком нового циклу захворювання [13]. Міцелій із ґрунтових склероцій, при міцеліогеному проростанні, може безпосередньо спричиняти інфікування коренів рослин, спричиняючи кореневу форму хвороби. Якщо ж відбувається карпогенне проростання склероціїв, то на поверхні ґрунту утворюються апотеції, в яких формуються аскоспори, що є джерелом надземного інфікування рослин [19].

Фітопатологами встановлено, що склероції можуть зберігатися в ґрунті 3–5, а іноді і до 10 років [17]. Це становить серйозну загрозу для вирощування соняшнику, сої та ріпаку. Тому правильне розміщення культур в сівозміні є одним із головних шляхів боротьби із склеротиніозом [14].

Метою досліджень є вивчення передумов поширення білої гнилі (склеротиніозу) *Sclerotinia Sclerotiorum* в Україні

Матеріали та методика дослідження. Дослідження проводилися шляхом опрацювання статистичних та літературних джерел з питань вирощування олійних культур та особливостей розвитку склеротиніозу.

Результати досліджень. Використовуючи матеріали Державної служби статистики України про розміри посівних площ соняшнику, ріпаку та сої, нами було визначено їхню частку у структурі посівних площ сільськогосподарських культур і проведено порівняння із нормативними значеннями (табл. 1).

Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України № 164 від 11 лютого 2010 року «Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах в різних природно-сільськогосподарських регіонах» рекомендовано: *соняшник* Полісся – 0,5%, Лісостеп – 5–9%, Степ 10–15%; *ріпак* Полісся 0,5–4,0%, Лісостеп – 3–5%, Степ 5–10% [7]. Нашими дослідженнями встановлено, що лише у 1990 та 2000 роках відмічалося науково обґрунтоване насичення сівозмін культурами сприйнятливими до склеротиніозу – 7,3 та 13,0% у загальнодержавному масштабі. Хоча уже і у той час в деяких областях частка соняшнику становила понад 25%.

Поступово ситуація із дотриманням сівозмін і як наслідок створенням передумов для розвитку склеротиніозу набула катастрофічного характеру. Так, зокрема у 2022 році сумарна частка соняшнику, ріпаку та сої у структурі посівних площ в загальнодержавному масштабі становила 33,8%.

В деяких областях, зокрема Кіровоградській та Сумській області зазначений показник перевищує 40%.

Аналізуючи структуру посівних площ олійних культур слід зазначити, що найбільш критична ситуація спостерігається з насиченням сівозміни соняшником, як найбільш чутливої культури до склеротиніозу. В усіх областях України відмічено перевищення рекомендованих норм цієї культури у структурі посівів. Так, при оптимальних показниках для зони Полісся 0,5%, фактична його частка становить 6,9–16,0%, для зони Лісостепу та Степу при нормативному значенні не більше 9 та 15% фактичні показники знаходяться на рівні відповідно 5,8–29,2 та 27,8–37,8%. Лише у Закарпатській, Чернівецькій та Львівській областях, частка соняшнику у структурі посівних площ знаходиться на науково обґрунтованому рівні.

Щодо розмірів посівних площ ріпаку, то його частка у структурі посівів в основному знаходиться в межах рекомендованих показників відповідно на Поліссі – 0,5–4,0%, Лісостепу – 3–5%, Степу – 5–10% [7].

Що стосується сої, яка одночасно є і олійною і технічною культурою, то її науково обґрунтоване співвідношення у загальних посівах сільськогосподарських культур може становити 10–15%. Відповідно до проведеного

Таблиця 1

Частка культур, сприйнятиливих до склеротиніозу у структурі посівних площ, %

Області	1990				2000				2022			
	Соняш-ник	Ріпак	Соя	Разом	Соняш-ник	Ріпак	Соя	Разом	Соняш-ник	Ріпак	Соя	Разом
Вся Україна*	**6,5**	**0,4**	**0,4**	**7,3**	**12,0**	**0,7**	**0,3**	**13,0**	**22,4**	**4,9**	**6,5**	**33,8**
Вінницька	2,4	0,5	0,1	3,0	3,9	2,1	0,4	6,4	20,1	5,5	6,4	32,0
Волинська	0,0	2,0	0,0	2,0	0,0	1,1	0,0	1,1	6,9	7,7	7,2	21,8
Дніпропетровська	11,0	0,0	0,4	11,4	20,0	0,1	0,2	20,3	30,9	7,0	0,2	38,1
Донецька	12,2	0,0	0,2	12,4	25,5	0,0	0,1	25,6	27,9	3,6	0,0	31,5
Житомирська	0,0	0,4	0,0	0,4	0,1	0,8	0,0	0,9	16,0	4,0	16,1	36,1
Закарпатська	1,0	1,3	0,8	3,1	1,1	1,0	0,0	2,1	2,6	0,0	9,9	12,5
Запорізька	11,8	0,0	0,4	12,2	22,0	0,3	0,1	22,4	27,8	5,2	0,0	33,0
Івано-Франківська	0,0	1,3	0,0	1,3	0,2	2,0	0,0	2,2	10,5	4,8	12,5	27,8
Київська	0,4	0,5	0,1	1,0	2,2	0,6	0,2	3,0	17,6	4,3	9,2	31,1
Кіровоградська	9,8	0,0	0,1	9,9	16,3	0,3	0,2	16,8	35,2	4,0	4,4	43,6
Луганська	15,4	0,0	0,0	15,4	26,6	0,0	0,1	26,7	37,8	0,0	0,0	37,8
Львівська	0,0	2,3	0,0	2,3	0,0	3,2	0,0	3,2	5,8	6,3	14,0	26,1
Миколаївська	10,3	0,0	0,6	10,9	17,4	0,2	0,4	18,0	31,1	7,6	0,4	39,1
Одеська	10,6	0,0	0,5	11,1	17,2	0,4	0,2	17,8	22,8	7,8	0,4	31,0
Полтавська	6,0	0,0	0,7	6,7	11,7	0,4	0,7	12,8	25,6	1,4	7,9	34,9
Рівненська	0,0	1,9	0,0	1,9	0,0	1,7	0,0	1,7	8,8	4,0	10,3	23,1
Сумська	1,9	0,9	0,1	2,9	5,2	0,3	0,1	5,6	29,2	2,6	8,5	40,3
Тернопільська	0,0	1,3	0,0	1,3	0,2	2,2	0,0	2,4	12,3	9,0	11,2	32,5
Харківська	9,4	0,0	0,6	10,0	16,3	0,1	0,1	16,5	29,0	0,0	1,5	30,5
Херсонська	7,4	0,1	0,7	8,2	12,7	0,6	1,2	14,5	8,9	8,7	2,8	20,4
Хмельницька	0,0	1,0	0,0	1,0	0,4	1,1	0,0	1,5	16,4	7,0	14,6	38,0
Черкаська	3,4	0,1	0,3	3,8	7,3	0,4	0,5	8,2	20,3	4,1	8,6	33,0
Чернівецька	0,2	0,6	1,2	2,0	2,9	2,0	0,1	5,0	6,1	3,8	19,1	29,0
Чернігівська	0,1	0,9	0,0	1,0	1,3	1,0	0,0	2,3	23,3	3,2	5,3	31,8

**Примітка: без врахування тимчасово окупованих територій.*

Джерело: Державна служба статистики України [8]

нами аналізу її частка у структурі посівних площ знаходиться в межах норми 0,2–19,8%.

Проте в поєднанні із соняшником та ріпаком, все це становить серйозну загрозу для вирощування олійних культур через небезпеку поширення склеротиніозу [1].

Висновки. Таким чином, на основі проведеного аналізу літературних та статистичних джерел встановлено, що через нехтування знаннями про біологічні особливості білої гнилі (склеротиніозу) та недотримання науково обґрунтованого чергування сільськогосподарських культур у сівозміні створюються передумови для поширення даної хвороби в Україні. Це в свою чергу становить загрозу щодо успішного вирощування соняшнику, сої та ріпаку через масовий розвиток *Sclerotinia Sclerotiorum* в зазначених агрофітоценозах. Тому, важливим елементом вирощування олійних культур є здійснення постійного фітомоніторингу та контролю розповсюдження склеротиніозу у посівах соняшнику, сої та ріпаку із подальшим вжиттям дієвих заходів щодо уникнення поширення шкодочинного фактору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Галузева програма «Виробництво та ефективне використання сої та продуктів її переробки в Україні на 2015–2020 роки». URL: http://agrostore.biz.ua/galuzeva programa virobnictvo ta efektivne vikoristannya so%D1%97taproduktiv%D1%97%D1%97-pererobki-v-ukra%D1%97ni-na-2015-2020-roki (Дата звернення: 03.01.2024).
2. Занько Т. Ринок олійних: виробництво зростає, ціна падає. *Агробізнес сьогодні.* 2014. URL: http://www.agro-business.com.ua/. (Дата звернення: 03.01.2024).
3. Зовнішня торгівля. Державна служба статистики України. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/zd/e_iovt/arh_iovt2022.htm. (Дата звернення: 10.01.2024)
4. Кузнєцов О. М. Сучасний стан та перспективи розвитку галузі олійних культур в Україні з урахуванням світового досвіду. Економіка АПК. 2002. № 7. С. 24–25.
5. Марков І. Л., Башта О. В., Гентош Д. Т., Глим'язний В. А., Дерменко О. П., Черненко Є. П. Фітопатологія : підручник. Київ. 2017. 548 с.
6. Побережна А. А. Формування світового і вітчизняного ринків олійних культур. *Економіка АПК.* 1999. № 8. С. 91–96.
7. Постанова Кабінету Міністрів України № 164 від 11 лютого 2010 року «Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах в різних природно-сільськогосподарських регіонах». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/164-2010-%D0%BF#Text. (Дата звернення: 03.01.2024).
8. Рослинництво України. Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/05/zb_rosl_2021.pdf. (Дата звернення: 03.01.2024).
9. Чехова І. В., Чехов С. А. Основні тенденції розвитку ринку олійних культур в Україні. Продуктивність агропромислового виробництва. економічні науки. 2014. № 25. С. 71-78. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pav_2014_25_14. (Дата звернення: 03.01.2024).
10. Alkooranee J.T., Aledan T.R., Ali A.K., Lu G., Zhang X., Wu J., Fu C., Li M. Detecting the hormonal pathways in oilseed rape behind induced systemic resistance by *Trichoderma harzianum* TH12 to *Sclerotinia sclerotiorum*. *PLoS ONE.* 2017, 12. URL: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0168850 (Дата звернення: 03.01.2024).
11. Boland G.J., Hall R. Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Can. J. Plant Pathol*. 1994. 16. PP. 93–108.
12. Derbyshire M. C., Denton-Giles M. The control of sclerotinia stem rot on oilseed rape (*Brassica napus*): Current practices and future opportunities. *Plant Pathol.* 2016. 65. PP. 859–877.
13. Ekins M.G., Aitken E.A.B., Goulter K.C. Carpogenic germination of *Sclerotinia minor* and potential distribution in Australia. *Australas. Plant Pathol.* 2002. 31. PP. 259–265.
14. Harveson, R. M. Sclerotinia diseases of sunflower in Nebraska. NebGuide G2107, University of Nebraska Cooperative Extension, Lincoln, NE, USA. 2011. URL: http://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/g2107.pdf(Дата звернення: 03.01.2024).
15. Heffer Link, V., Johnson, K.B. White Mold. *Plant Health Instructor.* 2007. URL: https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalasco/pdlessons/Pages/WhiteMold.aspx. (Дата звернення: 03.01.2024).
16. Markell S., Harveson R., Block C., Gulya T. Sunflower Disease Diagnostic Series. North Dakota State University Cooperative Extension Service, Fargo, ND, USA. 2015. Publication. PP. 1727.
17. Mathew F., Harveson R., Block C., Gulya T., Ryley M., Thompson S., Markell S. *Sclerotinia sclerotiorum* diseases of sunflower (white mold). *Plant Health Instructor.* 2020. URL: https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalasco/pdlessons/Pages/PHI-P-2023-08-0007.aspx. (Дата звернення: 03.01.2024).
18. Melvin D. Bolton, Bart P. H. J. Thomma, Berlin D. Nelson *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. Molecular Plant Pathology. 2006. 7(1). 1–16. URL: https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.13643703.2005.00316.x (Дата звернення: 03.01.2024).
19. Smolinska U., Kowalska B. Biological control of the soil-borne fungal pathogen *Sclerotinia sclerotiorum* – A review. *J. Plant Pathol.* 2018. 100. PP. 1–12.

REFERENCES:

1. Haluzeva prohrama "Vyrobnytstvo ta efektyvne vykorystannia soi ta produktiv yii pererobky v Ukraini na 2015–2020 roky" [Industry program "Production and effective use of soybeans and products and processing in Ukraine for 2015-2020"]. URL: http://agrostore.biz.ua/galuzeva programa virobnictvo ta efektivne vikoristannya so%D1%97taproduktiv%D1%97%D1%97-pererobki-v-ukra%D1%97ni-na-2015-2020-roki [in Ukrainian].
2. Zanko, T. (2014). Rynok oliinykh: vyrobnytstvo zrostaie, tsina padaie [Oil market: production increases, price falls]. *Ahrobiznes sohodni. Agribusiness Today.* URL: http://www.agro-business.com.ua/ [in Ukrainian].
3. State Statistics Service of Ukraine (2022). Zovnishnia torhivlia [Foreign trade]. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/zd/e_iovt/arh_iovt2022.htm [in Ukrainian].
4. Kuznietsov, O.M. (2002). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku haluzi oliinykh kultur v Ukraini z urakhu-

vanniam svitovoho dosvidu. [The current state and prospects for the development of the oilseed industry in Ukraine, taking into account world experience]. *Ekonomika APK. Economy of agro-industrial complex.* 7. 24-25. [in Ukrainian].
5. Markov, I.L., Bashta, O.V., Hentosh, D.T., Hlymiaznyi, V.A., Dermenko, O.P. & Chernenko, Ye.P. (2017). Fitopatolohiia: pidruchnyk [Phytopathology: textbook]. Kyiv. 548. [in Ukrainian].
6. Poberezhna, A.A. (1999). Formuvannia svitovoho i vitchyznianoho rynkiv oliinykh kultur. [Formation of global and domestic oilseed markets.]. *Ekonomika APK. Economy of agro-industrial complex.* 8. 91-96. [in Ukrainian].
7. Cabinet of Ministers of Ukraine (2010). Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy № 164 vid 11 liutoho 2010 roku "Pro zatverdzhennia normatyviv optymalnoho spivvidnoshennia kultur u sivozminakh v riznykh pryrodno-silskohospodarskykh rehionakh" [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 164 dated February 11, 2010 "On approval of standards for the optimal ratio of crops in crop rotations in various natural and agricultural regions"]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/164-2010-%D0%BF#Text. [in Ukrainian].
8. State Statistics Service of Ukraine (2022). Roslynnytstvo Ukrainy. [Plant growing Ukrainians]. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/05/zb_rosl_2021.pdf [in Ukrainian].
9. Chekhova, I.V., & Chekhov, S.A. (2014). Osnovni tendentsii rozvytku rynku oliinykh kultur v Ukraini. [The main trends in the development of the market of oil crops in Ukraine]. *Produktyvnist ahropromyslovoho vyrobnytstva. ekonomichni nauky. Productivity of agro-industrial production. economic sciences.* 25. 71-78. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pav_2014_25_14 [in Ukrainian].
10. Alkooranee, J.T., Aledan, T.R., Ali, A.K., Lu, G., Zhang, X., Wu, J., Fu, C., & Li, M. (2017). Detecting the hormonal pathways in oilseed rape behind induced systemic resistance by *Trichoderma harzianum* TH12 to *Sclerotinia sclerotiorum*. *PLoS ONE.* 12. URL: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0168850
11. Boland, G.J., & Hall, R. (1994). Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Can. J. Plant Pathol*. 16. 93–108.
12. Derbyshire, M.C., & Denton-Giles, M. (2016). The control of sclerotinia stem rot on oilseed rape (*Brassica napus*): Current practices and future opportunities. *Plant Pathol.* 65. 859–877.
13. Ekins, M.G., Aitken, E.A.B., & Goulter, K.C. (2002). Carpogenic germination of *Sclerotinia minor* and potential distribution in Australia. *Australas. Plant Pathol.* 31. 259–265.
14. Harveson, R.M. (2011). Sclerotinia diseases of sunflower in Nebraska. NebGuide G2107, University of Nebraska Cooperative Extension, Lincoln, NE, USA. URL: http://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/g2107.pdf
15. Heffer, Link, V., & Johnson, K.B. (2007). White Mold. *Plant Health Instructor.* URL: https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalasco/pdlessons/Pages/WhiteMold.aspx.
16. Markell S., Harveson R., Block C., & Gulya, T. (2015). Sunflower Disease Diagnostic Series. North Dakota State University Cooperative Extension Service, Fargo, ND, USA. Publication. 1727.
17. Mathew, F., Harveson, R., Block, C., Gulya, T., Ryley, M., Thompson, S. & Markell, S. (2023). *Sclerotinia sclerotiorum* diseases of sunflower (white mold). *Plant Health Instructor*. URL: https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalasco/pdlessons/Pages/PHI-P-2023-08-0007.aspx.
18. Bolton, M.D., Thomma, B.P.H.J., & Nelson, B.D. (2006). *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. *Molecular Plant Pathology*. 7(1), 1-16. URL: https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.13643703.2005.00316.x.
19. Smolinska, U. & Kowalska, B. (2018). Biological control of the soil-borne fungal pathogen *Sclerotinia sclerotiorum* – A review. *J. Plant Pathol.* 100. 1–12.

Мостов'як І.І., Крикунов І.В., Красюк Л.М., Сеник І.І., Сидорук Г.П. Біла гниль *Sclerotinia sclerotiorum* – загроза для вирощування олійних культур в умовах недотримання сівозміни

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення шкодочинності та передумов для розвитку білої гнилі (склеротиніозу) *Sclerotinia Sclerotiorum*.

Мета – вивчення передумов поширення білої гнилі (склеротиніозу) *Sclerotinia Sclerotiorum* в Україні

Методи. Дослідження проводилися шляхом опрацювання статистичних та літературних джерел з питань вирощування олійних культур та особливостей розвитку склеротиніозу.

Результати. Встановлено, що біла гниль (слкротиніоз), це хвороба яка є шкодочинною для олійних культур (соняшник, ріпак, соя), які вирощуються в Україні. Щорічні втрати урожаю можуть становити 20–35%, а в деяких випадках вони становили 50–80%. Оскільки джерелом зараження рослин білою гниллю є ґрунт та рослинні рештки, то ключове місце у боротьбі з нею належить сівозміні. В останні роки в Україні, через перенасичення сівозміни сприйнятливими до склеротиніозу культурами (соняшник, соя, ріпак) створюються всі передумови для його масового розвитку. Так, зокрема у 2022 році сумарна частка соняшнику, ріпаку та сої у структурі посівних площ в загальнодержавному масштабі становила 33,8% В деяких областях, зокрема Кіровоградській та Сумській області зазначений показник перевищує 40%.

В усіх областях України відмічено перевищення рекомендованих показників насичення ним сівозміни. Так, при рекомендованих параметрах для зони Полісся 0,5%, фактична його частка становить 6,9–16,0%, для зони Лісостепу та Степу при нормативному значенні не більше 9 та 15% фактичні показники знаходяться на рівні відповідно 5,8–29,2 та 27,8–37,8%. Лише у Закарпатській, Чернівецькій та Львівській областях, частка соняшнику у структурі посівних площ знаходиться на науково обґрунтованому рівні.

Частка ріпаку та сої в структурі посівних знаходиться в межах рекомендованих показників для агрокліматичних зон України.

Проте в поєднанні із соняшником та ріпаком, спостерігається серйозна загроза для вирощування олійних культур через небезпеку поширення склеротиніозу.

Висновки. Таким чином, на основі проведеного аналізу літературних та статистичних джерел встанов-

лено, що через нехтування знаннями про біологічні особливості білої гнилі (склеротиніозу) та недотримання науково обґрунтованого чергування сільськогосподарських культур у сівозміні створюються передумови для поширення даної хвороби в Україні. Це в свою чергу становить загрозу щодо успішного вирощування соняшнику, сої та ріпаку через масовий розвиток *Sclerotinia Sclerotiorum* в зазначених агрофітоценозах. Тому, важливим елементом вирощування олійних культур є здійснення постійного фітомоніторингу та контролю розповсюдження склеротиніозу у посівах соняшнику, сої та ріпаку із подальшим вжиттям дієвих заходів щодо уникнення поширення шкодочинного фактору.

Ключові слова: хвороби соняшнику, хвороби ріпаку, хвороби сої, склеротиніоз, біла гниль, сівозміна.

Mostoviak I.I., Krykunov I.V., Krasiuk L.M., Senyk I.I., Sydoruk G.P. White rot *Sclerotinia Sclerotiorum* – a threat to the growing of oil crops in the conditions of failure to comply with crop rotation

The article presents the results of research on the study of harmfulness and prerequisites for the development of white rot (sclerotiniosis) Sclerotinia Sclerotiorum.

The goal is to study the prerequisites for the spread of white rot (sclerotiniosis) Sclerotinia Sclerotiorum in Ukraine

Research materials and methodology. The research was carried out by studying statistical and literary sources on the issues of growing oil crops and the features of the development of sclerotiniosis.

The results. The white rot (slcrotiniosis) is a disease that is harmful to oil crops (sunflower, rapeseed, soybean) grown in Ukraine has been established. Annual crop losses can amount to 20-35%, and in some cases they amounted to 50-80%. Since the source of infection of plants with white rot is the soil and plant remains, the key place in the fight against it belongs to crop rotation. In recent years in Ukraine, due to oversaturation of crop rotation with crops susceptible to sclerotiniosis (sunflower, soybean, rape), all prerequisites for its mass development are created. So, in particular in 2022, the total share of sunflower, rapeseed and soybeans in the structure of sown areas on a national scale was 33.8%. In some regions, in particular Kirovohrad and Sumy regions, the specified indicator exceeds 40%.

In all regions of Ukraine, an excess of the recommended indicators of crop rotation saturation with it was noted. Thus, with the recommended parameters for the Polissia zone of 0.5%, its actual share is 6.9-16.0%, for the Forest-Steppe and Steppe zones, with a normative value of no more than 9 and 15%, the actual indicators are at the level of 5.8- 29.2 and 27.8-37.8%. Only in Zakarpattia, Chernivtsi and Lviv regions, the share of sunflower in the structure of cultivated areas is at a scientifically justified level.

The share of rapeseed and soybean in the structure of crops is within the recommended indicators for the agro-climatic zones of Ukraine.

However, in combination with sunflower and rape, there is a serious threat to the cultivation of oil crops due to the danger of the spread of sclerotiniosis.

Conclusions. Thus, on the basis of the analysis of literary and statistical sources, it was established that due to the neglect of knowledge about the biological features of white rot (sclerotiniosis) and non-observance of scientifically based rotation of agricultural crops, prerequisites are created for the spread of this disease in Ukraine. This, in turn, poses a threat to the successful cultivation of sunflower, soybean and rape due to the massive development of Sclerotinia Sclerotiorum in these agrophytocenoses. Therefore, an important element of the cultivation of oil crops is the implementation of constant phytomonitoring and control of the spread of sclerotiniosis in sunflower, soybean and rapeseed crops, followed by the adoption of effective measures to avoid the spread of the harmful factor.

Key words: sunflower diseases, rapeseed diseases, soybean diseases, sclerotiniosis, white rot, crop rotation.

УДК 633.11:631.8
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.14

НОРМАЛІЗОВАНИЙ ДИФЕРЕНЦІЙНИЙ ВЕГЕТАЦІЙНИЙ ІНДЕКС КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ АЗОТНИХ ДОБРИВ ТА ІНГІБІТОРА НІТРИФІКАЦІЇ

МУНТЯН С.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-8933-9283
Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України
ШАТКОВСЬКИЙ А.П. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
член кореспондент Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-4366-0397
Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України
ФЕДОРЧУК М.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0001-7028-0915
Миколаївський Національний аграрний університет
САЙДАК Р.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-0213-0496
Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. При вирощуванні сільськогосподарських культур для прогнозування потенційної врожайності та менеджменті посівів використовують різні методи моніторингу які є найбільш технологічними, точними та заощаджують витрати енергії на одиницю площі [1; 2; 3]. Моніторинг великих площ посівів класичними методами ускладняється з огляду на розміщення культур в натурі, стадією та фазою розвитку різних культур та погодними умовами [4; 5; 6]. Візуальна діагностика посівів або відбір зразків, зазвичай потребують людських ресурсів, часових витрат, є витратними процедурами та за часту виявляються неточними і непідходящими щоб оцінити зміни в розвитку рослин [7; 8]. Дистанційне сканування може використовуватися як одне із основних технологій для моніторингу захворювання рослин, забур'янення та прогнозування потенційного врожаю. Для цієї мети в останні роки найбільшого поширення отримали вегетаційні індекси а саме нормалізований диференційний вегетаційний індекс (НДВІ) [9; 10; 11; 12]. Даний індекс фіксує спектри видимого та інфрачервоного випромінювання, що ґрунтується на відбивній здатності хвиль на різних частотах що поглинаються та відстежує покриття вегетативної активної біомаси та її щільність [13; 14]. До того ж спектр інфрачервоного випромінювання має високу поглинальну здатність саме хлорофілу, тому індекс НДВІ є оптимальним для прогнозування рівня хлорофілу в рослинах [15]. В свою чергу азотні добрива впливають на рівень хлорофілу та мають ключову роль у формуванні врожайності сільськогосподарських культур в тому числі і кукурудзи [16; 17; 18; 19]. Але при використанні азотних добрив існують його втрати в процесі трансформації різних форм азоту таких як амоніфікація та нітрифікація. Насамперед, в процесі нітрифікації втрати азоту відбуваються в результаті вимиванням нітратів в нижні горизонти ґрунту та в процесі денітрифікації такі втрати відбуваються в результаті випаровування у газоподібних формах, такі втрати можуть становити до 2530% від загальної кількості внесеного азоту [20; 21; 22]. В процесі сільськогосподарського виробництва можуть використовуватися спеціальні хімічні сполуки такі як інгібітори які можуть знизити втрати азоту до суттєвого показника в 50% в залежності від специфічного інгібітора та норми його використання. В процесі нітрифікації на етапі перетворення з амонійного азоту NH_4+ в нітратний азот NO_3- використовують саме інгібітори нітрифікації, та одним із самих ефективних інгібіторів нітрифікації на сьогоднішній день є 3,4-диметилпіразолфосфат (ДМПФ) що відноситься до групи піразолів [23; 24; 25; 26; 27; 28]. В свою чергу всі інгібітори офіційно регулюються на законодавчому рівні. Регулювання щодо інгібітору нітрифікації 3,4-диметилпіразолфосфат було запроваджене рішення регуляторної комісії Європейського Союзу № 1257/2014, що коригує впорядкування ЕС № 2003/2003 Європейського Парламенту та Ради стосовно добрив та зміни доповнень I та IV від 24.11.2014 [29]. Вивчення взаємозв'язку між нормалізованим диференційним вегетативним індексом та урожайністю кукурудзи залежно від норм азотних добрив та інгібітора нітрифікації є актуальним напрямком робити.

Метою досліджень було встановити взаємозв'язок та фактичну кореляцію між рівнем нормалізованого диференційного вегетаційного індексу та урожайністю кукурудзи при умові використання різних норм азотних добрив у вигляді КАС-32 за поєднаного використання інгібітора нітріфікації.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в науково-дослідному пункті СТОВ «Дружба Нова» Варвинського р-ну Чернігівської обл. (відділення агрохолдингу Кернел). Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний, орний шар якого характеризується такими основними показниками: уміст гумусу – 3,4%, pH нейтральний і близький до нейтрального – 5,77,0, уміст рухомих форм фосфору – від високого і дуже високого – 15,426,3 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – від середнього до високого – 7,116,2 мг/100 г ґрунту, легкогідролізованого азоту – від підвищеного до високого – 5,77,9 мг/100 г ґрунту. Дослідження проводили за схемою однофакторного досліду. Посівна площа дослідної ділянки – на 0,6 га, чергування варіантів – послідовне. Польові досліди закладали й виконували згідно

з методикою польових дослідів (Доспєхов Б. А., 1985). Облік урожаю кукурудзи проводили методом суцільного збирання та зважування бункерної маси з кожної ділянки з наступним перерахунком на стандартну вологість і засміченість згідно з ДСТУ 224093 у 3-разовій повторності. Математико-статистичне обрахування даних здійснювали за допомогою програмно-інформаційного комплексу «Agrostat». Нормалізований диференційний вегетаційний індекс (НДВІ) визначався в результаті знімків з супутників WorldView-2, WorldView-3, Geoeye-1 (Maxar USA). Знімки проводилися окремим супутником в залежності від його розміщення та рівня хмарності три рази за вегетаційний період в червні, липні та серпні.

Згідно рішення регуляторної комісії Європейського Союзу № 1257/2014, що коригує впорядкування ЕС № 2003/2003 Європейського Парламенту та Ради стосовно добрив та зміни доповнень I та IV від 24.11.2014, установлено норму використання інгібітора нітрифікації (ІН) 3,4-диметилпіразолфосфат (ДМПФ) (ЕС № 424-640-9) як мінімум 0,8% і максимум 1,6% [29]. Відповідно до регулювання використовували мінімальну норму ІН ДМПФ у 0,8% на амідному NH_2^- та амонійному NH_4^+ формах азоту. Згідно цієї мінімальної розрахункової норми в 0,8% норма використання ІН ДМПФ на КАС-32 становить 7,02 л на 1000 кг КАС-32. Згідно з наведеною вище калькуляцією розрахункова норма ДМПФ для КАС-32 з нормою 300 кг/га була 2,11 л/га за норми КАС-32, 350 кг/га – 2,45 л/га.

У досліді використовувалися наступні варіанти з внесенням відповідних норм добрив:

Фон – $N_{10}P_{30}K_{40}$, вносили гранульовані добрива NPK 7-20-28 нормою 150 кг/га за сівби.

Фон+N_{120}+ІН додатково вносили гранульований сульфат амонію нормою 100 кг/га та КАС-32 нормою 300 кг/га з додаванням ІН на весні.

Фон+N_{130}+ІН додатково вносили гранульований сульфат амонію нормою 100 кг/га та КАС-32 нормою 350 кг/га з додаванням ІН на весні.

Фон+N_{130} додатково вносили гранульований сульфат амонію нормою 100 кг/га та КАС-32 нормою 350 кг/га без додавання ІН на весні.

В суміші з КАС, інгібітор нітрифікації дає змогу зберегти основний запас мінерального азоту на більш довший період часу до моменту найбільшої необхідності для рослини. Саме інгібітор нітрифікації в суміші з КАС здатен не тільки пролонгувати використання наявного азоту в ґрунті, але і значно оптимізувати його засвоєння рослинами.

Результати досліджень. Показник НДВІ показує якість та кількість рослин на певній ділянці поля. Він розраховується супутниковими зйомками та залежить від того як рослини відбивають та поглинають світлові хвилі різної довжини. Згідно результатів досліджень НДВІ кукурудзи по всіх роках досліджень 2018-2021 відрізнявся в різні місяці та був на найвищому рівні в червні і знижувався в липні та також знижувався в серпні (табл. 1). Так рівень НДВІ в червні був найвищим по рокам досліджень і знаходився на рівні 0,73-0,80 в 2018 році, 0,65-0,67 в 2019 році, 0,72-0,78 в 2020 році та 0,65-0,72 в 2021 році. В липні НДВІ був нижчим ніж у червні, так в липні по рокам досліджень він був в межах 0,62-0,69 в 2018 році, 0,62-0,66 в 2019 році, 0,62-0,67 в 2020 році та 0,52-0,54 в 2021 році. В серпні НДВІ був відповідно нижчим ніж у липні та коливався в межах 0,49-0,57 в 2018 році, 0,48-0,53 в 2019 році, 0,54-0,60 в 2020 році та 0,39-0,40 в 2021 році.

Аналізуючи НДВІ в розрізі варіантів досліду то прослідковується чітка тенденція відповідності рівнів НДВІ залежно від різних норм азотних добрив та від використання ІН як окремо по місяцям виміру так і в середньому

Таблиця 1

Нормалізований диференційний вегетаційний індекс кукурудзи залежно від використання різних норм азотних добрив з додаванням інгібітора нітрифікації (2018–2021 рр.)

Варіанти досліду	Місяці виміру	Роки дослідження				Коефіцієнт кореляції
		2018	2019	2020	2021	
$N_{10}P_{30}K_{40}$ (фон)	Червень	0,73	0,65	0,72	0,65	0,47
	Липень	0,62	0,62	0,62	0,52	-0,44
	Серпень	0,49	0,48	0,54	0,39	-0,26
	Середнє	0,61	0,58	0,63	0,52	-
Фон+N_{120}+ІН	Червень	0,77	0,67	0,75	0,72	0,49
	Липень	0,65	0,66	0,66	0,54	-0,67
	Серпень	0,54	0,52	0,58	0,40	-0,61
	Середнє	0,65	0,62	0,66	0,55	-
Фон+N_{130}+ІН	Червень	0,78	0,67	0,76	0,71	0,42
	Липень	0,67	0,65	0,67	0,54	-0,25
	Серпень	0,56	0,52	0,59	0,40	-0,30
	Середнє	0,67	0,61	0,67	0,55	-
Фон+N_{130}	Червень	0,80	0,65	0,78	0,71	0,55
	Липень	0,69	0,66	0,66	0,53	-0,32
	Серпень	0,57	0,53	0,60	0,40	-0,37
	Середнє	0,69	0,61	0,68	0,55	-

за три місяці по всім рокам досліджень 2018-2021. Так, в 2018 році на контрольному варіанті $N_{10}P_{30}K_{40}$ (фон) рівень НДВІ був на найнижчому рівні в червні, липні та серпні 0,73; 0,62 та 0,49 відповідно що в середньому за три місяці становило 0,61. В тому ж самому 2018 році із збільшенням норми азоту та додаванням ІН НДВІ підвищувався, так на варіанті досліду Фон+N_{120}+ІН в червні, липні та серпні НДВІ становив 0,77; 0,65 та 0,54 що в середньому за три місяці складало 0,65. НДВІ дещо підвищувався на варіанті досліду із збільшеною нормою азоту Фон+N_{130}+ІН та становив в червні, липні та серпні 0,78; 0,67 та 0,56, що в середньому за три місяці складало 0,67. Найвищим рівень НДВІ спостерігався на варіанті досліду із збільшеною нормою азоту але без використання ІН Фон+N_{130} та складав по місяцях досліджень 0,80 в червні, 0,69 в липні та 0,57 в серпні та в середньому за три місяці 0,69. Схожа тенденція прослідковувалась і по іншим рокам досліджень, а саме в 2019-2021. Найнижчий рівень НДВІ спостерігався на контрольному варіанті $N_{10}P_{30}K_{40}$ (фон) в червні, липні та серпні та в середньому за три місяці в 2019 році як 0,66; 0,62; 0,48 та 0,58, в 2020 році 0,72; 0,62; 0,54 та 0,63, та в 2021 році 0,65; 0,52; 0,39 та 0,52. Рівень НДВІ підвищувався із збільшенням норми азоту та додавання ІН. Так на варіанті досліду Фон+N_{120}+ІН рівень НДВІ становив в червні, липні та серпні та в середньому за три місяці в 2019 році як 0,67; 0,66; 0,52 та 0,62, в 2020 році 0,75; 0,66; 0,58 та 0,66, та в 2021 році 0,65; 0,52; 0,39 та 0,52. А на варіанті досліду Фон+N_{130}+ІН рівень НДВІ становив в червні, липні та серпні та в середньому за три місяці в 2019 році як 0,67; 0,65; 0,52 та 0,61, в 2020 році 0,76; 0,67; 0,59 та 0,67, та в 2021 році 0,71; 0,54; 0,40 та 0,55. Найвищий рівень НДВІ спостерігався на варіанті із збільшеною нормою азоту Фон+N_{130} але без додавання ІН. Так рівень НДВІ становив в червні, липні та серпні та в середньому за три місяці в 2019 році як 0,65; 0,66; 0,53 та 0,61, в 2020 році 0,78; 0,66; 0,60 та 0,68, та в 2021 році 0,71; 0,53; 0,40 та 0,55 відповідно. Коефіцієнт кореляції був позитивним лише в червні по всіх варіантах досліду та коливався в межах 0,42-0,55. Коефіцієнт кореляції мав негативне значення в липні та серпні по всім варіантам досліду та коливався в межах від -0,25 до -0,67.

Якщо розглядати НДВІ кукурудзи по рокам досліджень то прослідковується тенденція що в різні роки рівень НДВІ мав різні дані. Так, в середньому за три місяці по всіх варіантах досліду НДВІ був найвищим в 2018 році в межах 0,61-0,69 з незначним зниженням в 2020 році в межах 0,63-0,68. Натомість рівень НДВІ в середньому за три місяці по всіх варіантах досліду в 2019 та в 2021 роках досліджень був нижчим порівняно з 2018 та 2020 роками в межах 0,58-0,62 в 2019 році та 0,52-0,55 в 2021 році відповідно.

Аналізуючи дані урожайності кукурудзи по 2018-2021 роках досліджень видно що в цілому урожайність була на високому рівні але дещо коливалась по роках (табл. 2). Так високий рівень урожайності кукурудзи спостерігався в 2018 та в 2021 роках, і становила по варіантах досліду від 86,0 ц/га до 110,2 ц/га, $НІР_{05}$ в цьому році становив 8,87 ц/га. Також високий рівень урожайності кукурудзи спостерігався і 2021 році в межах від 85,7 ц/га до 111,9 ц/га, $НІР_{05}$ в 2020 році склав 2,75 ц/га. Відносно нижчій рівень врожайності кукурудзи спостерігався в 2019 та 2020 роках досліджень та коливався в межах від 72,0 ц/га до 88,9 ц/га при $НІР_{05}$ 3,35 ц/га в 2019 році та в межах від 81,7 ц/га до 86,6 ц/га при $НІР_{05}$ 2,91 ц/га в 2020 році. Середня урожайність кукурудзи по варіантах досліду за 2018-2021 роки досліджень коливалась в межах від 81,4 ц/га до 97,5 ц/га.

Стосовно аналізу урожайності кукурудзи відносно підвищенням норми азотних добрив та використанням ІН то прослідковувалась чітка тенденція зростання урожайності кукурудзи як окремо по рокам та і в середньому за 4 роки досліджень відносно цих двох факторів. На контрольному варіанті $N_{10}P_{30}K_{40}$ (фон) урожайність кукурудзи була на найнижчому рівні і складала 86,0 ц/га в 2018 році, 72,0 ц/га в 2019 році, 81,7 ц/га в 2020 році та 85,7 ц/га в 2021 році що в середньому за 4 роки становило 81,4 ц/га. Із підвищенням норми азотних добрив та застосуванням ІН урожайність кукурудзи також підвищувалась. Так на варіанті Фон+N_{120}+ІН урожайність кукурудзи складала 110,2 ц/га в 2018 році, 82,7 ц/га в 20219 році, 85,1 ц/га в 2020 році та 111,9 ц/га в 2021 році що в середньому за 4 роки досліджень становило 97,5 ц/га. При подальшому підвищенні норми азотних добрив до N_{130} та із застосуванням ІН урожайність кукурудзи підвищувалась лише в 2019 та 2020 роках, тоді як в 2018 та 2021 такого підвищення не спостерігалось в порівнянні з варіантом нормою азотних добрив до N_{120} та із застосуванням ІН. Так на варіанті Фон+N_{130}+ІН урожайність кукурудзи в 2018-2021 роках становила 105,9 ц/га, 88,9 ц/га,

Таблиця 2

Урожайність кукурудзи залежно від використання різних норм азотних добрив з додаванням інгібітора нітрифікації (2018–2021 рр.), ц/га

Варіант	Урожайність, ц/га				Середня урожайність 2018-2021, ц/га
	2018	2019	2020	2021	
Кукурудза					
$N_{10}P_{30}K_{40}$ (фон)	86,0	72,0	81,7	85,7	81,4
Фон+N_{120}+ІН	110,2	82,7	85,1	111,9	97,5
Фон+N_{130}+ІН	105,9	88,9	86,6	99,5	95,2
Фон+N_{130}	99,7	77,5	83,8	97,7	89,7
$НІР_{05}$	8,87	3,35	2,91	2,75	–

86,6 ц/га та 99,5 ц/га відповідно за середньої урожайності за 4 роки в 95,2 ц/га.

При тій самій нормі азотних добрив N_{130} але без використання ІН на варіанті Фон+N_{130} урожайність була вищою від контрольного варіанту $N_{10}P_{30}K_{40}$ (фон) по всім 4 рокам досліджень але нижчою від варіанту з тією ж самою нормою азотних добрив та використанням ІН, варіант Фон+N_{130}+ІН та також нижчою від варіанту з зниженою нормою азотних добрив та з використанням ІН (Фон+N_{120}+ІН). Так На варіанті Фон+N_{130} урожайність кукурудзи становила 99,7 ц/га в 2018 році, 77,5 ц/га в 2019 році, 83,8 ц/га в 2020 році та 97,7 ц/га в 2021 році що в середньому за 4 роки досліджень склала 89,7 ц/га.

Висновки. Встановлено, що найвищий рівень НДВІ кукурудзи та урожайність були на варіантах досліду з підвищеною нормою азотних добрив та з використанням інгібітора нітрифікації та без нього по всім рокам досліджень 2018-2021. Так, НДВІ по роках досліджень 2018-2021 та в середньому за три місяці коливався в межах 0,55-0,66 на варіанті Фон+N_{120}+ІН, 0,55-0,67 на варіанті Фон+N_{130}+ІН та 0,55-0,69 на варіанті Фон+$N_{130.}$ Урожайність кукурудзи в середньому за 4 роки досліджень 2018-2021 також була на найвищому рівні на даних варіантах та становила 97,5 ц/га на варіанті Фон+N_{120}+ІН,95,2 ц/га на варіанті Фон+N_{130}+ІН та 89,7 ц/га на варіанті Фон+$N_{130.}$ Коефіцієнт кореляції НДВІ з урожайністю кукурудзи був позитивним але на низькому рівні лише в червні по всіх варіантах досліду та всіх роках досліджень та коливався в межах 0,42-0,55.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Chen Z., et al. Monitoring and management of agriculture with remote sensing. In: Liang, S. (Ed.), *Advances in Remote Sensing. Springer Science + Business Media B.V.,* 2008. P.397–421.
2. Jiang Z., Huete A.R. Global intercomparison of three NDVI datasets for 1981–2001. *Remote Sensing of Environment*, 2006. V.101 (2). P.366-379.
3. Boogaard HL., et al. Description of the MARS Crop Yield Forecasting System (MCYFS).METAMP-1/3. *Alterra and VITO, Wageningen and Mol.* 2002.
4. Pettorelli N., et al. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in Ecology & Evolution,* 2005. Vol. 20 (9). P.503-510.
5. Satira O., Berberoglu S. Crop yield prediction under soil salinity using satellite derivedvegetation indices. *Field Crops Research.* 2016. V.192. P. 134–143.
6. Тараріко О.Г., Сиротенко О.В., Ільєнко Т.В., Величко, В.А. Космічний моніторинг посушливих явищ. *Вісник аграрної науки.* 2012. Вип.№ 10. с. 16-20.
7. Ozesmi S.L., Bauer M.E. Satellite remote sensing of wetlands. *Wetl. Ecol. Manag.* 2002. No.10 (5). P.381–402. https://doi.org/10.1023/a:1020908432489.
8. Ghosh S., Mishra D.R., Gitelson A.A. Long-term monitoring of biophysical characteristics of tidal wetlands in the northern Gulf of Mexico – a methodological approach using MODIS. *Rem. Sens. Environ.* 2016. No.173, P.39–58. https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.11.015.
9. Zhanga J., et al. Monitoring plant diseases and pests through remote sensing technology: A review. *Computers and Electronics in Agriculture,* 2019. V.165. P. 6-11.
10. Nilsson H.E. Remote sensing and image analysis in plant pathology. *Annual Review Phytopathology.* 1995. V.33. P. 489–528.
11. Kouadio L., et al. Assessing the performance of MODIS NDVI and EVI for seasonal crop yield forecasting atecodistrict scale. *Remote Sens.* 2014. V.6. P.10193–10214.
12. Hatfield J.L., Gitelson A.A., Schepers J.S., Walthall C.L. Application of spectral remote sensing for agronomic decisions. *Agronomy Journal*, 2008. V.100 (1). P.121-127.
13. Myneni R.B., Hall F.G., Sellers P.J., Marshak A.L. The interpretation of spectral vegetation indexes. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing,* 1995. V.33 (2). P.481-486.
14. Tucker C.J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Rem. Sens. Environ*. 1979. No.8 (2), 127–150. https://doi.org/10.1016/0034- 4257(79)90013-0.
15. Huang J., Chen D, Cosh M.H. Sub-pixel reflectance unmixing in estimating vegetation water content and dry biomass of corn and soybeans cropland using normalized difference water index (NDWI) from satellites. *Int. J. Remote Sens*. 2009. V. 30 (8). P. 2075–2104.
16. Zhang W., Wang X., Zhang Y. Effect of nitrogen application rate on yield and nitrogen use efficiency of maize in Northeast China. *Frontiers in Plant Science*. 2016. V.7. P.1-12.
17. Панченко Л.С., Букін Є.В., Комарова Л.А. Желтоножський В. А. Еколого-економічний аналіз використання азотних добрив у виробництві кукурудзи в Україні. *Аграрний вісник Дніпропетровської області.* 2018. Т.1. № 64. С. 67-72.
18. Ma B. L., Dwyer L. M. Nitrogen management for improving corn yield and nitrogen use efficiency in cool, humid regions. *Agronomy Journal*. 2015. V.107 (2). P.779-788.
19. Fernández M. C, Rubio G. Root morphological traits related to phosphorus-uptake efficiency of soybean, sunflower, and maize. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science.* 2015. V.178. P. 807–815.
20. Legg J. O., Allison F. E. A tracer study of nitrogen balance and residual nitrogen availability with 12 soils. *Soil Sei. Soc. Amer. Proc.* 1967. V.31 (3). P. 403–406.
21. Vitousek P. M., et al. Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. *Ecological Applications.* 1997. V.7 (3). P. 737-750.
22. Xu G., Fan X., Miller A. J. Plant nitrogen assimilation and use efficiency. *Annual Review of Plant Biology*. 2012. Vol. 63. P. 153–182.
23. Subbarao G. V., et al. Sustainable agriculture through soil microbiology: A perspective. *Biological Agriculture & Horticulture*. 2015. V. 31(2). P. 69-82.
24. Cameron K. C., Di H. J., Moir J. L., Stirling C. M. Nitrogen losses from the soil/plant system: a review. *Annals of Applied Biology.* 2013. V.162 (2). P. 145-173.
25. Kumar K., et al. Nitrification inhibitors from the soil environment and their potential use for enhancing crop

production. *Applied Microbiology and Biotechnology.* 2017. V.101 (1). P.13-25.
26. Abalos D., et al. Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2014. No.189, P.136–144. doi:10.1016/j.agee.2014.03.036
27. Chunlian Q., et al. How inhibiting nitrification affects nitrogen cycle and reduces environmental impacts of anthropogenic nitrogen input. *Global Change Biology*. 2015. No.21 (1249–1257), 3–5. doi: 10.1111/gcb.12802
28. Zerulla, W., et al. 3,4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) – a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. *Biol Fertil Soils.* 2001. V.34 (79-84), P.1–4.
29. Commission regulation (EU) № 1257/2014 amending Regulation (EC) No. 2003/2003 of the European Parliament and of the Council relating to fertilizers for the purposes of adapting Annexes I and IV. 2014. P. 12.

REFERENCES:

1. Chen Z., et al. Monitoring and management of agriculture with remote sensing. In: Liang, S. (Ed.), *Advances in Remote Sensing. Springer Science + Business Media B.V.,* 2008. P.397–421.
2. Jiang Z., Huete A.R. Global intercomparison of three NDVI datasets for 1981–2001. *Remote Sensing of Environment*, 2006. V.101 (2). P.366-379.
3. Boogaard HL., et al. Description of the MARS Crop Yield Forecasting System (MCYFS).METAMP-1/3. *Alterra and VITO, Wageningen and Mol.* 2002.
4. Pettorelli N., et al. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in Ecology & Evolution,* 2005. Vol. 20 (9). P.503-510.
5. Satira O., Berberoglu S. Crop yield prediction under soil salinity using satellite derivedvegetation indices. *Field Crops Research.* 2016. V.192. P. 134–143.
6. Tarariko O.H., Syrotenko O.V., Ilienko T.V. Velychko V.A. Kosmichnyi monitorynh posushlyvykh yavyshch. *Bulletin of Agrarian Science. 2012. No. 10, P. 16-20.*
7. Ozesmi S.L., Bauer M.E. Satellite remote sensing of wetlands. *Wetl. Ecol. Manag.* 2002. No.10 (5). P.381–402. https://doi.org/10.1023/a:1020908432489.
8. Ghosh S., Mishra D.R., Gitelson A.A. Long-term monitoring of biophysical characteristics of tidal wetlands in the northern Gulf of Mexico – a methodological approach using MODIS. *Rem. Sens. Environ.* 2016. No.173, P.39–58. https://doi.org/10.1016/j. rse.2015.11.015.
9. Zhanga J., et al. Monitoring plant diseases and pests through remote sensing technology: A review. *Computers and Electronics in Agriculture,* 2019. V.165. P. 6-11.
10. Nilsson H.E. Remote sensing and image analysis in plant pathology. *Annual Review Phytopathology.* 1995. V.33. P. 489–528.
11. Kouadio L., et al. Assessing the performance of MODIS NDVI and EVI for seasonal crop yield forecasting atecodistrict scale. *Remote Sens.* 2014. V.6. P.10193–10214.
12. Hatfield J.L., Gitelson A.A., Schepers J.S., Walthall C.L. Application of spectral remote sensing for agronomic decisions. *Agronomy Journal*, 2008. V.100 (1). P.121-127.
13. Myneni R.B., Hall F.G., Sellers P.J., Marshak A.L. The interpretation of spectral vegetation indexes. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing,* 1995. V.33 (2). P.481-486.
14. Tucker C.J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Rem. Sens. Environ*. 1979. No.8 (2), 127–150. https://doi.org/10.1016/0034- 4257(79)90013-0.
15. Huang J., Chen D, Cosh M.H. Sub-pixel reflectance unmixing in estimating vegetation water content and dry biomass of corn and soybeans cropland using normalized difference water index (NDWI) from satellites. *Int. J. Remote Sens*. 2009. V. 30 (8). P. 2075–2104.
16. Zhang W., Wang X., Zhang Y. Effect of nitrogen application rate on yield and nitrogen use efficiency of maize in Northeast China. *Frontiers in Plant Science*. 2016. V.7. P.1-12.
17. Panchenko L.S., Bukin E.V., Komarova L.A., Zheltonozhskiy V.A. Ekologo-ekonomicheskiy analiz ispolzovaniya azotnyih udobreniy v proizvodstve kukuruzyi v Ukraine. *Agrarian Bulletin of the Dnepropetrovsk region.* 2018. Vol. 1. No. 64. 67-72.
18. Ma B. L., Dwyer L. M. Nitrogen management for improving corn yield and nitrogen use efficiency in cool, humid regions. *Agronomy Journal*. 2015. V.107 (2). P.779-788.
19. Fernández M. C, Rubio G. Root morphological traits related to phosphorus-uptake efficiency of soybean, sunflower, and maize. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science.* 2015. V.178. P. 807–815.
20. Legg J. O., Allison F. E. A tracer study of nitrogen balance and residual nitrogen availability with 12 soils. *Soil Sei. Soc. Amer. Proc.* 1967. V.31 (3). P. 403–406.
21. Vitousek P. M., et al. Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. *Ecological Applications.* 1997. V.7 (3). P. 737-750.
22. Xu G., Fan X., Miller A.J. Plant nitrogen assimilation and use efficiency. *Annual Review of Plant Biology*. 2012. Vol. 63. P. 153–182.
23. Subbarao G. V., et al. Sustainable agriculture through soil microbiology: A perspective. *Biological Agriculture & Horticulture*. 2015. V. 31(2). P. 69-82.
24. Cameron K. C., Di H. J., Moir J. L., Stirling C. M. Nitrogen losses from the soil/plant system: a review. *Annals of Applied Biology.* 2013. V.162 (2). P. 145-173.
25. Kumar K., et al. Nitrification inhibitors from the soil environment and their potential use for enhancing crop production. *Applied Microbiology and Biotechnology.* 2017. V.101 (1). P.13-25.
26. Abalos D., et al. Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2014. No.189, P.136–144. doi:10.1016/j.agee.2014.03.036
27. Chunlian Q., et al. How inhibiting nitrification affects nitrogen cycle and reduces environmental impacts of anthropogenic nitrogen input. *Global Change Biology*. 2015. No.21 (1249–1257), 3–5. doi: 10.1111/gcb.12802
28. Zerulla, W., et al. 3,4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) – a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. *Biol Fertil Soils.* 2001. V.34 (79-84), P.1–4.
29. Commission regulation (EU) № 1257/2014 amending Regulation (EC) No. 2003/2003 of the European Parliament and of the Council relating to fertilizers for the purposes of adapting Annexes I and IV. 2014. P. 12.

Мунтян С.В., Шатковський А.П., Федорчук М.І., Сайдак Р.В. Нормалізований диференційний вегетативний індекс кукурудзи залежно від норм азотних добрив та інгібітора нітрифікації

Метою було встановити взаємозв'язок та фактичну кореляцію між рівнем нормалізованого диференційного вегетаційного індексу та урожайністю кукурудзи при умові використання різних норм азотних добрив у вигляді КАС-32 за поєднаного використання інгібітора нітріфікації.

Методи. Впродовж 2018–2021 рр. проводили дослідження в умовах науково-дослідного пункту СТОВ «Дружба Нова» Варвинського р-ну Чернігівсько ї обл. (відділення агрохолдингу Кернел) на чорноземі типовому малогумусному. Однофакторний дослід. Контрольний варіант $N_{10}P_{30}K_{40}$ (умовно без азотних добрив). КАС-32 нормою згідно з варіантами досліду, інгібітор нітрифікації 3,4-диметилпіразолфосфат вносили навесні, відповідно варіанти досліду Фон+N_{120}+ІН, Фон+N_{130}+ІН, Фон+N_{130}. Нормалізований диференційний вегетаційний індекс (НДВІ) визначався в результаті знімків з супутників WorldView-2, WorldView-3, Geoeye-1 (Maxar USA).

Результати. НДВІ кукурудзи по всіх роках досліджень 2018-2021 був на найвищому рівні в червні і знижувався в липні та також знижувався в серпні. Так рівень НДВІ в червні був на рівні 0,73-0,80 в 2018 році, 0,65-0,67 в 2019 році, 0,72-0,78 в 2020 році та 0,65-0,72 в 2021 році. В липні НДВІ був нижчим ніж у червні, так в липні він був в межах 0,62-0,69 в 2018 році, 0,62-0,66 в 2019 році, 0,62-0,67 в 2020 році та 0,52-0,54 в 2021 році. В серпні НДВІ був відповідно нижчим ніж у липні та коливався в межах 0,49-0,57 в 2018 році, 0,48-0,53 в 2019 році, 0,54-0,60 в 2020 році та 0,39-0,40 в 2021 році. Найвищий рівень НДВІ спостерігався на варіанті із збільшеною нормою азоту Фон+N_{130} але без додавання ІН. Так рівень НДВІ становив в червні, липні та серпні та в середньому за три місяці в 2019 році як 0,65; 0,66; 0,53 та 0,61, в 2020 році 0,78; 0,66; 0,60 та 0,68, та в 2021 році 0,71; 0,53; 0,40 та 0,55 відповідно.

Урожайність при тій самій нормі азотних добрив N_{130} але без використання ІН на варіанті Фон+N_{130} була вищою від контрольного варіанту $N_{10}P_{30}K_{40}$ (фон) по всім 4 рокам досліджень але нижчою від варіанту з тією ж самою нормою азотних добрив та використанням ІН, варіант Фон+N_{130}+ІН та також нижчою від варіанту з зниженою нормою азотних добрив та з використанням ІН (Фон+N_{120}+ІН). Так На варіанті Фон+N_{130} урожайність кукурудзи становила 99,7 ц/га в 2018 році, 77,5 ц/га в 2019 році, 83,8 ц/га в 2020 році та 97,7 ц/га в 2021 році що в середньому за 4 роки досліджень склала 89,7 ц/га.

Коефіцієнт кореляції був позитивним лише в червні по всіх варіантах досліду та коливався в межах 0,42-0,55. Коефіцієнт кореляції мав негативне значення в липні та серпні по всім варіантам досліду та коливався в межах від -0,25 до -0,67.

Висновки. Встановлено, що найвищий рівень НДВІ кукурудзи та урожайність були на варіантах досліду з підвищеною нормою азотних добрив та з використанням інгібітора нітрифікації та без нього по всім рокам досліджень 2018-2021. Так, НДВІ по роках досліджень 2018-2021 та в середньому за три місяці коливався в межах 0,55-0,66 на варіанті Фон+N_{120}+ІН, 0,55-0,67 на варіанті Фон+N_{130}+ІН та 0,55-0,69 на варіанті Фон+$N_{130.}$ Урожайність кукурудзи в середньому за 4 роки досліджень 2018-2021 також була на найвищому рівні на даних варіантах та становила 97,5 ц/га на варіанті Фон+N_{120}+ІН,95,2 ц/га на варіанті Фон+N_{130}+ІН та 89,7 ц/га на варіанті Фон+$N_{130.}$ Коефіцієнт кореляції НДВІ з урожайністю кукурудзи був позитивним але на низькому рівні лише в червні по всіх варіантах досліду та всіх роках досліджень та коливався в межах 0,42-0,55.

Ключові слова: інгібітор нітрифікації, 3,4-диметилпіразолфосфат, карбамідно-аміачна суміш, нормалізований диференційний вегетаційний індекс, урожайність, кукурудза

Muntyan S.V., Shatkovskyi A.P., Fedorchuk M.I., Saidak R.V. Normalized differential vegetative index of maize depending on the norms of nitrogen fertilizers and nitrification inhibitor

Purpose. To establish the relationship and the actual correlation between the level of normalized differential vegetative index and maize yield under the condition of using different norms of nitrogen fertilizers in the form of UAN-32 with the combined use of nitrification inhibitor.

Methods. During 2018-2021, the research was conducted in the conditions of the research station of "Druzhba Nova" LLC, Varvynskyi district, Chernihiv region (a branch of the Kernel agricultural holding) on typical low-humus black soil. One-factor experiment. Control variant $N_{10}P_{30}K_{40}$ (conditionally without nitrogen fertilizers). UAN-32 was applied at the normal rate according to the experimental variants, and the nitrification inhibitor 3,4 dimethylpyrazol phosphate was applied in spring, respectively, in the experimental variants Control + N_{120}+IN, Control + N_{130}+IN, Control + N_{130}. Normalized differential vegetation index (NDVI) was determined by the images from WorldView-2, WorldView-3, Geoeye-1 satellites (Maxar USA).

Results. The NDVI of maize for all years of research 2018-2021 was at its highest level in June and decreased in July and also decreased in August. Thus, the level of NDVI in June was at the level of 0.73-0.80 in 2018, 0.65-0.67 in 2019, 0.72-0.78 in 2020 and 0.65-0.72 in 2021. In July, the NDVI was lower than in June, with the range of 0.62-0.69 in 2018, 0.62-0.66 in 2019, 0.62-0.67 in 2020, and 0.52-0.54 in 2021. In August, the NDVI was correspondingly lower than in July and ranged from 0.49-0.57 in 2018, 0.48-0.53 in 2019, 0.54-0.60 in 2020, and 0.39-0.40 in 2021. The highest level of NDVI was observed in the variant with an increased nitrogen rate, Control+N_{130} but without the addition of IN. Thus, the level of NDVI was 0.65, 0.66, 0.53 and 0.61 in June, July and August and on average for three months in 2019, 0.78, 0.66, 0.60 and 0.68 in 2020, and 0.71, 0.53, 0.40 and 0.55 in 2021, respectively.

The yield of the same nitrogen fertilizer rate of N_{130} but without the use of IN on the variant Control+ N_{130} was higher than the control variant $N_{10}P_{30}K_{40}$ (Control) in all 4 years of research, but lower than the variant with the same nitrogen fertilizer rate and the use of IN, variant Control + N_{130}+IN, and also lower than the variant with a reduced nitrogen fertilizer rate and the use of IN (Control + N_{120}+IN). Thus, in the variant Control + N_{130}, the maize yield was 99.7 centner/ha in 2018, 77.5 centner/ha in 2019, 83.8 centner/ha in 2020 and 97.7 centner/ha in 2021, which averaged 89.7 centner/ha over the 4 years of research.

The correlation coefficient was positive only in June for all experimental variants and ranged from 0.42 to 0.55. The correlation coefficient had a negative value in July and August for all experimental variants and ranged from -0.25 to -0.67.

Conclusions. It was found that the highest level of maize NDVI and yield were in the experimental variants with an increased rate of nitrogen fertilizers and with and without the use of a nitrification inhibitor for all years of research in 2018-2021. Thus, the NDVI for the years of research 2018-2021 and on average for three months ranged from 0.55-0.66 in the variant Control + N_{120}+IN, 0.55-0.67 in the variant Control + N_{130}+IN and 0.55-0.69 in the variant Control + N_{130}. The yield of maize on average for 4 years of research in 2018-2021 was also at the highest level in these variants and amounted to 97.5 centner/ha in the variant Control + N_{120}+IN, 95.2 centner/ha in the variant Control + N_{130}+IN and 89.7 centner/ha in the variant Control + N_{130}. The correlation coefficient of NDVI with maize yield was positive but at a low level only in June for all experimental variants and all years of research and ranged from 0.42 to 0.55.

Key words: nitrification inhibitor, 3,4-dimethylpyrazole phosphate, urea-ammonia solution, normalized difference vegetation index, maize

УДК 632.4:633.822
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.15

ПЛЯМИСТОСТІ ЛИСТЯ М'ЯТИ ПЕРЦЕВОЇ

ПОБЕРЕЖСЬКИЙ О.Р. – аспірант
orcid.org/0009-0000-2513-5671
Національний університет біоресурсів і природокористування України
БАШТА О.В. – кандидат біологічних наук
orcid.org/0000-0003-4682-1595
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. Хвороби є однією з найбільшою проблемою під час вирощування рослин, і плямистості серед них займають домінуючі позиції. Плямистості, викликані збудниками грибної етіології, проявляються у вигляді некротизування рослинної тканини, і як наслідок, супроводжуються порушенням процесів життєдіяльності рослин, що призводить до зменшення біомаси рослин та її якості. При вирощуванні лікарських рослин, в тому числі м'яти перцевої, ми стикаємося з проблемою появи плямистостей листя грибної етіології, які потребують вивчення та планування заходів захисту від них.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні за останні десятиріччя проводили переважно селекційні роботи, з метою отримання більш продуктивних, морозостійких сортів м'яти, які матимуть вищу урожайність та більший вміст ефірних олій. Селекційні роботи Шелудько Л.П. та Куценко Н.І. створили нові українські високопродуктивні сорти м'яти перцевої: Загадка, Лубечанка, Лідія, Мама, Лебедина пісня, Чорнолиста, Посульська ліналоольна, Українська ментольна, Аптечна 1, Жовтнева тощо [4,5,6].

Селекційна робота Шило М.П. була спрямована на отримання нових сортів, які є більш стійкими до хвороб м'яти перцевої а також мають підвищену адаптивність та посухостійкість[9].

Шевчук В.К. та Стеценко І.І. [7, 10] досліджували вплив хвороб на рослини роду *Mentha* L. вказуючи на втрати і зниження якості лікарської сировини за впливу збудників іржі та борошнистої роси, також встановлювали видову належність збудників.

Науковці Туреччини [8] встановили вміст ефірних олій м'яти різни сортів за впливу кліматичних умов та біотичних факторів.

Мета. Встановити симптоматику прояву, поширення та розвиток плямистостей листя на різних за стійкістю сортах м'яти перцевої в різних фазах вегетації рослин.

Матеріали та методика досліджень. Досліди проводили протягом 2021-2023 років в умовах навчально – наукової лабораторії (ННЛ) «Демонстраційне колекційне поле сільськогосподарських культур» НУБіП України, на сортах м'яти: Посульська ліналоольна і Чорнолиста.

Обліки проводили під час вегетації культур до першого та другого укосів. Підчас вегетації рослин до першого укосу обстеження проводили у фази: поява сходів, повні сходи, поява нових листків, повне галуження, повна бутонізація, початок цвітіння. При відростанні рослин до другого укосу у фазах: повне галуження та повна бутонізація.

При проведенні фітопатологічної оцінки уражених рослин плямистостями визначали інтенсивність хвороб, встановлюючи окомірно бал ураження відібраних зразків м'яти перцевої [11]. Для цього ми використовували 5-бальну шкалу:

1 – Поодинокі плями на листках
2 – Уражено до 10% поверхні листя
3 – Уражено до 10% до 25 % поверхні листя
4 – Уражено від 26 до 50% поверхні листя
5 – Уражено понад 51%- 80% поверхні листя

Кількість уражених рослин і ступінь ураження визначали за площею ураженої поверхні органів та інтенсивністю прояву інших ознак захворювання у відсотках наведених у шкалі та розраховували за формулами поширення та розвиток хвороби [12].

Поширення хвороби – це кількість уражених рослин чи окремих її органів у %, від загальної кількості обстежених рослин на площі ділянки. Визначається за формулою:

$$P = \frac{Nn}{No} \times 100\% \quad (1)$$

Р – поширення хвороби; N_n – кількість уражених рослин у пробі; N_o – загальна кількість обстежених рослин у пробі;

Інтенсивність розвитку хвороби

$$R = \frac{\sum n \times b}{N \times 5} \times 100\% \quad (2)$$

де *N* – загальна кількість облікованих листків (шт.), $\sum n \times b$ – сума добутків кількості уражених листків м'яти перцевої, на відповідний бал ураження, 5 – найвищий бал шкали.

Результати досліджень. Плямистості є одними з найпоширенішими хворобами рослин, у тому числі, лікарських культур [1, 2]. Ці хвороби уражують листову пластину рослини, викликають реакцію надчутливості, формуючи зони відмерлої рослинної тканини, чим порушують фізіологічні процеси, впливають на фотосинтез, дихання, транспірацію. Як наслідок, призводять до погіршення якості лікарської сировини та зменшують її кількість [3]. При проведенні дослідів, нами було виявлено некротичні хвороби листя: антракноз (збудник – *Sphalocema menthae*) та альтернаріоз (збудник – *Alternaria menthae*) м'яти перцевої.

Антракноз є небезпечною грибною хворобою, яка уражує багато різних господарських культур, включаючи рослини роду *Mentha spp*. Проявляється на вегетуючій частині рослини у вигляді круглих, овальних або непра-

вильної форми, коричневих, чорних або темних плямах з білою серединою, діаметром до 5 мм. Ці плями темніють у міру зростання, а також можуть розширюватись, вкриваючи всю листову пластину [20]. Хвороба викликається грибами відділу *Deuteromycota*. Збудник зимує на рослинних рештках у вигляді конідій чи міцелію [18,19].

Розвитку антракнозу сприяє велика кількість опадів, висока відносна вологість повітря за помірної та високої температури (табл. 1).

Антракноз, за всі роки спостережень, вперше проявлявся на сорті Чорнолиста у фазу повних сходів в першу декаду травня і становив: поширення хвороби від 9.6% у 2021 р. до 15.3% у 2023 р. та його розвиток від 1.2% в 2021 р. до 3.4 % і 3.3% у 2022 та 2023 р., відповідно. Сорт Посульська ліналоольна виявився більш стійким до появи перших симптомів хвороби, і їх ознаки ми відмічали у фазу появи нових листків (третя декада травня) з поширенням хвороби 3.8% та інтенсивністю її розвитку 1.6% в 2021р.

Найбільшого розвитку хвороба досягла у 2023 р. на початку цвітіння і становила: поширення хвороби на сорті Чорнолиста 60.3% та на сорті Посульська ліналоольна 43.3% за розвитку хвороби 18.3% та 11.5%, відповідно.

При проведенні обліків ураження м'яти перцевої антракнозом при відростанні рослини на другий укіс, за результатами трьохрічних даних нами відмічено зростання показників поширення та розвитку хвороби з 2021р. до 2023 р. на сорті Чорнолиста поширення від 16.3% до 36.7% та розвиток від 3.5% до 11.7%. На сорті Посульська ліналоольна поширення від 13.2% до 28.6%; розвиток від 4.8% до 8.2%, що пов'язано, насамперед, із накопиченням джерела інфекції при вирощуванні багаторічних рослин.

Альтернаріоз м'яти перцевої проявлявся під час проведення досліджень, як бура або чорна плямистість, на місці якої поступово відмирає рослинна тканина. Гриби роду *Alternaria* в природі мають різний спосіб життя від сапротрофів до ендофітів та патогенів [13]. Завдяки широкому спектру рослин господарів і поширенню в усьому світі види *Alternaria* спричиняють серйозні економічні проблеми. Збудник уражує більш ніж 400 видів рослин. Тільки *A. alternata* інфікує понад 100 видів рослин [14,15,16,17], спричиняючи низку проблем від впливу на схожість насіння до погіршення та зменшення рослинної сировини. Так само, як і збудник антракнозу, джерело інфекції альтернаріозу зберігається на рослинних рештках у вигляді конідій чи міцелію.

За нашими спостереженнями альтернаріоз у 2021 р. вже проявився у фазу появи сходів (третя декада квітня) на сорті Чорнолиста, і мав показники: поширення хвороби 9.3% за розвитку 1.2%. На сорті Посульська ліналоольна альтарнеріоз проявився дещо пізніше, а саме у фазу повних сходів (перша декада травня) і становив: поширення – 7.5% та розвиток – 1.7%. Найвищий показник захворюваності були зафіксовані у фазу початку цвітіння – друга декада липня в 2023 р., а саме: на сорті Чорнолиста поширення альтернаріозу – 68.0% та розвиток – 19.7% на сорті Посульська ліналоольна поширення та розвиток становили 49.7% та 13.6%, відповідно.

При проведенні моніторингу альтернаріозу під час вегетації рослин другого укосу за період 2021-2023 рр. на сорті Посульська ліналоольна поширення становило від 13.2% до 28.6%; розвиток від 4.8% до 8.2% та на сорті Чорнолиста були відмічені вищі показники поширеності та інтенсивності хвороба, а саме від 16.3% у 2021 р до 36.7% у 2023 р та від 3.5% до 11.7%, відповідно (табл. 2).

Висновки

1. При дослідженні розвитку та поширення плямистостей м'яти перцевої в умовах ННЛ «Демонстраційне колекційне поле сільськогосподарських культур» НУБіП України протягом 2021-2023 рр., можемо стверджувати, що на сорті Посульська ліналоольна плямистості листя мають дещо менший розвиток та поширення, також вони проявляються на більш пізніших фазах вегетації рослин, ніж на сорті Чорнолиста. що пов'язано з морфологічними та фізіологічними особливостями рослин, які потребують додаткових досліджень.

2. За результатами трьохрічних досліджень відмічено зростання показників поширення та розвитку

Таблиця 1

Розвиток і поширення антракнозу м'яти перцевої в умовах ННЛ «Демонстраційне колекційне поле сільськогосподарських культур» НУБіП України, 2021-2023 рр.

Фаза вегетації рослин	Сорт Посульська ліналоольна						Сорт Чорнолиста					
	2021		2022		2023		2021		2022		2023	
	P,%	R,%	P,%	R,%	P,%	R,%	P,%	R,%	P,%	R,%	P,%	R,%
Повні сходи	0	0	0	0	0	0	9.6	1.2	14.6	3.4	15.3	3.3
Поява нових листків	3.8	1.6	5.3	2.2	10.7	2.3	12.4	2.0	17.2	4.2	30.3	7.9
Повне галуження	5.6	2.2	8.2	2.5	22.3	5.3	15.1	2.8	22.3	4.6	37.0	10.1
Повна бутонізація	6.8	2.6	8.9	2.8	35	9.0	17.5	3.5	25.4	5.4	45.7	13.0
Початок цвітіння	7.4	3.0	9.8	3.2	43.3	11.5	21.1	4.8	28.6	6.2	60.3	18.3
Повне галуження	12.6	3.8	16.4	5.4	27.5	7.8	13.2	4.2	26.5	8.6	23,6	7.6
Повна бутонізація	15.2	4.4	18.2	6.8	31.2	9.6	16.2	5.0	29.8	9.2	36.7	8.8
$НіР_{05}$	1.2	0.3	2.6	0.3	2.8	0.9	1.3	0.2	3.3	0.5	3.5	0.8

Примітка: Фази вегетації рослин до першого укосу: поява сходів, повні сходи, поява нових листків, повне галуження, повна бутонізація, початок цвітіння.

Фази вегетації рослин до другого укосу: повне галуження та повна бутонізація.

Таблиця 2

Розвиток і поширення антракнозу м'яти перцевої в умовах ННЛ«Демонстраційне колекційне поле сільськогосподарських культур» НУБіП України, 2021-2023 рр.

Фаза вегетації рослин	Сорт Посульська ліналоольна						Сорт Чорнолиста					
	2021		2022		2023		2021		2022		2023	
	P,%	R,%	P,%	R,%	P,%	R,%	P,%	R,%	P,%	R,%	P,%	R,%
Поява сходів	0	0	0	0	0	0	9.3	1.2	14.2	1.6	8.7	2.8
Повні сходи	7.5	1.7	10.4	2.4	7.3	1.5	12.4	1.7	15.4	2.0	15.3	4.7
Поява нових листків	10.2	2.2	13.3	3.2	16.3	3.9	13.9	2.2	16.8	2.4	33.3	8.5
Повне галуження	13.0	4,5	16.5	4.4	27.7	6.9	16.2	2.8	18.4	3.0	42.7	11.8
Повна бутонізація	15.4	5,2	17.3	7.4	37.3	10.0	16.7	3.7	19.7	3.5	51.0	14.4
Початок цвітіння	16.2	6,1	17.7	7.6	49.7	13.6	18.3	4.2	22.4	4.7	68.0	19.7
Повне галуження	13.2	4.8	16.4	6.2	19,4	6.8	16.3	3.5	27.5	3.2	23,6	7.8
Повна бутонізація	16.3	6.0	18.2	7.4	28,6	8.2	21.3	4.0	31.2	4.2	36,7	11.7
$НіР_{05}$	1.4	0.4	1,3	0.2	2.1	0.3	1.3	0.3	2.3	0.4	3.1	0.5

Примітка: Фази вегетації рослин до першого укосу: поява сходів, повні сходи, поява нових листків, повне галуження, повна бутонізація, початок цвітіння.

Фази вегетації рослин до другого укосу: повне галуження та повна бутонізація.

антракнозу та альтернаріозу м'яти перцевої майже вдвічі, що пов'язано з накопиченням джерела інфекції, і потребує проведення заходів захисту для зменшення накопичення збудників хвороби.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Біленко В.Г., Лушпа В.І, Якубенко Б.Є., Волох Д.С. Технологія вирощування лікарських рослин і використання їх у медичній та ветеринарній практиці. Київ: Арістей, 2007. 656 с.
2. Глущенко Л.А. Поширення та шкідливість хвороб лікарських рослин. Агроекологічний журнал. 2013. No 2. С. 91-94.
3. Порада О.А., Глущенко Л.А. Основні етапи вивчення колекційних зразків лікарських рослин. Таврійський науковий вісник. 2007. Вип. 52. С. 133-138.
4. Шелудько Л.П. М'ята перцева(селекція і насінництво): монографія. Полтава: ВАТ Видавництво "Полтава". 2004. 200с.
5. Шелудько Л.П. Напрями і основні методи селекції м'яти в умовах Лісостепу України. Таврійський науковий вісник. Вип. 52. 2007. С. 124-128
6. Шелудько Л.П., Куценко Н.І. Лікарські рослини (селекція і насінництво): монографія. Полтава: Друк ТОВ «Копі-центр». 2013. 475 с.
7. Шевчук В.К., Григор'єв В.М. Хвороби листя лікарських рослин НПП «Подільські товтри» ІІІ Міжнародна наукова інтернет-конференція тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика. Київ. 2021. С. 296 -299. https://dglib.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/abe4cf21-be6c-46c3-88c1-5847d391159d/content
8. Yilmaz Kemal. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. Yield and oil composition of peppermint cultivars grown in the Isparta climate of Turkey. 2022. С. 234-244. DOI: 10.55730/1300-011X.2974
9. Шило М.П., Піщенко О.В., Павленко С.В. Новий сорт м'яти Лада для вирощування на аптечний лист. Вісник аграрної науки. 2019. № 8 (797). С. 23-27. https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2019_08_04.pdf12
10. Стеценко І. І., Хвороби рослин роду *MENTHA* L. та їх облік сучасні технології та системи захисту рослин. Херсон. 2022 р. С 74. http://ksau.kherson.ua/files/konferencii/2022/03/conf-20220525zahrosl.pdf#page=74
11. Ісіков В.П. Методика польових фітопатологічних та ентомологічних обстежень ароматичних та лікарських рослин. Херсон: ХАУ. 2011. 16 с.
12. Кулєшов А.В, Білик М.О., Довгань С.В. Фітосанітарний моніторинг і прогноз : навчальний посібник. Харків: Еспада. 2011. 608 с.
13. Bart P. H. J. Thomma. *Alternaria* spp.: from general saprophyte to specific parasite. 10 July 2003 https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1364-3703.2003.00173.x
14. Simmons E. G. *Alternaria* taxonomy: current status, viewpoint, change in *Alternaria Biology, Plant Disease and Metabolites*, J. Chelkowski and A. Visconti, Eds., pp. 1–35. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 1992.
15. Kusaba M. and Tsuge T. Phylogeny of *Alternaria* fungi known to produce host specific toxins on the basis of variation in internal transcribed spacers of ribosomal DNA. *Current Genetics*. 1995. vol. 28. no. 5. pp. 491–498.
16. Rotem J. *The Genus Alternaria: Biology, Epidemiology and Pathogenicity*. APS Press, St. Paul. Minn. USA. 1994.
17. Blazquez J. R., Shoda M. Stress Response and Pathogenicity of the Necrotrophic Fungal Pathogen *Alternaria alternate.* Hindawi Publishing Corporation Scientifica. 10 Dec 2012.
18. Agrios NG. Plant pathology. 5thedition. USA: Elsevier Academic Press Publications. 2005. 992p.
19. Naqvi SAMH. Diseases of fruits and vegetables diagnosis and management. New York, London.: Kluwer Academic Publishers. 2004. 691 p.
20. Fan XL, Barreto RW, Groenewald JZ, Bezerra JDP, Pereira OL, Cheewangkoon R, Crous PW. Phylogeny and taxonomy of the scab and spot anthracnose fungus Elsinoë (Myriangiales, Dothideomycetes). Stud. Mycol. 2017. 87. P.1-41.

REFERENCES:

1. Bilenko V.H., Lushpa V.I, Yakubenko B.Ie., Volokh D.S. (2007). Tekhnolohiia vyroshchuvannia likarskykh roslyn i vykorystannia yikh u medychnii ta veterynarnii praktytsi. [The technology of growing medicinal plants and their use in medical and veterinary practice.] Kyiv: Aristey. 656 s. [in Ukrainian].
2. Hlushchenko L.A. (2013). Poshyrennia ta shkidlyvist khvorob likarskykh roslyn. [Spread and harmfulness of diseases of medicinal plants.] Ahroekolohichnyy zhurnal. No 2. S. 91-94. [in Ukrainian].
3. Porada O.A., Hlushchenko L.A. (2007). Osnovni etapy vyvchennia kolektsiinykh zrazkiv likarskykh roslyn. [The main stages of studying collection samples of medicinal plants] Tavriys'kyy naukovyy visnyk. Vyp. 52. S.133-138. [in Ukrainian].
4. Sheludko L.P. (2004). Miata pertseva(selektsiia i nasinnytstvo): monohrafiia. [Peppermint (breeding and seed production): monograph.] Poltava: VAT Vydavnytstvo "Poltava". 200s. [in Ukrainian].
5. Sheludko L.P. (2007). Napriamy i osnovni metody selektsii miaty v umovakh Lisostepu Ukrainy. [Directions and main methods of mint selection in the conditions of the forest-steppe of Ukraine.]. Tavriys'kyy naukovyy visnyk. Vyp. 52. S. 124-128. [in Ukrainian].
6. Sheludko L.P., Kutsenko N.I. (2013). Likarski roslyny (selektsiia i nasinnytstvo): monohrafiia. [Peppermint (breeding and seed production): monograph.] Poltava: Druk TOV «Kopi-tsentr». 475 s. [in Ukrainian].
7. Shevchuk V.K., Hryhoriev V.M. (2021). Khvoroby lystia likarskykh roslyn NPP «Podilski tovtry» III Mizhnarodna naukova internet-konferentsiia tendentsii ta vyklyky suchasnoi ahrarnoi nauky: teoriia i praktyka. [Leaf diseases of medicinal plants] Kyiv. S.296 -299. https://dglib.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/abe4cf21-be6c-46c3-88c1-5847d391159d/content [in Ukrainian].
8. Yilmaz, Kemal. (2022). Turkish Journal of Agriculture and Forestry. Yield and oil composition of peppermint cultivars grown in the Isparta climate of Turkey. C 234-244. DOI: 10.55730/1300-011X.2974. [in English].
9. Shylo M.P., Pishchenko O.V., Pavlenko S.V. Novyi sort miaty Lada dlia vyroshchuvannia na aptechnyi lyst. [A new variety of Lada mint for growing on a pharmacy leaf.] Visnyk ahrarnoyi nauky. № 8 (797). S 23-27. [in Ukrainian]. https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2019_08_04.pdf12
10. Stetsenko I. I., (2022). Khvoroby roslyn rodu MENTHA L. ta yikh oblik suchasni tekhnolohii ta systemy zakhystu roslyn. [Diseases of plants of the genus MENTHA L. and their accounting. modern technologies and plant protection systems.] Kherson. r. S 74. http://ksau.kherson.ua/files/konferencii/2022/03/conf-20220525zahrosl.pdf#page=74 [in Ukrainian].
11. Isikov V.P. (2011). Metodyka polovykh fitopatolohichnykh ta entomolohichnykh obstezhen aromatychnykh ta likarskykh roslyn. [Methods of field phytopathological and entomological examinations of aromatic and medicinal plants.] Kherson: KHAU. 16 s. [in Ukrainian].
12. Kulieshov A.V, Bilyk M.O., Dovhan S.V. (2011). Fitosanitarnyi monitorynh i prohnoz : navchalnyi posibnyk. [Phytosanitary monitoring and forecasting: a study guide.] Kharkiv: Espada. 608 s. [in Ukrainian].
13. Bart, P. H. J. Thomma, (10 July 2003). *Alternaria* spp.: from general saprophyte to specific parasite. https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1364-3703.2003.00173.x
14. Simmons, E. G. (1992). *Alternaria* taxonomy: current status, viewpoint, change in *Alternaria Biology, Plant Disease and Metabolites*, J. Chelkowski and A. Visconti, Eds., pp. 1–35. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands,
15. Kusaba, M. and Tsuge, T. (1995). Phylogeny of *Alternaria* fungi known to produce host specific toxins on the basis of variation in internal transcribed spacers of ribosomal DNA. *Current Genetics*. vol. 28. no. 5. pp. 491–498.
16. Rotem, J. (1994). *The Genus Alternaria: Biology, Epidemiology and Pathogenicity*. APS Press, St. Paul. Minn. USA.
17. Blazquez, J. R., Shoda M. (10 Dec 2012). Stress Response and Pathogenicity of the Necrotrophic Fungal Pathogen *Alternaria alternate.* Hindawi Publishing Corporation Scientifica. 10 Dec 2012.
18. Agrios, NG. (2005). Plant pathology. 5thedition. USA: Elsevier Academic Press Publications. 992p.
19. Naqvi, SAMH (2004). Diseases of fruits and vegetables diagnosis and management. New York, London.: Kluwer Academic Publishers. 691 p.
20. Fan, X.L., Barreto, R.W., Groenewald J.Z., Bezerra, J.D.P., Pereira, O.L., Cheewangkoon, R., Crous P.W. (2017). Phylogeny and taxonomy of the scab and spot anthracnose fungus Elsinoë (Myriangiales, Dothideomycetes). Stud. Mycol. 87. P.1-41.

Побережський О.Р., Башта О.В. Плямистості листя м'яти перцевої

Мета. Встановити симптоматику прояву, поширення та розвиток плямистостей листя на різних за стійкістю сортах м'яти перцевої в різних фазах вегетації рослин.

Матеріали та методика досліджень. Досліди проводили протягом 2021-2023 років в умовах навчально – наукової лабораторії «Демонстраційне колекційне поле сільськогосподарських культур» НУБіП України, на сортах м'яти: Посульська ліналоольна і Чорнолиста.

Обліки проводили під час вегетації культури до першого та другого укосів. При проведенні фітопатологічної оцінки уражених рослин плямистостями визначали інтенсивність хвороб, встановлюючи окомірно бал ураження відібраних зразків м'яти перцевої за 5-бальною шкалою

Кількість уражених рослин і ступінь ураження визначали за площею ураженої поверхні органів та інтенсивністю прояву інших ознак захворювання у відсотках наведених у шкалі та розраховували за формулами поширення та розвиток хвороби.

Результати досліджень. Плямистості є одними з найпоширенішими хворобами рослин, у тому числі, лікарських культур. Ці хвороби уражують листову пластину рослини, викликають реакцію надчутливості, формуючи зони відмерлої рослинної тканини, чим порушують фізіологічні процеси, впливають на фотосинтез, дихання, транспірацію. Як наслідок, призводять до погіршення якості лікарської сировини та зменшують її кількість. При проведенні дослідів, нами було виявлено некротичні хвороби листя: антракноз (збудник – *Sphalocema menthae*) та альтернаріоз (збудник – *Alternaria menthae*) м'яти перцевої.

Антракноз є небезпечною грибною хворобою, яка уражує багато різних господарських культур, включаючи

рослини роду *Mentha spp*. Проявляється на вегетуючій частині рослини у вигляді круглих, овальних або неправильної форми, коричневих, чорних або темних плямах з білою серединою, діаметром до 5 мм. Ці плями темніють у міру зростання, а також можуть розширюватись, вкриваючи всю листову пластину. Збудник зимує на рослинних рештках у вигляді конідій чи міцелію. Розвитку антракнозу сприяє велика кількість опадів, висока відносна вологість повітря за помірної та високої температури.

Альтернаріоз м'яти перцевої виявлявся під час проведення досліджень, як бура або чорна плямистість, на місці якої поступово відмирає рослинна тканина. Так само, як і збудник антракнозу, джерело інфекції альтернаріозу зберігається на рослинних рештках у вигляді конідій чи міцелію.

Найбільшого розвитку антракноз досягав у 2023 р. на початку цвітіння і становив: поширення хвороби на сорті Чорнолиста 60.3% та на сорті Посульська ліналоольна 43.3% при розвитку хвороби 18.3% та 11.5%, відповідно. Альтернаріоз мав таку саму тенденцію, найбільш проявився у 2023 р. на сорті Чорнолиста поширення – 68.0% та розвиток – 19.7% на сорті Посульська ліналоольна поширення та розвиток становили 49.7% та 13.6%, відповідно.

При проведенні обліків ураження м'яти перцевої антракнозом при відростанні рослини на другий укіс, за результатами трьохрічних даних нами відмічено зростання показників поширення та розвитку хвороби з 2021р. до 2023 р. на сорті Чорнолиста поширення від 16.3% до 36.7% та розвиток від 3.5% до 11.7%. На сорті Посульська ліналоольна поширення від 13.2% до 28.6%; розвиток від 4.8% до 8.2%.

Висновки. При дослідженні розвитку та поширення плямистостей м'яти перцевої можемо стверджувати, що на сорті Посульська ліналоольна плямистості листя мають дещо менший розвиток та поширення, також проявляються вони на більш пізніших фазах вегетації рослин, ніж на сорті Чорнолиста. Це пов'язано з морфологічними та фізіологічними особливостями рослин, які потребують додаткових досліджень.

За результатами трьохрічних досліджень відмічено зростання показників поширення та розвитку антракнозу та альтернаріозу м'яти перцевої майже вдвічі, що пов'язано з накопиченням джерела інфекції, і потребує моніторингу хвороб та проведення заходів захисту для зменшення накопичення збудників.

Ключові слова: грибні хвороби рослин, поширення хвороби, розвиток хвороби,сорти, лікарські рослини.

Poberezhsky O.R., Bashta O.V. Peppermint leaf spots

Objective. To establish the symptomatology of the manifestation, distribution and development of leaf spots on peppermint varieties of different resistance in different phases of plant vegetation.

Methods. The experiments were carried out during 2021-2023 in the conditions of the educational and scientific laboratory "Demonstration Collection Field of Agricultural Crops" of the NULES of Ukraine, on mint varieties: Posulska linaloolna and Chernolista.

The records were carried out during the growing season of the crop before the first and second slopes. During the phytopathological evaluation of affected plants, the intensity of the disease was determined by spotting, setting the point of damage of the selected peppermint samples on a 5-point scale.

The number of affected plants and the degree of damage were determined by the area of the affected surface of the organs and the intensity of manifestation of other signs of the disease in percentages given in the scale and were calculated according to the formulas for the spread and development of the disease.

Results. Spots are one of the most common diseases of plants, including medicinal crops. These diseases affect the leaf plate of the plant, cause a hypersensitivity reaction, forming zones of dead plant tissue, thereby disrupting physiological processes, affecting photosynthesis, respiration, and transpiration. As a result, they lead to a deterioration in the quality of medicinal raw materials and reduce their quantity. During the experiments, we discovered necrotic leaf diseases: anthracnose (causing agent – *Sphalocema menthae*) and alternariosis (causing agent – *Alternaria menthae*) of peppermint.

Anthracnose is a dangerous fungal disease that affects many different crops, including Mentha spp. It appears on the vegetative part of the plant in the form of round, oval or irregularly shaped, brown, black or dark spots with a white center, up to 5 mm in diameter. These spots darken as they grow and can also expand to cover the entire leaf blade. The causative agent overwinters on plant remains in the form of conidia or mycelium. The development of anthracnose is facilitated by a large amount of precipitation, high relative humidity at moderate and high temperatures.

Alternaria of peppermint was detected during research as a brown or black spot, in the place of which the plant tissue gradually dies. Just like the causative agent of anthracnose, the source of Alternaria infection is stored on plant remains in the form of conidia or mycelium.

Anthracnose reached its maximum development in 2023 at the beginning of flowering and was: the spread of the disease on the Blackleaf variety 60.3% and on the Posulska linaloolna variety 43.3% with the development of the disease 18.3% and 11.5%, respectively. Alternaria had the same tendency, it was most manifested in 2023 on the Chernolista variety, distribution – 68.0% and development – 19.7%, on the Posulska linalool variety, distribution and development were 49.7% and 13.6%, respectively.

When conducting records of damage to peppermint by anthracnose when the plant grows on the second cutting, based on the results of three-year data, we noted an increase in the indicators of the spread and development of the disease from 2021. by 2023, on the Chernolista variety, the spread is from 16.3% to 36.7% and the development is from 3.5% to 11.7%. On the Posulska variety, linalool distribution is from 13.2% to 28.6%; development from 4.8% to 8.2%.

Conclusions. When studying the development and distribution of peppermint spots, we can say that on the Posulska variety, linalool leaf spots have a somewhat smaller development and distribution, and they also appear in later phases of plant vegetation than on the Chernolista variety. This is related to the morphological and physiological features of plants, which require additional research.

According to the results of three-year studies, an increase in the prevalence and development of anthracnose and alternariosis of peppermint has almost doubled, which is associated with the accumulation of the source of infection, and requires disease monitoring and protective measures to reduce the accumulation of pathogens.

Key words: fungal diseases of plants, disease spread, disease development, varieties, medicinal plants.

УДК 378.011.3-051:377
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.16

ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ПРИНЦИПІВ РОБОТИ ТА ВИКОРИСТАННЯ FPV-ДРОНІВ ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ СПЕЦІАЛІСТІВ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

ТОЛМАЧОВ В.С. – кандидат технічних наук, доцент
orcid.org/0000-0002-4674-8677
Глухівський національний педагогічний університету імені Олександра Довженка
МАРИНЧЕНКО Є.О. – доктор філософії, доцент
orcid.org/0000-0001-9738-2778
Глухівський національний педагогічний університету імені Олександра Довженка

Постановка проблеми. Науково-дослідна робота є важливим засобом підготовки майбутніх педагогів професійного навчання. Вона дозволяє їм:

– навчитися самостійно проводити дослідження;
– розвивати критичне мислення;
– формувати творчі здібності;
– ознайомитися з найновітнішими досягненнями науки і техніки.

У сучасних умовах, коли аграрна галузь стає все більш технологічною, підготовка майбутніх педагогів професійного навчання, які здатні творчо застосовувати у практичній діяльності новітні досягнення науково-технічного прогресу, є особливо актуальною.

Впровадження нових технологій у сільськогосподарське виробництво вимагає від майбутніх педагогів професійного навчання нових знань і навичок. Тому до змісту їхньої професійної підготовки необхідно включати вивчення нових технологій вирощування та збирання сільськогосподарських культур.

Методика ознайомлення здобувачів освіти з інноваційними технологіями під час роботи наукових гуртків є цікавою та перспективною. Вона дозволяє здобувачам освіти ознайомитися з новими технологіями в неформальній обстановці, під керівництвом досвідченого викладача.

За прогнозами ООН, до 2050 року населення світу сягне 9 мільярдів людей. Це означає, що світове виробництво продовольства має збільшитися на 60%. Щоб забезпечити продовольчу безпеку, необхідно підвищити врожайність сільськогосподарських культур.

Одним із способів підвищення врожайності є застосування точного землеробства. Точне землеробство – це система управління сільськогосподарським виробництвом, яке використовує технології для прийняття рішень на основі точних даних.

Дрони є одними зі складових точного землеробства. Вони дозволяють фермерам отримувати точну інформацію про стан посівів, що може бути використано для прийняття рішень щодо внесення добрив, пестицидів та інших агрохімікатів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження в галузі застосування безпілотних літальних апаратів у сільськогосподарському виробництві показали, що вони мають широкий спектр можливостей.

В Україні передумови для широкого використання дронів у новітніх технологіях землеробства створили такі дослідники, як В. Адамчук, М. Кобець та В. Мироненко [1].

Багато дослідників провели аналіз завдань, які можна вирішувати за допомогою дронів, розробили технічні рішення та провели лабораторні та польові дослідження з визначення раціональних параметрів дронів.

Актуальним у наукових колах є також питання визначення основних характеристик та раціональних параметрів дронів для моніторингу стану посівів і внесення препаратів, а також ефективності їх використання.

Мета дослідження полягає в тому, щоб з'ясувати, як дрони можуть використовуватися в сільському господарстві, та оцінити ефективність їх впровадження в освітній процес для підготовки майбутніх фахівців, які будуть здатні ефективно використовувати ці технології.

Результати досліджень. Дрони стають все більш важливим інструментом для сільськогосподарського виробництва. Вони можуть використовуватися для моніторингу стану посівів, внесення добрив і пестицидів, збору урожаю та контролю за шкідниками та хворобами. Майбутні педагоги професійного навчання повинні знати матеріально-технічну базу дронів, особливості запуску і керування, ремонту, а також ознайомитися з можливістю використання дронів у сільськогосподарському виробництві, щоб забезпечити майбутніх фахівців необхідними знаннями та навичками для ефективного використання цієї технології [2].

Сільськогосподарські дрони – це безпілотні літальні апарати, які використовуються у сільськогосподарському виробництві для виконання різних завдань, таких як моніторинг стану посівів, внесення добрив і пестицидів, збір урожаю та контроль за шкідниками та хворобами.

Сільськогосподарські дрони можна розділити на два основних типи за функціями:

– Дрони для моніторингу посівів використовуються для збору зображень і відео з полів, які потім можуть бути проаналізовані для оцінки стану посівів, виявлення хвороб і шкідників, а також прогнозування врожаю.

– Дрони для внесення добрив і пестицидів використовуються для внесення добрив і пестицидів на поля більш точно і рівномірно, ніж вручну. Це знижує ризик забруднення навколишнього середовища.

Роторні дрони – це тип безпілотних літальних апаратів, які використовують ротори для створення підйомної сили. Вони часто ідентифікуються за кількістю роторів, наприклад, квадрокоптер має чотири ротори.

Роторні дрони є чудовим інструментом для моніторингу стану польових культур. Вони можуть злітати

вертикально, що робить їх зручними для запуску з невеликих площ. Роторні дрони також легко маневрують, що дозволяє їм отримувати точні зображення та відео полів.

Однак час роботи батареї є основною проблемою для роторних дронів. Це пов'язано з тим, що кілька роторів вимагають більше енергії для роботи. Час польоту для багатьох квадрокоптерів становить від 10 до 20 хвилин, і може бути меншим при польоті під час високої швидкості вітру.

Дрони з фіксованим крилом працюють так само, як і літаки. Вони мають два або більше крил, які створюють підйомну силу. Більшість дронів з фіксованим крилом мають лише один гвинт.

Дрони з фіксованим крилом мають ряд переваг перед роторними дронами. Вони мають більш тривалий час роботи батареї, з можливістю перебувати в повітрі значно довше. Дрони з фіксованим крилом також можуть досягати більшої швидкості, що дозволяє їм охоплювати більшу площу.

Однак дрони з фіксованим крилом мають і деякі недоліки. Вони вимагають злітно-посадкової смуги для запуску та посадки. Крім того, вони можуть бути менш маневреними, ніж роторні дрони.

Гібридні дрони – це тип безпілотних літальних апаратів, які поєднують у собі особливості роторних дронів та дронів з фіксованим крилом. Вони можуть злітати і приземлятися вертикально, як роторні дрони, але літати як дрони з фіксованим крилом.

Гібридні дрони мають ряд переваг перед роторними дронами та дронами з фіксованим крилом. Вони мають більш тривалий час роботи батареї, ніж роторні дрони, і можуть досягати більшої швидкості, ніж дрони з фіксованим крилом. Крім того, вони можуть злітати та приземлятися в обмеженому просторі, що робить їх більш зручними для використання в сільськогосподарському виробництві.

Дистанційне картографування з використанням дронів є перспективним методом отримання геодезичної основи моніторингу.

Загальний вигляд дронів, які застосовуються у сільському господарстві та для моніторингу стану посівів на полях, наведено на рис. 1.

Вітчизняні та зарубіжні вчені розробили багато наукових робіт, присвячених проблемам використання FPV-дронів в сільськогосподарському виробництві. Вони вивчили шляхи вирішення цих проблем та вибір електрообладнання для дронів [3].

Науковці світу розробили технічні та організаційні рішення для галузевого використання FPV-дронів. Ці рішення включають задачі спостереження в екології, моніторингу параметрів мікроклімату, оцінки посівів та ультрамалооб'ємного обприскування.

Достатньо повно описані методики визначення параметрів керування для забезпечення стабільного руху FPV-дронів за заданою траєкторією.

FPV-дрони використовують для сільськогосподарського обприскування. Вони можуть сканувати землю і розпилювати рідину рівномірно, з урахуванням відстані до землі, культури та погодних умов. Це дозволяє оптимізувати витрату добрив і мінеральних речовин.

FPV-дрони також можуть використовуватися для внесення біологічних засобів захисту, таких як трихограма. Трихограма – це комаха-паразит, яка харчується яйцями шкідників. За допомогою дронів трихограма може швидко поширюватися в кілька етапів. Це дозволяє звести до мінімуму використання пестицидів і заощадити на добривах.

Якість хімічної обробки залежить від густоти покриття оброблюваної поверхні робочим розчином. FPV-дрони можуть забезпечити більш рівномірне покриття, ніж традиційні методи обприскування. Це дозволяє підвищити ефективність хімічної обробки і зменшити вплив на навколишнє середовище.

Якість хімічної обробки залежить від того, наскільки рівномірно робочий розчин покриває оброблювану поверхню. Для цього необхідно, щоб краплі робочого розчину були дрібними і утримувалися на поверхні рослин.

Раніше для досягнення цієї мети використовували великі обсяги робочого розчину і препарати-прилипачі. Однак такий підхід не підходить для дронів, оскільки призводить до збільшення ваги корисного вантажу і вимагає збільшення потужності силового устаткування.

Альтернативним підходом є ультрамалооб'ємне обприскування (УМО). При УМО використовується мінімальний обсяг робочого розчину – від 0,5 до 5 л/га. Розмір крапель при УМО становить близько 100 мікрометрів. Це дозволяє забезпечити гарне проникнення препарату в продихи навіть дуже густих посівів [1].

Технологія ультрамалооб'ємного обприскування (УМО) з використанням FPV-дронів набирає популярності у світі та в Україні.

УМО має ряд переваг перед традиційними методами обприскування, зокрема:

– рівномірне покриття оброблюваної поверхні робочим розчином;

Рис. 1. Fpv-дрони, які використовуються для моніторингу сільськогосподарських угідь

– відсутність скочування крапель;

– точність попадання крапель у продихи листя;

– зменшення обсягів робочого розчину, що сприяє використанню FPV-дронів.

В Україні технологія УМО з використанням FPV-дронів тільки розвивається. Наразі в промислових масштабах такі послуги не надаються.

Азіатські дрони, які використовуються для УМО, є для українських аграріїв важкодоступними через свою високу вартість. Наприклад, дрон Yamaha коштує майже 2,5 мільйона гривень, а дрон Agras – 385 тисяч гривень [1].

Тому вітчизняні стартапи взялися за проектування БПЛА для УМО. Серед них можна назвати компанію Kray Technologies, яка розробляє інноваційні рішення для фермерів – безпілотники з власним програмним забезпеченням.

Вважаємо, що для досягнення поставленої мети, а саме зниження вартості та підвищення ефективності FPV-дронів, необхідно використовувати симбіоз машино-тракторних агрегатів (МТА) та літальних систем. Для цього необхідно формалізувати обов'язкові та додаткові компоненти польотної частини оприскувача.

Прийнято вважати, що структура FPV-дронів складається з наступних компонентів:

Обов'язкові компоненти:

– рама;

– польотний контролер (гіроскоп, акселерометр, компас, барометр, сонар);

– апаратура радіокерування (форматування та перетворення сигналів, вбудована телеметрія);

– антени;

– двигуни;

– повітряні гвинти;

– регулятори обертів

– батарея та зарядний пристрій;

– джерело бортового живлення (індикатор заряду).

Додаткові компоненти:

– обладнання для відео каналу (відеокамера, відео комутатор, підвіс для стабілізації, приймачі відеосигналу);

– приймачі GPS (принцип визначення координат, режими старту, технології позиціонування та ін.);

– адаптер Bluetooth;

– засоби пошуку;

– дисплеї та індикатори.

Повна комплектація FPV-дронів відповідної потужності буде мати максимальну вартість, що збільшує його комерційну вартість та підвищує експлуатаційні витрати.

Загалом, FPV-дрони мають ряд переваг перед звичайними пілотованими літаками, включаючи більшу продуктивність, доступність та універсальність. Однак, існує ряд факторів, які стримують розвиток ринку FPV-дронів в багатьох країнах.

До цих факторів відносяться:

– Відсутність нормативно-правової бази, яка б регулювала використання FPV-дронів в повітряному просторі. Це ускладнює отримання дозволів на проведення аерофотозйомки та інших робіт з використанням FPV-дронів [1].

– Неврегульованість питань сертифікації, реєстрації та експлуатації FPV-дронів. Це ускладнює для користувачів придбання та використання FPV-дронів, а також підвищує ризик їхнього неправильного використання.

– Недостатня підготовка фахівців з управління FPV-дронів. Це може призвести до неякісного виконання робіт з використанням FPV-дронів, а також до безпеки.

З вирішенням цих проблем розвиток ринку FPV-дронів в багатьох країнах буде прискорюватися.

Висновки. Отже, проблема засвоєння майбутніми педагогами професійного навчання принципів роботи та використання FPV-дронів залишається актуальною.

У сільськогосподарському виробництві FPV-дрони найчастіше використовуються для картографування та внесення добрив. Однак вони також можуть виконувати інші завдання, такі як випас худоби, залісненння та запилення. Завдяки розвитку виробничих та програмних технологій сфера застосування FPV-дронів у сільському господарстві постійно розширюється.

Для більш широкого застосування FPV-дронів у сільському господарстві необхідно підвищити їхню ефективність та зменшити собівартість виробництва. Галузь активно фінансується з боку венчурних інвесторів, а провідні держави світу змінюють своє законодавство, щоб сприяти розвитку цієї технології.

У майбутньому технологія використання FPV-дронів у сільськогосподарському виробництві буде розвиватися і ставати все більш поширеною. Цей тренд обумовлений кількома факторами, зокрема:

– Технологією точного землеробства, до яких належить використання FPV-дронів, дозволяють підвищити ефективність вирощування їжі та забезпечити продовольчу безпеку.

– Зміною регуляторної політики. У багатьох країнах світу уряди створюють сприятливі умови для розвитку технологій точного землеробства, зокрема, шляхом спрощення процедури отримання дозволів на використання FPV-дронів.

– Зацікавленістю венчурних інвесторів. Венчурний капітал спрямовується на розвиток технологій точного землеробства, що сприяє їхньому швидкому зростанню.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. 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/typesof-drones-for-field-crop-production (дата звернення 24.01.2024 р.)
2. Yevhenii Marynchenko, Tetiana Serha, Tetyana Chumak, Anna Makogin, Vasyl Salabai. Psychological aspects of the landscape of modern organizational and pedagogical conditions of training of specialists through the integration of education, science and production in Ukraine. AD ALTA-Journal of Interdisciplinary Research. 2023. Vol.13. Issue 1, Special Issue XXXIV. 2023, Pp. 207–216. URL: https://www.magnanimitas.cz/13-01-xxxiv
3. Маринченко Є. О., Толмачов В. С. Залучення здобувачів вищої освіти до проєктно-дослідницької діяльності у ЗВО. *Науковий журнал «Інноваційна педагогіка».* ПУ «Причорноморський науково-дослідний

інститут економіки та інновацій», 2022. № 52 2022. С. 208 (Index Copernicus International).

REFERENCES:

1. Miller, J. O., Adkins, J. (2018). Types of drones for field crop production. University of Delaware. https://www.udel.edu/academics/colleges/canr/cooperative-extension/fact-sheets/types-of-drones-for-field-cropproduction
2. Yevhenii Marynchenko, Tetiana Serha, Tetyana Chumak, Anna Makogin & Vasyl Salabai. (2023). Psychological aspects of the landscape of modern organizational and pedagogical conditions of training of specialists through the integration of education, science and production in Ukraine. AD ALTA-Journal of Interdisciplinary Research, 13(1), Special Issue XXXIV, 207–216. URL: https://www.magnanimitas.cz/13-01-xxxiv
3. Marynchenko Ye. O. & Tolmachov V. S. (2022). Zaluchennia zdobuvachiv vyshchoi osvity do proektno-doslidnytskoi diialnosti u VNZ. [Involvement of students of higher education in project-research activities in higher education institutions]. Naukovyi zhurnal «Innovatsiina pedahohika». PU «Chornomorskyi naukovo-doslidnyi instytut ekonomiky ta innovatsii». 2022. No. 52. 165–172. http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2022/52/part_1/52-1_2022.pdf [in Ukrainian].

Толмачов В.С., Маринченко Є.О. Особливості вивчення принципів роботи та використання FPV-дронів під час підготовки майбутніх спеціалістів професійної освіти

Безпілотні літальні апарати розвиваються дуже швидко та знаходять все більше застосування в різних сферах, зокрема в сільськогосподарському виробництві. FPV-дрони (first-person view) дозволяє оператору бачити зображення з камери дрона в реальному часі. Це робить їх дуже зручними для використання в таких завданнях, як моніторинг, обстеження та навчання.

Підготовка майбутніх спеціалістів професійної освіти до роботи з FPV-дронами у сільськогосподарському виробництві є важливою задачею. Вона дозволяє майбутнім фахівцям оволодіти необхідними знаннями та навичками для ефективного використання цієї технології у своїй професійній діяльності.

Вивчення принципів роботи та використання FPV-дронів у сільськогосподарському виробництві під час підготовки майбутніх спеціалістів професійної освіти має такі особливості:

1. Вивчення FPV-дронів має бути інтегровано в освітній процес таким чином, щоб воно було органічно пов'язане з іншими дисциплінами, зокрема з такими, як агрономія, технології рослинництва, технології тваринництва, інноваційні технологій в сільськогосподарському виробництві.

2. Вивчення FPV-дронів має містити значний практичний компонент. Майбутні фахівці повинні мати можливість самостійно керувати дронами та виконувати різні завдання у сільськогосподарському виробництві.

Для ефективної підготовки майбутніх спеціалістів професійної освіти до роботи з FPV-дронами у сільськогосподарському виробництві необхідно підготувати педагогічні кадри, які мають необхідні знання та навички для викладання FPV-дронів у сільськогосподарському виробництві.

Виконання цих завдань дозволить забезпечити майбутнім спеціалістам професійної освіти якісну підготовку до роботи з FPV-дронами у сільськогосподарському виробництві та допоможе їм успішно використовувати цю технологію у своїй професійній діяльності.

Ключові слова: роторний дрон, дрони з фіксованим крилом, квадрокоптер, FPV-дрон.

Tolmachov V.S., Marynchenko Ye.O. Features of learning the principles and use of FPV drones in the preparation of future vocational education specialists

Unmanned aerial vehicles are developing very quickly and are increasingly being used in various fields, in particular in agricultural production. FPV drones (first-person view) allow the operator to see images from the drone's camera in real time. This makes them very convenient for use in tasks such as monitoring, surveying and training.

Training future specialists in vocational education to work with FPV drones in agricultural production is an important task. It allows future specialists to acquire the necessary knowledge and skills to effectively use this technology in their professional activities.

The study of the principles of operation and use of FPV drones in agricultural production during the training of future specialists in professional education has the following features:

1. The study of FPV drones should be integrated into the educational process in such a way that it is organically connected with other disciplines, in particular with such as agronomy, plant breeding technologies, animal husbandry technologies, innovative technologies in agricultural production.

2. Learning FPV drones should have a significant practical component. Future specialists must be able to independently control drones and perform various tasks in agricultural production.

In order to effectively train future vocational education specialists to work with FPV drones in agricultural production, it is necessary to train pedagogical personnel who have the necessary knowledge and skills to teach FPV drones in agricultural production.

Completion of these tasks will provide future vocational education specialists with high-quality training for working with FPV drones in agricultural production and will help them successfully use this technology in their professional activities.

Key words: rotary drone, fixed wing drones, quadcopter, FPV drone.

УДК 633.42:631.531.526.32
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.17

ФОРМУВАННЯ ТОВАРНОГО ВРОЖАЮ ТА ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ КАПУСТИ БРОКОЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ

ХРОМОВА А.В. – аспірант
orcid.org/0000-0001-7451-7879
Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. Одним із вагомих завдань агропромислового комплексу України є вирощування овочевих культур, які забезпечують населення необхідними корисними і якісними продуктами харчування. Однією з таких культур є капуста броколі. Капуста броколі – цінний продукт харчування. Серед багатьох капустяних овочів капуста броколі вважається найсмачнішою. Головки капусти броколі відзначаються цінним біохімічним складом і містять велику кількість поживних речовин. Продуктові органи цієї рослини містять близько 8,0 -10,5 % сухої речовини, цукор у головках представлений глюкозою, фруктозою і сахарозою. Цінність броколі полягає також у високому вмісті вітаміну С – 42,6-180 мг/100 г [1]. До її складу входять вітаміни групи В, вітаміни Е, А, РР, К, С і U. Крім вітамінів, броколі містить макро- і мікроелементи, такі як калій, кальцій, магній, натрій, марганець, фосфор, залізо, цинк, селен і мідь. Важливим є те, що головки капусти броколі утворюють дуже цінний білок, який за своїм амінокислотним складом не поступається білку яловичини, а наявність триптофану, лізину та ізолейцину наближає його до білка курячого яйця [2].

Згідно даних ФАО ООН, її вирощують у багатьох країнах світу. Світові площі під броколі і цвітною капустою складають близько 1,4 млн. га, а виробництво за рік сягає 26,9 млн. т. Лідерами у їх виробництві є такі країни, як Китай, Індія і Сполучені Штати Америки [3]. Капуста броколі придатна для вирощування в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Однак, вона й досі займає незначні площі (1,4 тис. га), що складає 1,2 % від загальної площі посівів овочевих культур в Україні. Її середня урожайність сягає 16,1 т/га [4]. В Україні капусту броколі відносять до нішевих культур, які мають попит на ринку, споживаються не масовим споживачем, обсяг їхнього виробництва незначний, а ціна часто визначається якісними характеристиками, такими як смак і корисність [5].

Для збільшення виробництва капусти броколі в Україні неодмінною умовою є підвищення її врожайності та поліпшення якості продукції. Формування врожаю капусти броколі залежить від комплексу факторів, таких як ґрунтово кліматичні умови вирощування, правильний підбір сортів і гібридів, оптимальні схеми і строки висадки, забезпечення збалансованого живлення рослин протягом вегетації. Однією з найважливіших умов одержання високих і стабільних врожаїв високоякісної продукції капусти броколі в Україні є впровадження у виробництво раціональної системи удобрення для рівномірного забезпечення рослин поживними речовинами протягом всього періоду вегетації. Застосування науково обґрунтованих норм мінеральних добрив є ефективним агротехнічним заходом, який сприятиме підвищенню врожайності і якості продукції капусти броколі в Україні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед усіх овочеві культур капуста броколі відрізняється високою вимогливістю до родючості ґрунту. Це зумовлено тим, що за порівняно короткий період вона утворює велику надземну масу і формує високий урожай. Показником вимогливості овочевих культур до вмісту поживних речовин у ґрунті є винесення ними елементів мінерального живлення [6]. Серед овочевих культур капусту броколі відносять до групи рослин з високим виносом елементів живлення з ґрунту. Особливо багато капусті потрібно азоту й калію. Так, на формування однієї тони товарного врожаю цій капусті необхідно близько 8,4 кг азоту, 2,8 кг фосфору і 8,0 кг калію [7].

Споживає поживні речовини у період вегетації капуста нерівномірно. В перший місяць після садіння рослини використовують поживні речовини досить повільно, проте вимогливість рослин до вмісту їх у ґрунті велика. Потреба в основних елементах живлення змінюється впродовж вегетаційного періоду. На перших фазах дуже важливим є фосфор, під час вегетативного росту – азот, а генеративного розвитку – калій. У процесі росту й розвитку рослин потреба в елементах живлення зростає, а найбільш активне засвоєння настає після фази утворення продуктивних органів, коли відбувається посилене накопичення сухої речовини [8].

Капусту броколі відносять до азотовимогливих рослин. Азот є структурним компонентом органічних сполук, бере участь у всіх обмінних процесах у рослині. Найбільш інтенсивне поглинання рослинами азоту відбувається у фазах максимального росту вегетаційної маси та формування генеративних органів. Лише за умови оптимального азотного живлення можливо максимально реалізувати потенціал сорту та отримати високоякісну продукцію [9].

Участь азоту у важливих життєвих процесах дає можливість регулювати азотне живлення рослин і збільшувати їх продуктивність. Проте надмірне азотне живлення призводить до небажаних наслідків: зменшується вміст мінеральних речовин, знижується стійкість овочів до механічних пошкоджень, погіршуються їх смакові якості; посилюється накопичення нітратів; підвищується чутливість рослин до хвороб і шкідників. За недостатнього азотного живлення гальмуються ріст і розвиток рослин, унаслідок чого знижується їх продуктивність [10].

Для нормального росту і розвитку рослини капусти броколі, окрім азоту, потребують фосфор, який використовують в невеликій кількості. Фосфор сприяє швид-

кому утворенню кореневої системи рослин. При цьому рослини краще використовують воду і поживні речовини з ґрунту, швидше формують надземну масу. За нестачі фосфору в тканині рослин накопичується нітратний азот і сповільнюється синтез білків. При дефіциті фосфору уповільнюється розвиток рослин, особливо репродуктивних органів [9].

Калій приймає участь у білковому і вуглеводному обмінах у рослинах; активно впливає на синтез вуглеводів, підвищує стійкість рослин до хвороб, посилює холодостійкість, впливає на смакові якості рослин. Недостатнє живлення калієм збільшує витрати цукрів на дихання, знижує врожайність та якість продукції [10].

Окрім макроелементів, для успішного вирощування капусти броколі важливим є забезпечення рослин мікроелементами. З найнеобхідніших для броколі мікроелементів є бор і молібден – їх вносять методом позакореневого підживлення [11]. Для рослин капусти броколі дефіцит бору призводить до втрати товарного вигляду та якості суцвіття [12]. Рослини капусти броколі позитивно реагують на застосування молібденових добрив. Під впливом молібдену в рослинах збільшується також вміст вуглеводів, каротину й аскорбінової кислоти, підвищується вміст білкових речовин [9]. Молібден важливий для підвищення врожайності капусти броколі, її якості (вміст цукру та вітаміну С) та впливає на лежкість [13].

Капуста броколі може рости і давати хороші врожаї на різних типах ґрунтів, однак найкраще для неї придатні легкосуглинкові ґрунти з високим вмістом поживних речовин і слабо кислою реакцією, що швидко прогріваються і легко віддають рослинам вологу й поживні речовини [1].

Останніми роками все більше вчених приділяють увагу дослідженням з вивчення окремих елементів технології вирощування капусти броколі в Україні, а саме Бондаренко В.А. [14], Дидів О.Й. [15], Ковтунюк З.І. [16], Чередниченко В.М. [17] та ряд інших дослідників. Зокрема питанням підвищення врожайності та якості капусти броколі з використанням мінерального добрива займались колектив вчених Дидів О.Й., Дидів І.В., Дидів А.І. [18]. За результатами їх досліджень встановлено, що в умовах Західного Лісостепу України ефективним агрозаходом підвищення врожайності капусти броколі є застосовування мінерального добрива Нітроамофоска-М в нормі 600 кг/га. Використання таких норм добрив забезпечує високу врожайність у гібридів Монако та Белстар з високими якісними показниками товарної продукції [18].

З огляду на це постає необхідність дослідити особливості мінерального живлення капусти броколі в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Мета досліджень: дослідити вплив удобрення на урожайність капусти броколі та її якість в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили протягом 2021-2023 рр. на дослідному полі кафедри плодоовочівництва і зберігання продукції рослинництва Державного біотехнологічного університету. Земельне угіддя знаходиться на території Харківського району, ґрунтово-кліматичні умови поля є типовими для зони Лівобережного Лісостепу України. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий важкосуглинковий на лесовидних суглинках. Польові досліди проводили згідно загальноприйнятих методик [19-21]. Агрохімічні дослідження проводилися в лабораторії агрохімічних досліджень та якості продукції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України (Харківська обл., Харківський р-н, селище Селекційне).

Дослідження проводили з ранньостиглим гібридом капусти броколі Агассі F1, що внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні [22]. Для удобрення дослідних ділянок, відповідно до схеми досліду, використовували мінеральні добрива: нітроамофоску (16:16:16) та аміачну селітру (34,4) та мікродобрива: Айдамін-бор-молібден та Плантафол 10.54.10. Нітроамофоску і аміачну селітру застосовували врозкид під весняну культивацію. Айдамін-бор-молібден та Плантафол 10.54.10 способом позакореневого підживлення.

Капусту вирощували розсадним способом. Насіння висівали у третій декаді березня в касети з 160 чарунками. У відкритий ґрунт розсаду висаджували у віці 40-45 діб – у другій декаді травня. Розсада мала три-чотири справжні листки Схема розміщення рослин – (40+100)х35 см. Густота рослин – 40,8 тис. шт./га. Дослід однофакторний. Площа облікової ділянки 20 м^2. Розміщення варіантів систематичне. Повторність в досліді триразова. Врожай збирали вибірково при настанні технічної стиглості. Облік урожаю проводили окремо для кожної ділянки.

Результати досліджень. В результаті проведених фенологічних спостережень за розвитком рослин капусти броколі встановлено, що тривалість перебігу фенологічних фаз протягом вегетаційного періоду залежала від удобрення, а також гідротермічних умов року. Слід відмітити, що розвиток рослин на початку росту не відрізнявся по варіантах, що пов'язано з дотриманням принципу єдиної відмінності під час проведення досліду. Так у середньому за три роки масові сходи з'явилися на 5 добу, а поява першого справжнього листка спостерігалась на 21 добу після сходів. Розсаду капусти броколі висаджували у відкритий ґрунт у віці 44 доби (табл. 1).

Аналізуючи тривалість міжфазних періодів досліджуваних варіантів, встановлено, що період від висаджування до формування головок був в межах 56-64 доби, довше цей період тривав у варіанті без удобрення. Дати настання технічної стиглості головок різнилися по варіантах. Період від висаджування до технічної стиглості становив від 65 до 74 діб. Слід відмітити, що варіанти з удобренням досягли технічної стиглості на 6-9 діб раніше, порівняно з контрольним варіантом без удобрення. Тобто недостатній рівень забезпечення елементами живлення гальмував розвиток рослин і затримував формування головок.

Рослини капусти броколі у період технічної стиглості різнилися за біометричними показниками, які залежали від удобрення (табл. 2). Дані проведених вимірювань свідчать, що висота рослин була у межах 50,2-56,7 см. Менша висота рослин була відмічена у контрольному варіанті без удобрення. Вищим цей показник був при

Таблиця 1

Тривалість міжфазних періодів рослин капусти броколі залежно від удобрення (середнє за 2021-2023 рр.)

Варіант досліду	Тривалість міжфазних періодів, діб					
	Посів насіння – сходи	Сходи – поява першого справжнього листа	Поява сходів – висаджування розсади	Висаджування розсади – початок формування головок	Формування головок – технічна стиглість	Висаджування розсади – технічна стиглість
Без удобрення (контроль)	5	21	44	64	10	74
$N_{90}P_{90}K_{90}$ Нітроамофоска (фон)	5	21	44	58	9	68
$N_{120}P_{90}K_{90}$ Нітроамофоска + аміачна селітра	5	21	44	57	9	66
$N_{120}P_{90}K_{90}$ Нітроамофоска + аміачна селітра + Айдамін-бор-молібден	5	21	44	57	8	65
$N_{120}P_{90}K_{90}$ Нітроамофоска + аміачна селітра + Плантафол 10.54.10	5	21	44	56	9	66

Таблиця 2

Біометричні показники рослин капусти броколі у фазу технічної стиглості залежно від удобрення (середнє за 2021-2023 рр.)

Варіант досліду	Діаметр стебла біля поверхні ґрунту, мм	Висота рослини, см	Кількість листків, шт.	Діаметр розетки листя, см	Розмір листової пластини, см	
					довжина	ширина
Без удобрення (контроль)	27,7	50,2	13,4	56,7	22,6	13,2
$N_{90}P_{90}K_{90}$ Нітроамофоска (фон)	29,5	53,3	14,9	60,9	23,3	13,4
$N_{120}P_{90}K_{90}$ Нітроамофоска + аміачна селітра	30,6	56,5	15,9	61,0	26,3	14,0
$N_{120}P_{90}K_{90}$ Нітроамофоска + аміачна селітра + Айдамін-бор-молібден	29,5	56,7	15,9	59,7	25,8	14,0
$N_{120}P_{90}K_{90}$ Нітроамофоска + аміачна селітра + Плантафол 10.54.10	30,9	56,6	16,0	60,2	26,3	14,3

удобренні нітроамофоска + аміачна селітра ($N_{120}P_{90}K_{90}$) в поєднанні з позакореневими підживленнями мікродобривом Айдамін-бор-молібден і становив 56,7 см, що на 6,5 см більше ніж у контрольному варіанті.

Кількість листків – один із показників фотосинтетичного потенціалу. Аналізуючи одержані результати досліджень, встановлено, що більшу кількість листків на одній рослині мали варіанти з удобренням в межах 14,9-16,0 шт і мали різницю від контрольного варіанту. Більшим цей показник був при удобренні нормою $N_{120}P_{90}K_{90}$ з позакореневим підживленням мікродобривом Плантафол 10.54.10, що перевищувало контроль на 2,6 шт.

Діаметр розетки листя у середньому за роки досліджень був в межах 56,7-61,0 см. Більшим діаметром стебла біля поверхні ґрунту відрізнявся варіант з нормою добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ + Плантафол 10.54.10 і становив 30,9 мм.

Отже, застосування добрив позитивно впливало на ріст рослин капусти броколі, що відображалося у збільшенні біометричних показників. Застосування мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ в поєднанні з позакореневим підживленням мікродобривом Плантафол 10.54.10 забезпечили більший діаметр стебла, кількість листків і діаметр розетки листя.

Застосування добрив вливало і на якісні показники врожаю капусти броколі. Слід зазначити, що продуктивність рослин броколі залежить від маси центра-льної головки. Зокрема, маса центральної головки у дослідних варіантах знаходилась в межах 186,1-299,4 г (табл. 3). Більшу масу центральної головки 299,4 г отримали при удобренні нормою $N_{120}P_{90}K_{90}$ + Айдамін-бор-молібден, що перевищувало контрольний варіант на 113,3 г. Більший діаметр центральної головки 13,3 см забезпечили варіанти з позакореневим підживленням мікродобривами.

Таблиця 3

Якісні показники врожаю капусти броколі залежно від удобрення (середнє за 2021-2023 рр.)

Варіант досліду	Маса центральної головки, г	Діаметр центральної головки, см	Загальна маса бокових головок, г	Урожайність,т/га				+- до контролю, т/га	Товарність врожаю, %
				2021	2022	2023	середнє		
Без удобрення (контроль)	186,1	12,0	82,3	9,5	9,2	8,7	9,1		68
$N_{90}P_{90}K_{90}$ Нітроамофоска (фон)	229,6	12,6	96,7	9,0	10,3	11,4	10,2	+1,1	89
$N_{120}P_{90}K_{90}$ Нітроамофоска + аміачна селітра	271,1	13,1	123,2	11,6	12,4	14,7	12,9	+3,8	94
$N_{120}P_{90}K_{90}$ Нітроамофоска + аміачна селітра + Айдамін-бор-молібден	299,4	13,3	107,2	13,7	12,7	14,2	13,5	+4,4	97
$N_{120}P_{90}K_{90}$ Нітроамофоска + аміачна селітра + Плантафол 10.54.10	288,7	13,3	109,3	11,4	12,9	14,9	13,1	+4,0	95

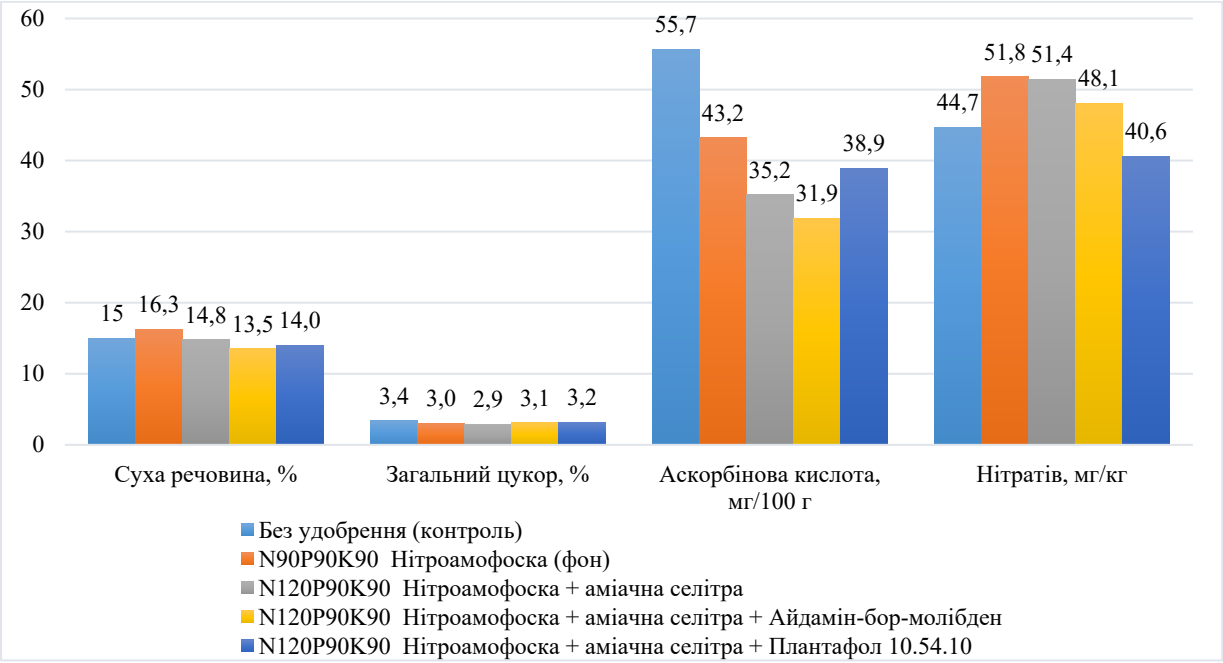


Рис. 1. Біохімічний склад головок капусти броколі залежно від удобрення

Одним з основних показників ефективності застосування добрив є врожайність. За результатами дослідження встановлено, що застосування добрив не тільки підвищує врожайність, а й покращує товарність і якість врожаю. Характеризуючи врожайність досліджуваних варіантів, можна сказати, що більшу середню врожайність 13,5 т одержали при удобренні нормою $N_{120}P_{90}K_{90}$ + Айдамін-бор-молібден, що забезпечило прибавку врожаю на 4,4 т, а також товарність врожаю на рівні 97 %.

При використанні мінеральних добрив для удобрення капусти броколі, які забезпечують підвищення врожайності, важливим є також отримання якісної продукції. Якість продукції визначається вмістом компонентів хімічного складу у головках капусти броколі. У результаті проведеного біохімічного аналізу головок капусти броколі у фазі технічної стиглості, встановлено, що показники різнилися по варіантах досліду і залежали від системи удобрення (рис. 1).

Так, зі збільшення норм добрив, вміст аскорбінової кислоти у головках зменшувався. Меншим цей показник був при нормі добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ + Айдамін-бор-молібден і становив 31,9 мг/100 г, що на 23,8 мг менше за контрольний варіант. Така ж закономірність спостерігається за вмістом загального цукру, який

зменшувався на 0,5-0,2 % при застосуванні добрив. Вміст сухої речовини у досліджуваних варіантах коливався в межах 13,5-16,3 %, більшим цей показник був при удобренні нормою $N_{90}P_{90}K_{90}$ і становив 16,3 %. Підживлення мікродобривами покращувало біохімічні показники, порівняно з варіантами без позакореневих підживлювань.

Загальновідомо, що негативним наслідком використання добрив, може бути накопичення нітратів у продукції. У наших дослідженнях вміст нітратів був в межах 40,6-51,8 мг/кг, що не перевищувало ГДР (400 мг/кг сирої маси).

Висновки. В умовах Лівобережного Лісостепу України для підвищення врожайності капусти броколі ефективним є використання мінеральних добрив, а для поліпшення якості продукції – мікродобрив для позакореневих підживлень. Вищу врожайність на рівні 13,5 т з прибавкою врожаю до контролю 4,4 т/га і товарність врожаю на рівні 97 % отримали при удобренні мінеральними добривами нітроамофоска і аміачна селітра нормою $N_{120}P_{90}K_{90}$ в поєднанні з позакореневими підживленнями мікродобривом Айдамін-бор-молібден.

Застосування мінеральних добрив пришвидшило настання технічної стиглості головок капусти броколі на 6-9 діб, а також позитивно впливало на наростання вегетативної маси, тобто збільшення біометричних показників. Більшу кількість листків – 16,0 шт., більший діаметр стебла – 30,9 мм і більшу розетку листя – 60,2 см, одержано на варіанті з позакореневими підживленнями мікродобривом Плантафол 10.54.10. Зі збільшенням доз мінеральних добрив спостерігається певне зменшення деяких біохімічних показників якості продукції: знижується вміст вітаміну С на 12,5-23,8 мг/100 г, загального цукру на 0,5-0,2 %, вміст нітратів при цьому збільшується, але не перевищує ГДР.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дидів О., Дидів І., Дидів А. Комерційна культура броколі. *Агрономічний зошит.Овочівництво.* 2018. Март № 3 (155). С. 26-32.
2. Сидякіна О.В., Сахно І.М. Сучасний стан та перспективи вирощування капусти броколі. *Наукові горизонти*. 2020. № 02 (87). С. 101-110.
3. The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). URL: http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QC (дата звернення: 19.09.2023).
4. Державна служба статистики в Україні. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/ (дата звернення: 01.10.2023).
5. Черевко І. Поняття нішевих культур та їхнє місце у диверсифікації сільськогосподарського виробництва. *Теорія і методика наукових досліджень. Аграрна економіка.* 2018. Т. 11. № 1-2. С. 5-14. URL: https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/448686.pdf (дата звернення: 16.11.2023).
6. Яровий Г.І., Романов О.В. Овочівництво: навч. посібник. Харків : ХНАУ, 2017. 376 с.
7. Барабаш О.Ю., Тараненко Л.К., Сич З.Д. Вплив факторів навколишнього середовища на ріст і розвиток рослин овочевих культур. Біологічні основи овочівництва. URL: https://agromage.com/stat_id.php?id=726 (дата звернення: 01.10.2023).
8. Гіль Л.С., Пашковський А.І., Суліма Л.Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч. 2. Відкритий ґрунт : навчальний посібник. Вінниця : Нова Книга, 2008. 312 с.
9. Корнієнко С.І. та ін. Удобрення овочевих та баштанних культур: монографія. Вінниця : ТОВ «Ніланд-ЛТД», 2014. 370 с.
10. Господаренко Г. М. Агрохімія : підручник. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2019. 560 с.
11. Технологія вирощування капусти. Rijk Zwaan. URL: https://apg.land/docs/catalogues/rijk-zwaan/Technology%20of%20cabbage%20cultivation.pdf (дата звернення: 22.12.2023).
12. Результати застосування добрив «ЕКООРГАНІК». 2020. URL: https://ecoorganic.ua/uploads/cc1345a60e62b12d5f02ea578eccf02b.pdf (дата звернення: 22.12.2023).
13. Дефіцит елементів живлення – капуста. Yara. URL: https://www.yara.ua/crop-nutrition/cabbage/877/254/ (дата звернення: 19.12.2023).
14. Бондаренко В.А. Лежкоздатні властивості капусти броколі та брюсельської : дис. … канд. с.-г. наук: Харків, 2017. 314 с.
15. Дидів О. Урожайність і якість гібридів капусти броколі в Західному Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія : Агрономія.* 2016. № 20. С. 98-102. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2016_20_22 (дата звернення -10.10.2023).
16. Ковтунюк З., Усатюк О. Підбір сортименту та особливості вирощування капусти броколі в літньо-осінній період. *Овочівництво України: історія, традиції, перспективи:* матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Умань, 21-22 вересня 2016 р. Умань: Візаві, 2016. С. 47-49.
17. Чередниченко. В. М. Вирощування капусти броколі у тунельних укриттях з укривним матеріалом плівка поліетиленова перфорована в умовах Лісостепу України: *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України.* 2013. № 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2013_3_6 (дата звернення -10.12.2023).
18. Дидів О.Й., Дидів І.В., Дидів А.І. Підвищення врожайності та якості капусти броколі за використання нового комплексного мінерального добрива нітроамофоска-М. *Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву: каталог інноваційних розробок* / за заг. ред. В.В. Снітинського, І.Б. Яціва. Вип. 20. Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2020. С. 32-33.
19. Мойсейченко В. Ф. Основи наукових досліджень у плодівництві, овочівництві, виноградарстві та технології зберігання плодоовочевої продукції. Київ: НМК ВО, 1992. 364 с.
20. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / Рожков А. О. та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 316 с.
21. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві/ за ред. Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка. Харків: Основа, 2001. 368 с.
22. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2023 р. URL: https://data.gov.ua/dataset/22d2fe72-1f3b-414c-9ba5-e28af3917719 (дата звернення -14.11.2023).

REFERENCES:

1. Dydiv O., Dydiv I., Dydiv A. (2018). *Komertsiyna kultura brokoli.* [Commercial culture of broccoli]. Agronomic Notebook. Vegetable growing, March, (155), pp.26-32 [in Ukrainian].
2. Sydyakina O.V., Sakhno I.M. (2020). *Suchasnyy stan ta perspektyvy vyrashchuvannya kapusty brokoli.* [Current state and prospects of broccoli cultivation]. Scientific Horizons, February, (87), pp. 101-110. [in Ukrainian].
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Retrieved September 19, 2023, from http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QC.(date of application: 19.09.2023).
4. Derzhavna sluzhba statystyky v Ukraini [State Statistics Service of Ukraine] URL: http://www.ukrstat.gov.ua/ (Accessed: October 1, 2023). [in Ukrainian].
5. Cherevko, I. (2018). *Poniattia nishevykh kultur ta yikhne mistse u dyversyfikatsii sil's'kohospodars'koho vyrobnytstva. Teoriia i metodyka naukovykh doslidzhen'. Ahrarna ekonomika*. [Concept of niche cultures and their role in diversificationof agricultural production. Theory and Methodology of Scientific Research. Agrarian Economics]. 11(1-2), 5-14. URL: https://journals.indexcopernicus. com/api/file/viewByFileId/448686.pdf. (Accessed: November 16, 2023). [in Ukrainian].
6. Yaroviy, H.I., Romanov, O.V. (2017). Ovochivnytstvo: navch. posibnyk [Vegetable Growing: A Teaching Manual]. Kharkiv: KhNAU.pp.376 [in Ukrainian].
7. Barabash, O.Y., Taranenko, L.K., Sych, Z.D. Vplyv faktoriv navkolishn'ogo seredovyshcha na rist i rozvytok roslyn ovochevykh kultur [The impact of environmental factors on the growth and development of vegetable crops]. Biolohichni osnovy ovochivnytstva. [Biological foundations of vegetable growing]. URL: https://agromage.com/stat_id.php?id=726 (Accessed October 1, 2023). [in Ukrainian].
8. Hil, L.S., Pashkovskyi, A.I., Sulima, L.T. (2008). S*uchasni tekhnolohii ovochivnytstva zakrytoho i vidkrytoho gruntu. Ch. 2. Vidkrytyi grunt: navchalnyi posibnyk.* [Modern technologies of vegetable growing in closed and open ground. Part 2. Open ground: a textbook]. Vinnytsia: Nova Knyha, pp. 312.[in Ukrainian].
9. Korniienko, S.I., et al. (2014). *Udobrennia ovochevykh ta bashtannykh kultur: monohrafiia.* [Fertilization of vegetable and melon crops: a monograph]. Vinnytsia: LLC "Nilan-LTD" pp.370. [in Ukrainian].
10. Gospodarenko, G. M. (2019). *Agrokhimiya: pidruchnyk* [Agrochemistry: textbook]. Kyiv: TOV "SIK HRUP UKRAINA". pp.560. [in Ukrainian].
11. Rijk Zwaan.*Tekhnolohiia vyrashchuvannia kapusty.* [Technology of cabbage cultivation]. URL: https://apg.land/docs/catalogues/rijk-zwaan /Technology%20of%20cabbage%20cultivation.pdf.(Accessed: December 22, 2023).
12. *Rezultaty zastosuvannia dobryv "EKOOHRANIK". (2020).* [Results of using "EKOORGANIK" fertilizers]. URL: https://ecoorganic.ua/uploads /cc1345a60e62b12d-5f02ea578eccf02b.pdf.(Accessed: December 22, 2023). [in Ukrainian].
13. *Defitsyt elementiv zhyvlennya – kapusta. Yara.* [Nutrient Deficiency – Cabbage. Yara]. URL: https://www.yara.ua/crop-nutrition/cabbage/877/254/ (Accessed: December 19, 2023).
14. Bondarenko V.A. (2017). *Lezhkozdatni vlastyvosti kapusty brokoli tabryusel'skoyi.* [Bedding properties of broccoli and Brussels sprouts]. Unpublished doctoral dissertation, Kharkiv.pp. 314. [in Ukrainian].
15. Dydiv O. (2016). *Urozhainist i yakist hibrydiv kapusty brokoli v ZahidnomuLisostepu Ukrayiny. Visnyk Lvivs'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu. Seriya : Ahronomiya.*[Yield and quality of broccoli cabbage hybrids in the Western Forest-Steppe of Ukraine. Bulletin of Lviv National Agrarian University. Series: Agronomy]. № 20, pp.98-102. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ Vlnau_act_2016_20_22 (Accessed: October 10, 2023).[in Ukrainian].
16. Kovtunyuk, Z., & Usatyuk, O. (2016). *Pidbir sortimentu ta osoblyvosti vyrashchuvannya kapusty brokoli v litn'o-osinniy period. Ovochivnytstvo Ukrainy: istoriya, tradytsii, perspektyvy: materialy Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiy.* [Selection of assortment and features of growing broccoli in the summer-autumn period. Vegetable farming in Ukraine: history, traditions, prospects: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Uman: Vizavi. pp. 47-49. [in Ukrainian].
17. Cherednichenko, V. M. (2013). *Vyrashchuvannya kapusty brokoli u tunnel'nykh ukryttyakh z ukryvnym materialom plivka polietilenova perforovana v umovakh Lisostepu Ukrainy. Naukovi dopovidi Natsional'nogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy.* [Growing broccoli in tunnel shelters with perforated polyethylene covering in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. Scientific Reports of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine]. No. 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2013_3_6 (Accessed December 10, 2023).[in Ukrainian].
18. Didiv, O. Y., Didiv, I. V., & Didiv, A. I. (2020). *Pidvyshchennya vrozhaistosti ta yakosti kapusty brokoli za vykorystannya novogo kompleksnogo mineral'nogo dobryva nitroamofoska-M.* [Increasing the yield and quality of broccoli using a new complex mineral fertilizer nitroamophosca-M]. Scientists of Lviv National Agrarian University in production: catalog of innovative developments, edited by V. V. Snitinsky and I. B. Yatsiv, Issue 20. Lviv: Lviv National Agrarian University. pp. 32-33. [in Ukrainian].
19. Moyseichenko, V. F. (1992). *Osnovy naukovykh doslidzhen u plodivnytstvi, ovochivnytstvi, vynohradarstvi ta tekhnolohiyi zberihannia plodoovochevoyi produktsii*. [Fundamentals of Scientific Research in Pomology, Vegetable Growing, Viticulture, and Technology of Fruit and Vegetable Storage]. Kyiv: NMC VO.pp. 364. [in Ukrainian].
20. Rozhkov, A. O. (2016). *Doslidna sprava v ahronomiyi: navch. posibnyk: u 2 kn. Kn. 1. Teoretychni aspekty doslidnoyi spravy*. [Research in Agronomy: A Textbook in 2 Volumes. Vol. 1. Theoretical Aspects of Research]. Kharkiv: Maydan. pp.316. [in Ukrainian].
21. Bondarenko, G. L., & Yakovenko, K. I. (2001). *Metodyka doslidnoyi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi* [Research Methodology in Vegetable Growing and Gardening]. Kharkiv: [Osnova]. pp.368. [in Ukrainian].
22. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlya poshyrennia v Ukrayini na 2023 r. [State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine in 2023]. URL: https://data.gov.ua/dataset/22d2fe72-1f3b-414c-9ba5-e28af3917719 (Accessed – November 14, 2023). [in Ukrainian].

Хромова А.В. Формування товарного врожаю та якості продукції капусти броколі залежно від удобрення

Дослідження присвячені вивченню закономірності формування рівня урожайності та якості продукції капусти броколі залежно від застосування різних норм мінеральних добрив в поєднанні з позакореневими підживленнями мікродобривами**. Метою досліджень** було дослідити вплив удобрення на урожайність капусти броколі та її якість в умовах Лівобережного Лісостепу України. **Методи досліджень:** лабораторний, польовий, математично-статистичний. Дослідження проводили протягом 2021-2023 рр. на дослідному полі Державного біотехнологічного університету. Ґрунтово-кліматичні умови поля є типовими для зони Лівобережного Лісостепу України. Дослідження проводили з ранньостиглим гібридом капусти броколі Агассі F1. Для удобрення дослідних ділянок, відповідно до схеми досліду, використовували мінеральні добрива: нітроамофоску (16:16:16) та аміачну селітру (34,4) та мікродобрива для позакореневих підживлень: Айдамін-бор-молібден та Плантафол 10.54.10. Нітроамофоску і аміачну селітру застосовували врозкид під весняну культивацію. Айдамін-бор-молібден та Плантафол 10.54.10 способом позакореневого підживлення. **Результати.** Період від висаджування до технічної стиглості становив від 65 до 74 діб. Варіанти з удобренням досягли технічної стиглості на 6-9 діб раніше, порівняно з контрольним варіантом без удобрення. Застосування добрив позитивно впливало на ріст рослин капусти броколі, що відображалося у збільшенні біометричних показників. Застосування мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ в поєднанні з позакореневим підживленням мікродобривом Плантафол 10.54.10 забезпечили більший діаметр стебла – 30,9 мм, кількість листків – 16,0 шт. Застосування добрив підвищує врожайність, покращує товарність і якість врожаю. Урожайність досліджуваних варіантів була в межах 9,1-13,5 т/га і була більшою у варіанті $N_{120}P_{90}K_{90}$ в поєднанні з позакореневими підживленнями мікродобривом Айдамін-бор-молібден. Збільшення норм добрив зменшувало вміст деяких компонентів біохімічного складу головок капусти броколі. Вміст нітратів був в межах 40,6-51,8 мг/кг, що не перевищувало ГДР (400 мг/кг сирої маси). **Висновки.** Вищу врожайність на рівні 13,5 т/га з прибавкою врожаю до контролю 4,4 т/га і товарність врожаю на рівні 97 % отримали при удобренні мінеральними добривами нітроамофоска і аміачна селітра нормою $N_{120}P_{90}K_{90}$ в поєднанні з позакореневими підживленнями мікродобривом Айдамін-бор-молібден.

Ключові слова: тривалість міжфазних періодів, біометричні показники, урожайність, товарність, капуста броколі, удобрення, біохімічний склад.

Khromova A.V. Formation of marketable yield and product quality of broccoli depending on fertilizer

Research is devoted to the study of the regularity of formation of yield and quality of broccoli cabbage depending on the application of different rates of mineral fertilizers in combination with foliar top dressing with microfertilizers. **Purpose:** to investigate the yield structure of broccoli depending on fertilization in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine. **Methods:** laboratory, field, mathematical and statistical. The research was conducted during 2021-2023 at the research field of the State Biotechnological University. The soil and climatic conditions of the field are typical for the Left Bank Forest-Steppe zone of Ukraine. The research was conducted with the Agassi F1 early maturing hybrid of broccoli. Mineral fertilizers were used to fertilize the experimental plots, according to the experiment scheme: nitroammophoska (16:16:16) and ammonium nitrate (34.4) and microfertilizers for foliar feeding: Idamine-boron-molybdenum and Plantafol 10.54.10. Mineral fertilizers were used for spring cultivation. **Results.** The period from planting to technical maturity was 65 to 74 days. Variants with fertilizer reached technical ripeness 6-9 days earlier, compared to the control variant without fertilizer. The application of fertilizers had a positive effect on the growth of broccoli cabbage plants, which was reflected in an increase in biometric indicators. The use of mineral fertilizers in the norm $N_{120}P_{90}K_{90}$ in combination with foliar fertilization with microfertilizer Plantafol 10.54.10 ensured a larger diameter of the stem – 30.9 mm, the number of leaves – 16.0 pcs. The use of fertilizers increases yield, improves the marketability and quality of the crop. The yield of the tested variants was in the range of 9.1-13.5 t/ha and was higher in the $N_{120}P_{90}K_{90}$ variant in combination with foliar fertilizing with Idamine-boron-molybdenum microfertilizer. An increase in fertilizer rates decreased the content of some components of the biochemical composition of broccoli heads. The content of nitrates was in the range of 40.6-51.8 mg/kg, which did not exceed the MPL (400 mg/kg of raw weight). **Conclusions.** A higher yield at the level of 13.5 tons and marketability of the crop at the level of 97 % was obtained when fertilizing with mineral fertilizers nitroammophos and ammonium nitrate at the rate of $N_{120}P_{90}K_{90}$ in combination with foliar fertilizing with microfertilizer Idamine-boron-molybdenum.

Key words: duration of interphase periods, biometric indicators, yield, marketability, broccoli cabbage, fertilizer, biochemical composition.

УДК 633.854.78:631. 81
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.18

РЕГУЛЯТОРИ РОСТУ В ПОСІВАХ СОНЯШНИКУ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

ЦИЛЮРИК О.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-7479-8401
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
ОСТАПЧУК Я.В. – аспірант PhD
orcid.org/0000-0002-9044-5122
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Проблема зміни напрямку розвитку сільського господарства в степових районах України у контексті змін екологічних чинників, клімату, розширення посівів соняшнику та нехтування сівозмінами є актуальною та вимагає негайного вирішення. Зазначені фактори призводять до посилення ерозійних процесів, надмірного антропогенного навантаження, дисбалансу водного, поживного режимів та гумусного стану чорноземів. Для забезпечення стійкого розвитку сільськогосподарського виробництва в цих умовах, необхідно впроваджувати сучасні технології, які спрямовані на послаблення негативного впливу зазначених чинників і поліпшення поживної системи рослин соняшнику.

Одним із ключових аспектів є врахування ґрунтово–кліматичних умов та вологість чорнозему при вирощуванні соняшнику. Мінімізація обробітку ґрунту може допомогти у збереженні структури ґрунту та запобіганні ерозійним процесам. Також важливо враховувати кількість післяжнивних решток та фітосанітарний стан культури для попередження поширення захворювань.

Використання широкого спектру мікродобрив та регуляторів росту рослин, поряд із мінеральними і органічними добривами, може значно покращити поживну систему ґрунту та підвищити врожайність соняшнику. Важливо забезпечити баланс між використанням ресурсів та їхнім відновленням для уникнення деградації природних ресурсів.

Врахування усіх цих аспектів у сільськогосподарській діяльності допоможе забезпечити стійке та ефективне вирощування соняшнику в степових районах України, зберігаючи екологічну рівновагу та природні ресурси.

Зміна напрямку розвитку сільського господарства в степових районах України в контексті змін екологічних чинників [1], клімату [2], розширенням площ посівів соняшнику в структурі сівозмін подекуди до 40 % та нехтування сівозмінами супроводжується підвищенням ерозійних процесів, надмірним антропогенним навантаженням, дисбалансом водного, поживного режимів і гумусного стану чорноземів потребує впровадження сучасних елементів технологій. В зв'язку із цим для послаблення дії негативних чинників і поліпшення поживної системи рослин соняшнику потрібно враховувати ґрунтово-кліматичні умови, вологість чорнозему, мінімізацію обробітку ґрунту, кількість післяжнивних решток і фітосанітарний стан культури, використовуючи поряд із мінеральними і органічними добривами широкий спектр мікродобрив та регуляторів росту рослин [3–5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед основних елементів технології виробництва насіння соняшнику, більш ширшу увагу слід надавати передпосівному обробітку насіння, а зокрема протруюванню та обробці регуляторами росту [6].

Регулятори росту рослин різного походження мають перевагу використання яка полягає у зниженні мутагенного вплив гербіцидів, негативних антропогенних чинників різної природи та зміни кліматичних умов вирощування. Завдяки регуляторним механізмам регуляторів прискорюється розвиток листкової поверхні та активізуються ключові функції, важливі для життя рослин: утворення мембран, мітоз, процеси дихання і фотосинтезу живлення, росту і розвитку та формування розгалуженої кореневої системи з підвищеною поглинальною здатністю. Обробіток насіння чи обприскування вегетуючих рослин сприяє зростанню економічної ефективності рослинництва та зниженню вмісту нітратів і іонів важких металів в основній продукції. Тобто регулятори росту мають виражену антистресову дію на рослини [7–9].

Для біологічного стимулювання насіння і покращення його якості вченими та фахівцями запропоновано багато засобів (біологічно активні речовини, біопрепарати, регулятори росту), які при вмілому використанні можуть бути ефективними елементами адаптованих технологій вирощування культур [10].

Деякі з регуляторів росту, особливо, нового покоління довели свою відмінну фунгіцидну активність і застосовуються в поєднанні з фунгіцидами. Ці препарати можна використовувати для передпосівного обробітку насіння та обприскування посівів [11]. Поєднання регуляторів росту рослин із пестицидами скорочує дозу препаратів на 25–30% без пониження їх захисної ефективності [12–13].

Регулятори росту рослин являють собою природні чи синтетичні органічні речовини, які можуть стимулювати чи навпаки пригнічувати ріст і розвиток рослин, не знищуючи їх. Регулятори росту природнього походження – це рослинні гормони, які виробляються у рослинах в невеликих кількостях і є необхідними для життєдіяльності рослин. До них відносяться гібереліни, цитокініни, ауксини та брасиностероїди, що стимулюють ріст і розвиток рослин. [14].

Синтетичні регулятори росту із антигібереліновою дією широко використовуються як ретарданти. Це речовини, які уповільнюють ріст рослин догори, зміцнюючи при цьому стебло, і особливо важливі для запобігання виляганню зернових культур, особливо в умовах перезволоження. Найважливішими із них є хлормек-

ватхлорид, мепікватхлорид і етефон, що використовуються для обробки зернових культур [15, 16].

В зв'язку із впровадженням у виробництво найсучасніших регуляторів росту, біопрепаратів та нових продуктивних гібридів соняшнику, вплив цих технологічних факторів на процеси листкоутворення, кореневутворення і формування врожайності вивчено недостатньо [17–19].

Вирішення зазначеної проблеми полягає у оптимізації продуктивності соняшнику шляхом впровадження біологічних регуляторів росту (Вимпел К–2, Регоплант, Трептолем та Церон) у технологіях вирощування соняшнику [20, 21]. Препарати забезпечують посилений розвиток кореневої системи і ріст активності клітинного дихання, стабілізують корисну мікрофлору ґрунту, підвищують ефективність пестицидів і, як наслідок, збільшують врожайність соняшнику. Однак дані про вплив різних регуляторів росту рослин на соняшник є нечисленними і часто суперечливими.

Мета. Вивчити вплив різних регуляторів росту на морфогенез, ріст, розвиток та продуктивність різностиглих гібридів соняшнику в степових умовах України. Визначити найбільш раціональні регулятори росту під соняшник, що забезпечують стійкість до хвороб і негативних факторів середовища, а також сприятимуть оптимальному росту та розвитку рослин і отриманню стабільно високих урожаїв соняшнику.

Матеріали та методика досліджень. Польові експерименти були сплановані та проведені відповідно до загальноприйнятих дослідницьких методологій [22, 23]. Експериментальна робота проводилась у 2019–2021 рр. на дослідному полі Дніпровського державного аграрно–економічного університету в 5 – пільній сівозміні чистий пар – озима пшениця – кукурудза – ячмінь ярий – соняшник з метою вивчення ефективності передових елементів технології вирощування польових культур. Технологія вирощування соняшнику була загальноприйнятою для степової зони. Основний обробіток ґрунту проводили важкою бороною БДВ–3 глибиною 8,0–10,0 см у два сліди відповідно до розвитку бур'янів. Оранку проводили у жовтні полицевим плугом ПО–3–35 глибиною 20–22 см.

Під час передпосівної культивації було внесено ґрунтовий гербіцид на основі ацетохлору 900 г/л – 2,5 л/га і мінеральні добрива в нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$. Посів проводився сівалкою GREAT PLAINS PD8070 із нормою висіву 55000 насінин на гектар. В досліді висівали вітчизняні гібриди кукурудзи різної групи стиглості, а саме середньостиглий гібрид SY Kupava, середньоранній гібрид Sumiko HTS та середньопізній гібрид Subaro HTS.

На фоні зазначених гібридів було закладено внесення чотирьох варіантів регуляторів росту рослин:

1. Контроль (без застосування препаратів);
2. Вимпел К–2 – 0,70 л/га;
3. Архітект – 0,50 л/га;
4. Церон – 0,50 л/га.

Внесення стимуляторів росту проводили в фазу 6–8 пар листків соняшника.

Вимпел К–2 – стимулятор, який підвищує стійкість соняшнику до стресів, таких як холод, посуха та хвороби, сприяє проростанню насіння, росту коренів і пагонів та збільшує врожайність. Препарат активує синтез АТФ сприяючи клітинному диханню і поглинанню кисню клітинами. Швидкість споживання кисню мітохондріями збільшується у десятки разів. Це прискорює всі метаболічні процеси, такі як збільшення енергії проростання на 5–8% і прискорення росту проростків, що дозволяє сформувати необхідну густоту рослин. Рослини формують більше біомаси, адже пришвидшується розвиток коренів та вегетативної маси рослини, а це в свою чергу призводить до підвищення посухостійкості на 25–30%.

Архітект (діючі речовини: піраклостробін, прогексадіон кальцію, мепікват–хлорид). Зазначений препарат оптимізує структуру габітусу рослинн та полегшує транспорт і поглинання елементів живлення та води. Морфологічний регулятор та фунгіцид, що використовує генетичний потенціал соняшника. Препарат також має фунгіцидну дію проти альтернаріозу, іржі, септоріозу, фомопсису та склеротиніозу. Підвищує посухостійкість і стійкість до високих температур.

Церон (етефон 480,0 г/л) – препарат, який швидко проникає в рослини і сприяє біосинтезу етилену в тканинах рослин. Етилен сприяє синтезу твердих речовин (лігніну, целюлози). Це змінює динаміку накопичення біомаси соняшнику, співвідношення маси насіння до вегетативної маси та збільшення врожайності; Церон унеможливлює виляганню соняшнику, стимулює ростові процеси кореневої системи і забезпечує сприятливі умови під час збирання врожаю і збільшення врожайності.

Застосовували сучасні польові методи для комплексного вивчення впливу стимуляторів на ріст та розвиток соняшнику, сучасні польові методи вивчення взаємодії об'єкта дослідження з агротехнічними факторами та кліматичними умовами, морфофізіологічні методи для обліку біометричних параметрів соняшнику і аналізу різних гібридів для визначення господарсько-цінних ознак а також вимірювально-вагові методи для обліку продуктивності насіння та врожайності; лабораторні методи щодо визначення якості насіння і вмісту жиру, а також аналітичні і математично-статистичні методи дослідження для дисперсійного аналізу.

Лінійний ріст рослин відстежували шляхом вимірювання висоти рослин на ключових етапах; довжину десяти рослин вимірювали в п'яти повтореннях [22, 23].

Динаміка росту. Висоту стебла, кількість листків та площу вимірювали на 100 рослинах, спеціально виділених для цього, після чого розраховували середнє арифметичне значення дослідних варіантів.

Площа листкового апарату. Вимірювання проводилося контурним методом (методом відбитків) у період цвітіння соняшника.

Вміст хлорофілу. Вміст хлорофілу у листках кукурудзи вимірювали в одиницях SPAD за допомогою приладу SPAD–502 Plus. [24].

Елементи структури врожаю. Так, діаметр кошика, кількість насінин в кошику і масу 1000 насінин вимірювали за загальноприйнятими методами [22, 23].

Облік урожаю соняшнику виконували методом прямого обмолоту комбайном Sampo 500. Після встанов-

лення засміченості та вологості насіння врожай перераховували на 100% чистоту та 8% вологість.

Основні технологічні показники якості. Визначали вміст олії у насінні за загальноприйнятими діючими державними стандартами. Якість насіння оцінювали за вмістом олії згідно з технічними умовами ДСТУ 3768–2009.

Математичну обробку даних польового експерименту для визначення достовірності відмінностей проводили із використанням комп'ютерних програм [22, 23].

Ґрунти дослідної ділянки, яка розміщена в Національному науковому центрі Дніпровського державного аграрно-економічного університету представлені переважно чорноземами звичайними мало гумусними середньо суглинковими. Гумусовий шар ґрунту має потужність 38,0–43,0 см, вміст гумусу у орному шарі 0–30 см становить 3,60 %, а у шарі 20–40 см – 3,32 %. Ввібрані основи представлені переважно кальцієм – 20,3 мг/екв на 100 г ґрунту та магнієм – 7,7 мг/екв. Насиченість ґрунту основами становить 94,2%. Тому реакція ґрунтового розчину наближається до нейтральної (pH 6,7–6,9). Загальний вміст поживних речовин у верхньому шарі ґрунту становить: загального азоту 0,16–0,18, фосфору 0,12–0,15, калію 2,1–2,5%, рухомого фосфору (за Чириковим) 9,0–10,0, а обмінного калію (за Масловою) 14,0–15,0 мг/100 г ґрунту.

Клімат зони проведення досліджень помірно–континентальний, зі змінною погодою із року в рік. Середньорічна температура становить 9,7 °С, з відхиленнями від 8,5 °С до 10,9 °С в залежності від року. Середньорічна кількість опадів становить 510,0 мм, з діапазоном від 421,7 мм до 833,7 мм. Більшість з них (69 % від загальної річної кількості опадів) випадає в теплу пору року (квітень–жовтень) та значною мірою витрачається при випаровування та на стік, внаслідок випадання зливових опадів на хвилястому рельєфі місцевості.

В останні десятиліття у світі, особливо в Україні, відбуваються значні агрометеорологічні зміни у бік потепління клімату [13].

Загалом умови погоди за досліджуваний період можна оцінити як сприятливі для вирощування соняшнику, за винятком літнього періоду 2020 року, коли спостерігалася посуха з ГТК 0,7 в період найбільшого водоспоживання рослин (червень–липень). Водночас у 2019 р. він становив 0,80, а у 2021 р. – 0,90, ГТК нижче 0,7 свідчить про наявність ґрунтової і повітряної посухи, що негативно впливає на формування та виповненість насіння соняшнику.

Результати досліджень. Регулятори росту рослин на соняшнику мали прямий чи опосередкований вплив на біометричні параметри (висота рослини, площа листя, діаметр кошиків, кількість насінин у кошиках тощо), а також на масу 1000 насінин, врожайність і якість насіння. Висота рослин соняшнику дещо змінювалася під впливом застосування регуляторів росту. Церон мав найбільший вплив на висоту рослин серед усіх гібридів соняшнику, тобто тут спостерігалася мінімальна висота рослин 197,0–205,0 см, оскільки препарат пригнічував і посилював ріст довжини стебла. Гірші результати показав препарат Вимпел К–2, висота рослин становила 206,0–210,0 см, що пояснюється його застосуванням на всіх гібридах (рис. 1).

Зниження висоти соняшнику має багато переваг у технологіях його вирощування. А саме, це зменшує вразливість стебла від шкідників, збільшує площу листкової поверхні і діаметр кошика, покращує роботу самохідних обприскувачів з високим кліренсом.

Після застосування препаратів площа листкової поверхні, найбільшою була у рослин після застосування регулятора Церон, який збільшував її площу з 70,90 до 78,10 тис. м²/га, що на 5,50–10,20 % більше, а ніж на контролі, а найменший вплив мав Вимпел К–2 – 70,80 до 75,40 тис. м²/га.

Регулятори росту позитивно впливали на вміст хлорофілу у листках соняшнику, який збільшувався на 3,70–7,0 % порівняно із контролем. Листя соняшника було візуально більш темно-зеленого кольору порівняно із контролем, що вказує на збільшення вмісту хлорофілу у листках. Вплив регуляторів росту на вміст хлорофілу показано на рисунку 2.

По вмісту хлорофілу у листках різні гібриди соняшнику дещо відрізнялися, зокрема гібрид Subaro HTS (середньопізній) мав 2266,0–2350,0 мг/г сирої маси хлорофілу та переважав гібрид Sumico HTS (середньоранній) із вмістом хлорофілу 2166,0–2335,0 мг/г сирої маси на 25,0–100,0 мг/г, або 2,0–4,4%. Збільшення вмісту хлорофілу при застосуванні регуляторів росту відбувалося також за рахунок фракції «а», причому співвідношення фракцій «а» і «в» коливалося від 2,35 – 2,44:1,0.

Збільшення площі листкової поверхні та вмісту хлорофілу мало позитивний вплив на формування кошиків. Так, у всіх гібридів, оброблених регуляторами росту, діаметр кошика був прямо пропорційний площі листкової поверхні і вмісту хлорофілу, зокрема діаметр збільшувався на 23,0–26,0 см (на 11,6–30,5 % більше, а ніж на контролі) у варіанті препарату Церон та на 20,0–25,0 см (на 8,1 20,1% більше) у варіанті препарату Архітект (рис. 3).

Саме збільшення діаметру кошика сприяє зростанню кількості насінин у кошику та підвищенню його врожайності за умови хорошого і достатнього живлення рослин. Найменший діаметр кошика спостерігався при застосуванні Вимпел К–2 – 20,0–25,0 см (або збільшення на 1,1–8,1 % порівняно із контролем).

Усі регулятори росту рослин не мали суттєвого впливу на міжфазну тривалість вегетації соняшнику, лише незначна тенденція до скорочення періоду вегетації на один–два дні при застосуванні зазначених препаратів.

Кількість насіння в кошику залежала від кількості використаного стимулятора росту рослин. Максимальну кількість насінин було отримано на варіантах, де обприскували Цероном – від 863,0 до 926,0 насінин, що на 3,40–5,60 % вище контролю; використання Вимпелу К–2 (0,7 л/га) дало мінімальний результат – 828,60–927,60 насінин, що лише на 2,30–3,30 % більше, а ніж в контролі (табл. 1).

Маса 1000 насінин соняшнику була вищою у випадках, де препарат Архітект вносився до варіантів середньоранніх та середньопізніх гібридів, коливаючись від

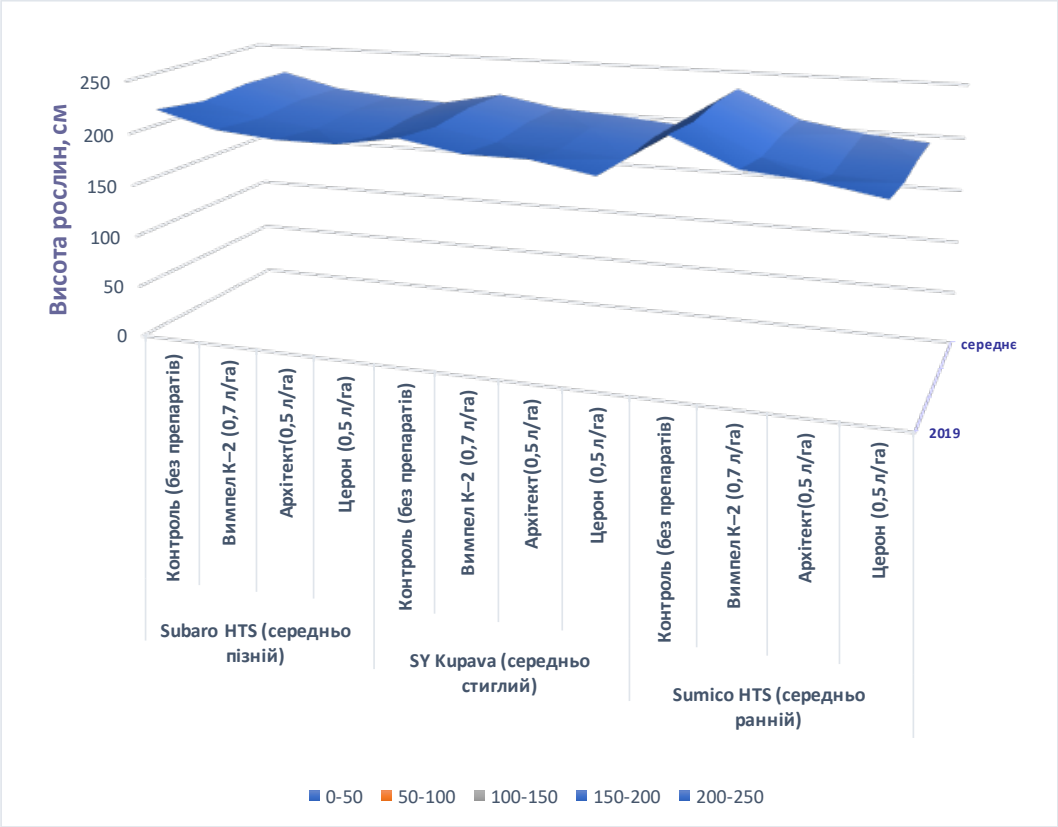


Рис. 1. Висота соняшнику під впливом регуляторів росту в середньому за 2019–2021 рр.

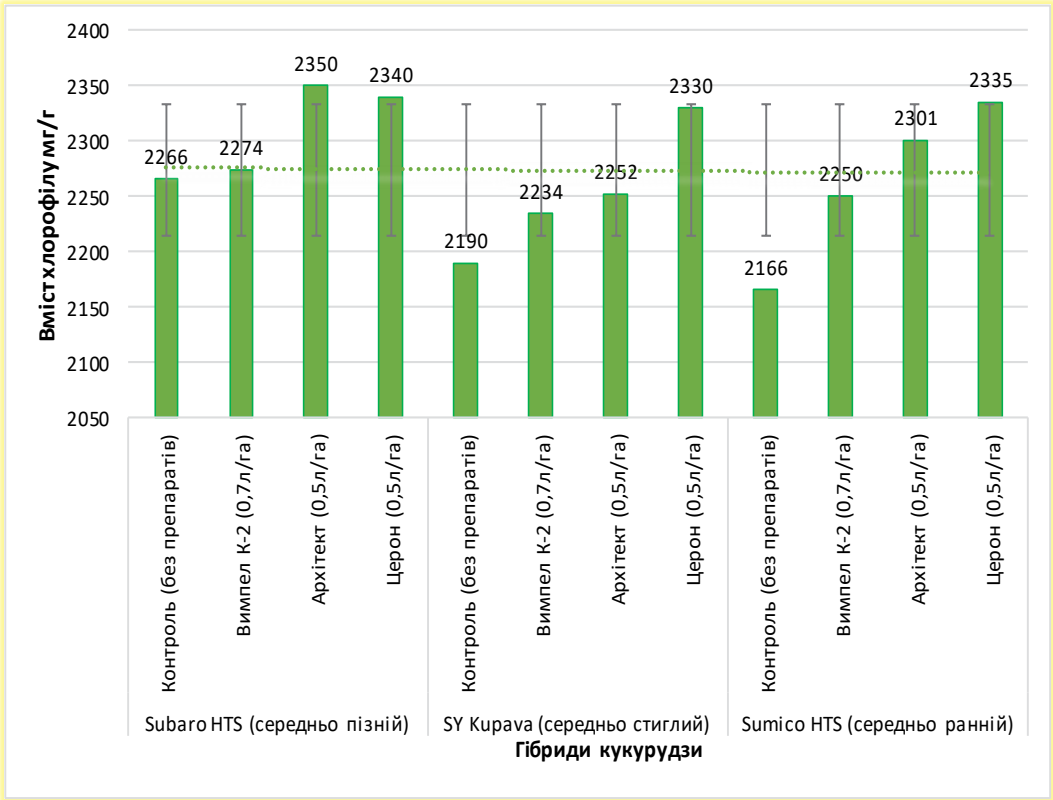


Рис. 2. Вплив регуляторів росту на вміст хлорофілу у листках рослин соняшнику в середньому за 2019–2021 рр.

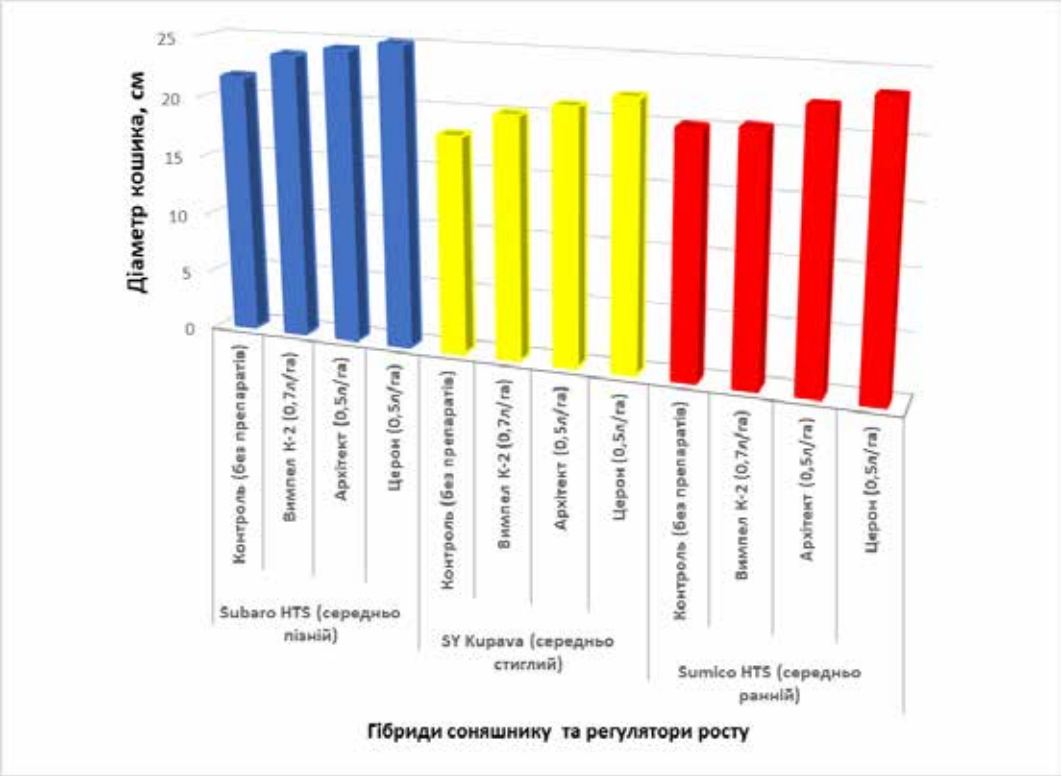


Рис. 3. Вплив регуляторів росту на зміну діаметра кошика у середньому за 2019–2021 рр.

Таблиця 1

Кількість насінин у кошику під впливом регуляторів росту рослин у середньому за 2019–2021 рр., шт.

Гібрид	Стимулятор росту	Насінин в кошику, шт.
Середньопізній гібрид Subaro HTS	Контроль (без застосування препаратів)	886,60
	Вимпел К–2 – 0,70 л/га	927,60
	Архітект – 0,50 л/га	942,60
	Церон – 0,50 л/га	943,30
Середньостиглий гібрид SY Kupava	Контроль (без застосування препаратів)	835,10
	Вимпел К–2 – 0,70 л/га	907,60
	Архітект – 0,50 л/га	917,60
	Церон – 0,50 л/га	925,30
Середньоранній гібрид Sumico HTS	Контроль (без застосування препаратів)	805,60
	Вимпел К–2 – 0,70 л/га	828,60
	Архітект – 0,50 л/га	836,30
	Церон – 0,50 л/га	863,10
НІР $_{0,5,}$ см		36,70

54,1 до 60,1 г. У той час як препарат Церон показав найкращі результати для середньопізніх гібридів, забезпечуючи масу 1000 насінин від 51,2 до 57,1 г. Важливо відзначити, що маса 1000 насінин соняшнику більше залежала від конкретного гібриду і кількості внесених добрив, а менше від використання стимуляторів росту рослин. Таким чином, максимальна маса 1000 насінин спостерігалася у середньораннього гібрида Sumico HTS (54,1–60,1 г), тоді як найменша зафіксована у середньо пізнього Subaro HTS (51,2–55,2 г), що можна пояснити біологічними особливостями кожного гібриду (рис. 4).

Використання регуляторів росту рослин в посівах соняшнику сприяло значному підвищенню врожайності культури в межах від 1,05 до 1,17 разів. У 2020 році, середній рівень врожайності насіння був знижений через несприятливі погодні умови періоду вегетації, що було викликано посушливими умовами.

Препарат Церон (0,50 л/га) забезпечував найбільшу прибавку в урожайності зерна у всіх гібридів, становлячи 0,220–0,270 тон на гектар, що еквівалентно 13,50–14,80 % зростання в порівнянні із контрольним.

Мінімальне збільшення врожайності від застосування регуляторів росту рослин відзначалося у випадку

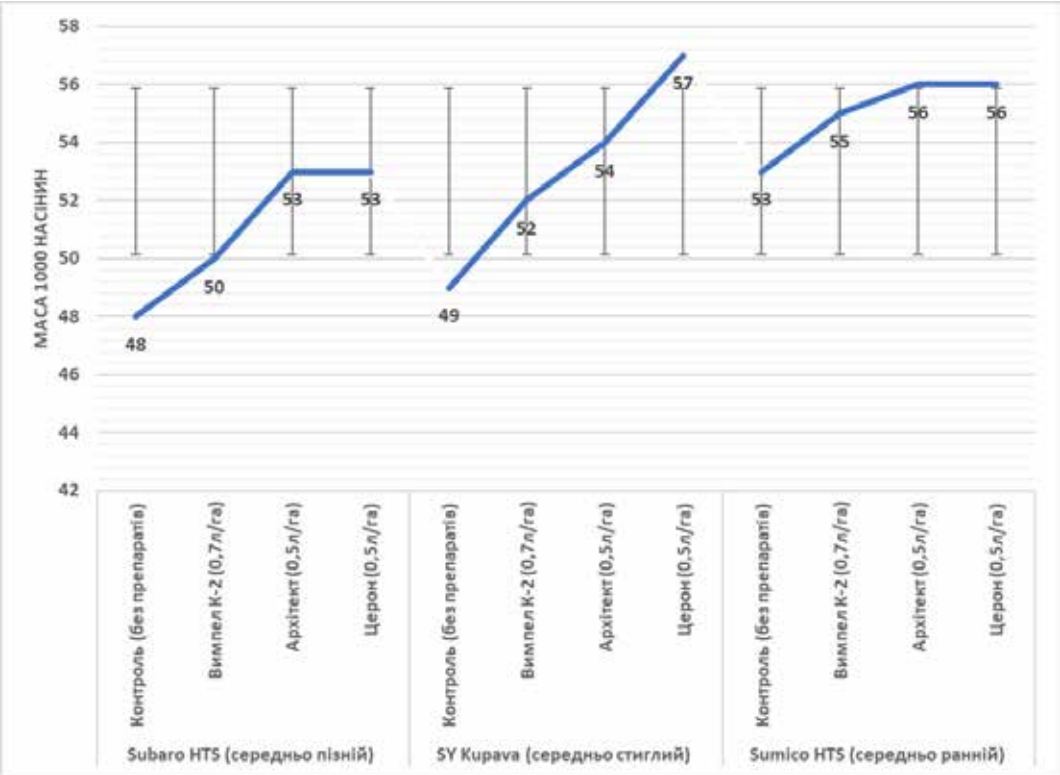


Рис. 4. Вплив регуляторів росту рослин на масу 1000 насінин соняшнику в середньому за 2019–2021 рр.

Таблиця 2

Урожайність соняшнику під впливом регуляторів росту рослин у середньому за 2019–2021 рр., т/га

Гібрид	Стимулятор росту	Урожайність, т/га
Середньопізній гібрид Subaro HTS	Контроль (без застосування препаратів)	1,59
	Вимпел К–2 – 0,70 л/га	1,67
	Архітект – 0,50 л/га	1,81
	Церон – 0,50 л/га	1,84
Середньостиглий гібрид SY Kupava	Контроль (без застосування препаратів)	1,59
	Вимпел К–2 – 0,70 л/га	1,68
	Архітект – 0,50 л/га	1,71
	Церон – 0,50 л/га	1,86
Середньоранній гібрид Sumico HTS	Контроль (без застосування препаратів)	1,26
	Вимпел К–2 – 0,70 л/га	1,39
	Архітект – 0,50 л/га	1,46
	Церон – 0,50 л/га	1,48
НІР $_{0,5,}$ т/га		0,05

препарату Вимпел К–2 (0,70 л/га) – від 0,080 до 0,270 тон на гектар, що становило 4,7–14,5 % зростання порівняно із контролем.

Препарат Архітект мав проміжне положення між ефективністю препаратів Церон та Вимпел К–2 (табл. 2). Загалом, застосування регуляторів росту рослин виявилося важливим фактором для підвищення урожайності соняшнику, особливо у негативних погодних умовах

Використання регуляторів росту рослин виявило певний вплив на характеристику якості насіння соняшнику, зокрема і на показники олійності. Спостерігалася виразна тенденція до підвищення вмісту олії порівняно із контрольною ділянкою. Найбільше позитивного впливу на олійність виявлено на ділянках, де були використані препарати Церон (0,50 л/га) і Архітект (0,50 л/га), і вони показали зростання від 3 до 8 відсоткових пунктів. Застосування Вимпел К–2 (0,70 л/га) сприяло лише невеликому підвищенню олійності, і це збільшення становило лише 1–3 відсоткових пункти (рис. 5).

Ці результати вказують на потенційні переваги використання конкретних стимуляторів росту рослин для покращення якості насіння соняшнику і збільшення його олійності.

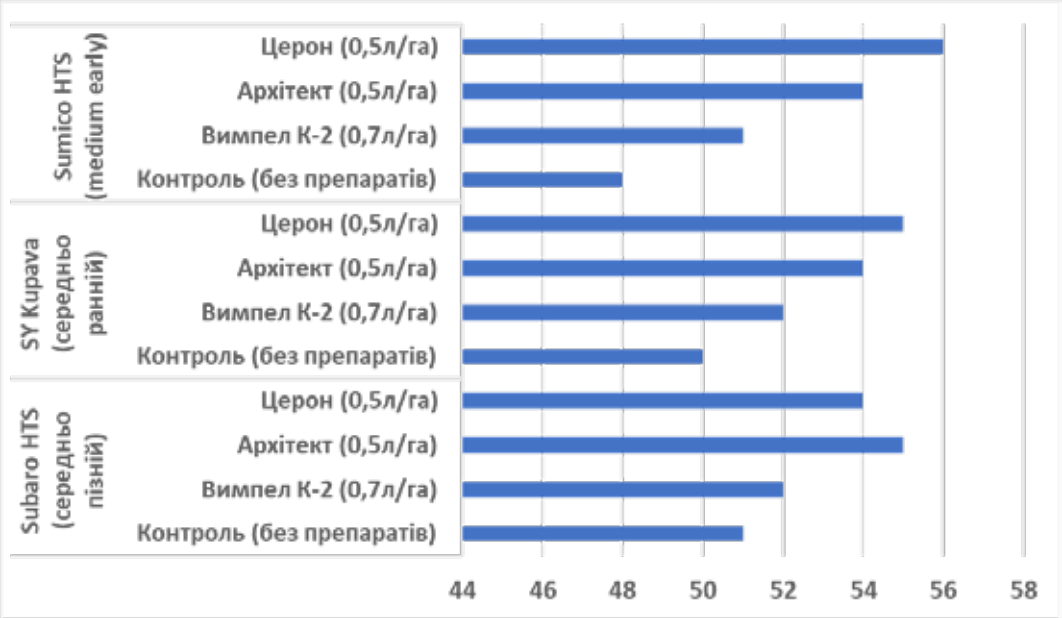


Рис. 5. Вміст олії в насінні соняшнику залежно від застосування регуляторів росту рослин в середньому за 2019–2021 рр.

Висновки:

1. Застосування регулятора росту Церон (0,50 л/га) сприяло формуванню максимальної площі листкової поверхні у соняшнику в межах 70,90–78,10 тис. м²/га, або на 5,50–10,20 % порівняно з контролем.

2. Рослини соняшнику, які обробляли препаратом Церон, відзначалися найбільшим діаметром кошика, який становив 23–26 см. Це перевищувало контрольні значення на 11,5–30,4%. Тут також реєструвалася максимальна кількість насінини в кожному кошику – 8630–925,30 шт., що перевищує контроль на 3,40–5,60 %.

3. Виявлено, що середньо ранній гібрид Sumico HTS мав найбільшу масу 1000 насінин, яка становила 54–60 г., а середньо пізній гібрид Subaro HTS мав найменшу масу від 51 до 55 г, що пояснюється їхніми біологічними особливостями.

4. Використання регуляторів росту рослин призводило до підвищення рівня врожайності соняшнику на 1,05–1,17 рази. Зокрема, препарат Церон (0,50 л/га) сприяв найбільшому приросту зерна по всіх гібридах – 0,220–0,270 т/га, що становить 13,5–14,8%.

5. Застосування рістрегулюючих препаратів, таких як Церон (0,50 л/га) і Архітект (0,50 л/га), сприяло збільшенню вмісту олії у насінні соняшнику на 3,0–8,0 та 4,0–6,0 відсоткових пунктів відповідно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гончарук І.В., Ковальчук С.Я., Цицюра Я.Г., Лутковська С.М. Динамічні процеси розвитку органічного виробництва в Україні. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 478 с.
2. Lykholat, Y. V., Khromykh, N. A., Ivan'ko, I. A., Matyukha, V. L., Kravets, S. S., Didur, O. O., Alexeyeva, A. A., & Shupranova, L. V. Assessment and prediction of the invasiveness of some alien plants in conditions of climate change in the steppe Dnieper region. *Biosystems Diversity.* 2017. 25(1), P. 52–59.
3. Tsyliuryk, A. I., Shevchenko, S. M., Ostapchuk, Ya. V., Shevchenko, A. M., Derevenets Shevchenko E. A. Control of infestation and distribution of Broomrape in sunflower crops of Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology.* 2018. 8(1), P. 487– 497.
4. Abobaker, A. M.; Bound, S. A.; Swarts, N. D.; Barry, K. M. Effect of fertiliser type and mycorrhizal inoculation on growth and development of sunflower (Helianthus annuus L.). Rhizosphere. 2018. v. 6, P. 11–19.
5. Tkalich Yuriy, Tkalich Igor, Tsyliuryk Oleksandr, Masliiov Sergiy. Reserves for increasing the yield of sunflower seeds in the Ukrainian steppe. *Agriculture & Forestry, Podgorica*. 2019. Vol. 65 Issue 3. P. 105–114.
6. Єременко О.А. Вплив обробки рослин соняшнику регуляторами росту на посівні якості насіння при його зберіганні. *Вісник ЖНАЕУ.* 2016. № 2 (56). т. 1. С. 126-135.
7. Di Filippo–Herrera, D. A.; Muñoz–Ochoa, M.; Hernández–Herrera, R. M.; Hernández–Carmona, G. Biostimulant activity of individual and blended seaweed extracts on the germination and growth of the mung bean. J. Appl. Phycol. 2019. 31. P. 2025–2037.
8. Цилюрик О. І., Румбах М. Ю., Іжболдін О. О., Бондаренко О. В., Ноздріна Н. Л., Остапчук Я. В. Вплив регуляторів росту на ріст і розвиток рослин соняшнику в північному степу України. *Зернові культури.* 2022. Том 6. № 1. С. 69–81
9. Li Chena, Wei–fang Hub, Chan Long, Dan Wang. Exogenous plant growth regulator alleviate the adverse effects of U and Cd stress in sunflower (Helianthus annuus L.) and improve the efficacy of U and Cd remediation. Chemosphere, January 2021.Volume 262,
10. Caruso, G.; De Pascale, S.; Cozzolino, E.; Giordano, M.; El–Nakhel, C.; Cuciniello, A.; Cenvinzo, V.; Colla, G.; Rouphael, Y. Protein Hydrolysate or Plant Extract–based Biostimulants Enhanced Yield and Quality

Performances of Greenhouse Perennial Wall Rocket Grown in Different Seasons. *Plants* 2019. 8. P. 208.
11. Домарацький Є.О., Козлова О.П., Домарацький О.О., Капліна А.І., Корбутяк О.П. Вплив біофунгіцидів, стимуляторів росту та їх комбінацій на водоспоживання соняшника в незрошуваних умовах зони Степу. *Подільський вісник.* 2023. № 33. С. 33-41.
12. Domaratskyi Yevhenii, Kaplina Anastasia, Kozlova Olga, Koval Nonna, Dobrovolskyi Andrii. Economic justification for the use of biological fungicides and plant growth stimulants for growing sunflower. *Independent journal of management & production (IJM&P)*. 2020. v. 11. P. 9
13. Каленська С. М., Риженко А. С. Evaluation weather conditions for growing sunflower (Helianthus annuus L.) in the northern part of the Left–bank Forest Steppe of Ukraine. *Plant varieties studying and protection.* 2020. No. 2. Vol. 16
14. Islam, M. T.; Ckurshumova, W.; Fefer, M.; Liu, J.; Uddin, W.; Rosa, C. A Plant Based Modified Biostimulant (Copper Chlorophyllin), Mediates Defense Response in Arabidopsis thaliana under Salinity Stress. *Plants.* 2021. 10. P. 625.
15. Spitzer T., Bílovský J., Kazda J. Effect of using selected growth regulators to reduce sunflower stand height. *Plant Soil Environ.* 2018. 64. P. 324–329.
16. Sethy H, and Patra S.K., and Mohanty C.R., Effect of Plant Growth Regulators on Growth and Flowering of Ornamental Sunflower. *International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR) ISSN(P)*. 2016. Vol. 6, Issue 3, P. 561–568.
17. Akuaku, Jones, Melnyk, Andrii, Zherdetska Svitlana, Melnyk, Tetiana, Surgan, Oksana, Makarchuk, Anton. Yield and quality of confectionery sunflower seeds as affected by foliar fertilizers and plant growth regulators in the left–bank Forest–Steppe of Ukraine. *Scientific papers–series agronomy.* 2020. Том: 63. Випуск: 1. С. 155–165.
18. Melnyk Andrii, Akuaku Jones, Trotsenko Vladmir, Melnyk Tetiana, Makarchuk Anton. Productivity and quality of high–oleic sunflower seeds as influenced by foliar fertilizers and plant growth regulators in the left–bank Forest–Steppe of Ukraine. *Agrolife scientific journal.* 2019. Том: 8. № 1. С. 167–174
19. Baylis, A. D., Dicks J. W. Investigations into the use of plant–growth regulators in oil–seed sunflower (Helianthus–Annuus L). *Husbandry journal of agricultural science.* 2020. Том: 100. С. 723–730.
20. Tsyliuryk, O. I., Rumbakh, M. Y., Izhboldin O. O., Bondarenko, O. V., Nozdrina, N. L., Ostapchuk Y. V. Efficiency of bioformulations in sunflower fields in the north part of the Steppe Zone of Ukraine. Agrology. 2022. 5(1). P. 27–34.
21. Tsyliuryk, O.I., Horshchar, V.I., Izhboldin, O.O., Kotchenko, M.V., Rumbakh, M.Y., Hotvianska, A.S., Ostapchuk, Y.V., Chornobai, V.H. The influence of biological products on the growth and development of sunflower plants (Helianthus annuus L.) in the northern steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology.* 2021. 11 (3). P. 106-116.
22. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько, С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.
23. Steel R. D., Torrie J. H., Dickey D. Principle and procedure of statistics. a biometrical approach. 3rd. ed. New York. *McGraw–Hills Book.* 1997. 466 p.
24. Bazaliy, V. V., Domaratsky, E. A., Dobrovolsky, A. V. Agrotechnical method of prolongation of photosynthetic activity of sunflower plants. *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Coast.* 2016. 4 (92). P. 77 – 84

REFERENCES:

1. Honcharuk, I.V., Kovalchuk, S.Ia., Tsytsiura, Ya.H., Lutkovska, S.M. (2020). Dynamichni protsesy rozvytku orhanichnoho vyrobnytstva v Ukraini. [Dynamic processes of organic production development in Ukraine]. Vinnytsia: TOV «TVORY». 478 s. [in Ukrainian].
2. Lykholat, Y. V., Khromykh, N. A., Ivanko, I. A., Matyukha, V. L., Kravets, S. S., Didur, O. O., Alexeyeva, A.A., & Shupranova, L. V. (2017). Assessment and prediction of the invasiveness of some alien plants in conditions of climate change in the steppe Dnieper region. *Biosystems Diversity.* 25(1). 52–59.
3. Tsyliuryk, A. I., Shevchenko, S. M., Ostapchuk, Ya. V., Shevchenko, A. M., Derevenets Shevchenko E. A. (2018). Control of infestation and distribution of Broomrape in sunflower crops of Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology.* 8(1). 487– 497.
4. Abobaker, A. M., Bound, S. A., Swarts, N. D. Barry, K. M. (2018) Effect of fertiliser type and mycorrhizal inoculation on growth and development of sunflower (Helianthus annuus L.). Rhizosphere. v. 6. P. 11–19.
5. Tkalich Yuriy, Tkalich Igor, Tsyliuryk Oleksandr, Masliiov Sergiy. (2019). Reserves for increasing the yield of sunflower seeds in the Ukrainian steppe. *Agriculture & Forestry. Podgorica.* Vol. 65 Issue 3. P. 105–114.
6. Ieremenko O.A. (2016). Vplyv obrobky roslyn soniashnyku rehuliatoramy rostu na posivni yakosti nasinnia pry yoho zberihanni. [The influence of treating sunflower plants with growth regulators on the sowing qualities of seeds during their storage]. *Visnyk ZhNAEU.* № 2 (56), t.1. S. 126-135. [in Ukrainian].
7. Di Filippo–Herrera, D. A.; Muñoz–Ochoa, M.; Hernández–Herrera, R. M.; Hernández–Carmona, G. (2019). Biostimulant activity of individual and blended seaweed extracts on the germination and growth of the mung bean. J. Appl. Phycol. 31. P. 2025–2037.
8. Tsyliuryk, O. I., Rumbakh, M. Yu., Izhboldin, O. O., Bondarenko, O. V., Nozdrina, N. L., Ostapchuk, Ya. V. (2022). Vplyv rehuliatoriv rostu na rist i rozvytok roslyn soniashnyku v pivnichnomu stepu Ukrainy. [The impact of growth regulators on the growth and development of sunflower plants in the northern steppe of Ukraine]. *Zernovi kultury.* Tom 6. № 1. S. 69–81 [in Ukrainian].
9. Li Chena, Wei–fang Hub, Chan Long, Dan Wang. (2021). Exogenous plant growth regulator alleviate the adverse effects of U and Cd stress in sunflower (Helianthus annuus L.) and improve the efficacy of U and Cd remediation. *Chemosphere.* Volume 262
10. Caruso, G., De Pascale, S., Cozzolino, E., Giordano, M., El–Nakhel, C., Cuciniello, A., Cenvinzo, V., Colla, G., Rouphael, Y. (2019). Protein hydrolysate or plant extract–based bio stimulants enhanced yield and quality performances of greenhouse perennial wall rocket grown in different seasons. *Plants* 8. P. 208.
11. Domaratskyi, Ye.O., Kozlova, O.P., Domaratskyi, O.O., Kaplina, A.I., Korbutiak, O.P. (2023). Vplyv biofunhitsydiv,

stymuliatoriv rostu ta yikh kombinatsii na vodospozhyvannia soniashnyka v nezroshuvanykh umovakh zony stepu. [The influence of biofungicides, growth stimulators, and their combinations on the water consumption of sunflower in non-irrigated conditions in the Steppe zone]. *Podilskyi visnyk.* № 33. S. 33-41. [in Ukrainian].

12. Domaratskyi Yevhenii, Kaplina Anastasia, Kozlova Olga, Koval Nonna, Dobrovolskyi Andrii. (2020). Economic justification for the use of biological fungicides and plant growth stimulants for growing sunflower. *Independent journal of management & production (IJM&P).* v. 11, P. 9.
13. Kalenska, S. M., Ryzhenko, A. S. (2020). Evaluation weather conditions for growing sunflower (Helianthus annuus L.) in the northern part of the Left–bank Forest Steppe of Ukraine. *Plant varieties studying and protection.* Vol. 16 No. 2
14. Islam, M. T., Ckurshumova, W., Fefer, M., Liu, J., Uddin, W., Rosa, C. A. (2021). Plant Based Modified Biostimulant (Copper Chlorophyllin). Mediates defense response in arabidopsis thaliana under salinity stress. *Plants* 10. P. 625.
15. Spitzer, T., Bílovský, J., Kazda, J. (2018). Effect of using selected growth regulators to reduce sunflower stand height. *Plant Soil Environ*. 64. P. 324–329.
16. Sethy, H., Patra, S.K., and Mohanty, C.R., Effect of Plant Growth Regulators on Growth and Flowering of Ornamental Sunflower. (2016). *International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR).* Vol. 6. Issue 3. P. 561–568.
17. Akuaku, J, Melnyk, A., Zherdetska, S., Melnyk, T., Surgan, O., Makarchuk, A. (2020). Yield and quality of confectionery sunflower seeds as affected by foliar fertilizers and plant growth regulators in the left–bank Forest–Steppe of Ukraine. *Scientific papers series agronomy.* Tom: 63. Vupusk: 1. S. 155–165.
18. Melnyk A., Akuaku J., Trotsenko V., Melnyk T., Makarchuk A. (2019). Productivity and quality of high–oleic sunflower seeds as influenced by foliar fertilizers and plant growth regulators in the left–bank Forest–Steppe of Ukraine. *Agrolife scientific journal.* Tom: 8. № 1. P. 167–174 [in Ukrainian].
19. Baylis, A. D., Dicks J. W. (2020) Investigations into the use of plant–growth regulators in oil–seed sunflower (Helianthus–Annuus L). *Husbandry journal of agricultural science.* Tom: 100. S. 723–730.
20. Tsyliuryk, O. I., Rumbakh, M. Y., Izhboldin, O. O., Bondarenko, O. V., Nozdrina, N. L., Ostapchuk, Y. V. Efficiency of bioformulations in sunflower fields in the north part of the Steppe Zone of Ukraine. *Agrology.* (2022). 5(1). P. 27–34.
21. Tsyliuryk, O.I., Horshchar, V.I., Izhboldin, O.O., Kotchenko, M.V., Rumbakh, M.Y., Hotvianska, A.S., Ostapchuk, Y.V., Chornobai, V.H. (2021). The influence of biological products on the growth and development of sunflower plants (Helianthus annuus L.) in the northern steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology.* 11 (3). P. 106-116.
22. 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].
23. Steel, R.D., Torrie, J.H., Dickey, D. (1997). Principle and procedure of statistics. a biometrical approach. 3rd. ed. New York: McGraw–Hills Book, 466.
24. Bazaliy, V. V., Domaratsky, E. A., Dobrovolsky, A. V. (2016) Agrotechnical method of prolongation of photosynthetic activity of sunflower plants. *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Coast*. 4 (92). P. 77 – 84

Цилюрик О.І., Остапчук Я.В. Регулятори росту в посівах соняшнику північного Степу України

Актуальність. Для компенсації негативних впливів, таких як збільшене техногенне навантаження, погіршення водного та поживного режимів, а також погіршення гумусного стану ґрунту в системі живлення соняшнику слід ширше використовувати, крім звичайних мінеральних і органічних добрив, також мікродобрива й регулятори росту рослин. Завдяки регулюючим механізмам стимуляторів, сприяється зміцненню розвитку листкової поверхні, активізації ключових функцій, які є важливими для життєдіяльності соняшнику, таких як мембранні процеси, клітинний поділ, дихання та живлення, функціонування ферментних систем, фотосинтез. Результатом такого впливу є формування розгалуженої кореневої системи з підвищеною поглинальною здатністю. **Головна мета.** Основною метою цього дослідження було вивчення впливу різних регуляторів росту на морфогенез, ріст, розвиток і продуктивність різностиглих гібридів соняшнику в умовах Північного Степу України. Крім того, нашою метою було визначити найбільш оптимальні стимулятори росту в посівах соняшнику, які сприяють стійкості до хвороб та негативних факторів навколишнього середовища, забезпечують оптимальний ріст та розвиток рослин, сприяючи отриманню високих та стабільних урожаїв. **Методи**. Проведення та організацію польових досліджень здійснювали відповідно із загальноприйнятими методики в науці. Експериментальна частина досліду виконувалась протягом 2018–2020 років на науково–дослідному полі Національного наукового центру Дніпровського державного аграрно–економічного університету. Досліди велися в умовах стаціонарного досліду кафедри рослинництва в межах п'ятипільної сівозміни: чистий пар – озима пшениця – кукурудза – ячмінь – соняшник. Основна мета була вивчення ефективності сучасних технологій вирощування зернових, зернобобових та олійних культур. **Результати та висновки.** На основі проведених наукових досліджень встановлено, що використання стимулятора росту Церон (0,5 л/га) забезпечувало формування максимальної площі листкового апарату соняшнику, що становило 70,90–78,10 тис. м²/га, або більше на 5,5–10,2% порівняно з контролем. Рослини соняшнику в цьому випадку також відзначалися найбільшим діаметром кошика (23–26 см), що перевищувало контроль на 11,5–30,4%, та максимальною кількістю насінин у кошику (863,0–925,30 шт.), що було більше на 3,40–5,60 %. Вага 1000 насінин коливалася, була найбільшою для середньо раннього гібриду Sumico HTS (54,0–60,0 г) і найменшою для середньо пізнього гібриду Subaro HTS (51,0–55,0 г). Використання стимуляторів росту також позитивно вплинуло на рівень врожайності соняшнику, забезпечивши зростання до 1,7 рази. Препарат Церон (0,50 л/га) виявився наибільш ефективним, забезпечивши прибавку в зерні від 0,160 до 0,750 т/га, що відповідає 8,20–43,30 %. Використання рістрегулюючих препаратів, таких як Церон (0,50 л/га)

та Архітект (0,50 л/га), також сприяло зростанню вмісту олії, відповідно, на 3–8 процентних пунктів.

Ключові слова: гібриди соняшнику, стимулятори росту, листкова поверхня, хлорофіл, врожайність, якість насіння

Tsyliuryk O.I., Ostapchuk Ya.V. Plant growth regulators in sunflower crops of Northern Steppes of Ukraine

Relevance. To offset negative influences such as increased technological load, deterioration of water and nutrient regimes, as well as soil humus degradation in sunflower nutrition systems, it is advisable to utilize a broader range of elements, including micro-fertilizers and plant growth regulators, in addition to conventional mineral and organic fertilizers. The regulatory mechanisms of stimulants contribute to strengthening the development of leaf surfaces, activating key functions essential for the sunflower's vital processes, such as membrane processes, cell division, respiration, nutrition, enzymatic system functioning, and photosynthesis. The result of such influence is the formation of a branched root system with enhanced absorptive capacity. **Primary Objective**. The main objective of this research was to study the impact of various growth regulators on morphogenesis, growth, development, and productivity of different maturity group sunflower hybrids in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. Additionally, our goal was to identify the most optimal growth stimulants in sunflower crops, promoting resilience to diseases and environmental adversities, ensuring optimal plant growth and development, and contributing to obtaining high and consistent oilseed yields. **Methods.** The conduct and organization of field studies were in accordance with widely accepted scientific methodologies. The experimental phase of the research took place from 2018 to 2020 at the scientific research field of the National Scientific Center of DniprovskAgrariannd Economic University. The experiments were conducted within the framework of a stationary rotation of crops, including fallow – winter wheat – maize – barley – sunflower. The main objective was to study the effectiveness of modern technologies in cultivating cereals, legumes, and oil crops. **Results and findings.** Based on the conducted scientific research, it was determined that the use of the growth stimulator Ceron (0.5 l/ha) ensured the formation of the maximum leaf area for sunflowers, amounting to 70,900–78,100 thousand m²/ha, or more by 5.5–10.2% compared to the control. Sunflower plants in this case also exhibited the largest head diameter (23–26 cm), surpassing the control by 11.5–30.4%, and the maximum number of seeds per head (863.0–925.3 units), which was higher by 3.4–5.6%. The weight of 1000 seeds varied, being the highest for the medium-early hybrid Sumico HTS (54.0–60.0 g) and the lowest for the medium-late hybrid Subaro HTS (51.0–55.0 g). The use of growth stimulators also positively influenced the level of sunflower yield, providing an increase of up to 1.7 times. The Ceron preparation (0.5 l/ha) proved to be the most effective, ensuring an additional grain yield from 0.160 to 0.750 t/ha, corresponding to 8.2–43.3%. The use of regulatory preparations such as Ceron (0.5 l/ha) and Architect (0.5 l/ha) also contributed to an increase in oil content, respectively, by 3–8 percentage points.

Key words: sunflower hybrids, growth stimulators, leaf surface, chlorophyll, yield, seed quality.

УДК 631.8: 631.45.:631.559.4:633.11(477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.19

ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ПРОВАПНОВАНОГО ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ ДОЗ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

ЯЩЕНКО Л.А. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-1407-0133
Інститут сільського господарства Західного Полісся
Національної академії аграрних наук України
ЮВЧИК Н.О. – старший викладач, аспірант
orcid.org/0000-0001-5629-0201
Національний університет водного господарства та природокористування

Постановка проблеми. У сучасних умовах сільського господарства вивчення властивостей ґрунту та їхній вплив на вирощування ключових сільськогосподарських культур, таких як пшениця озима, які становлять основу у глобальному забезпеченні продовольства світового населення набуває особливого значення. Реалізовувати потенціал сорту чи гібриду слід не високими дозами добрив, а оптимізацією властивостей і ґрунту, що забезпечують відновлення його родючості, створення життєво важливих для рослин режимів відповідно до їх біологічних потреб і відсутності негативного зсуву мікробоценозів [1]. Дози добрив повинні відповідати збалансованому живленню рослин всіма біогенними елементами. Оптимальна доза добрив, що використовується для вирощування пшениці має бути визначено з урахуванням біологічних особливостей сорту та очікуваного рівня врожайності, погодних умов і родючості ґрунтів, рівня агрокультурних технологій, розміщення посівів у сівозміні, їх насиченості добривами та іншими факторами [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Умови мінерального живлення, впливаючи на хімічний склад рослин і регулюючи обмінні процеси, вважаються важливими факторами формування врожаю [3]. Азотні, фосфорні, калійні добрива широко використовуються в системі удобрення озимої пшениці [4]. Внесені добрива діють найбільш сприятливо в тих випадках, коли завдяки їм встановлюється правильне співвідношення поживних речовин, тобто для одержання високих і сталих урожаїв зерна пшениці озимої відповідної якості, необхідне збалансоване мінеральне (азот, фосфор, калій) живлення рослин [5].

Внесення азотних добрив може збільшити рухливість поживних речовин у ґрунті та стимулювати ріст коренів, покращуючи засвоєння поживних речовин рослинами [6]**.** Результати багатьох дослідників підтверджують високу ефективність застосування азотних добрив під зернові культури. порівняно з фосфорно-калійними добривами [7]. Інші дослідники наголошують на необхідності повного мінерального живлення сільськогосподарських культур. Зокрема, Брар та ін. [8] повідомляють про повну деградацію ґрунту на ділянках, оброблених лише азотом протягом певного періоду часу, що призвело до нульової врожайності у сівозміні кукурудза–пшениця озима. Фосфор необхідний у меншій кількості, ніж інші азот, але він є незамінним для росту і розмноження рослин [9]. Калій відомий як поживний елемент, що підвищує врожайність, захищає культуру від хвороб, вилягання та пом'якшує вплив теплового стресу [10, 11].

Дерново-підзолисті ґрунти легкого гранулометричного складу вирізняються підвищеною кислотністю ґрунтового розчину та збіднені на поживні речовини. Враховуючи роль елементів живлення, потребу пшениці у азоті, фосфорі та калію протягом вегетації, її відношення до кислотності ґрунту існує потреба управління родючістю дерново-підзолистих ґрунтів, і відповідно, продуктивністю культур шляхом комплексного поліпшення їх властивостей здійсненого в першу чергу через цілеспрямоване регулювання системи їх удобрення.

Мета досліджень – аналіз вмісту елементів живлення у провапнованому дерново-підзолистому ґрунті при вирощуванні пшениці озимої за різних доз мінерального живлення для поглиблення розуміння впливу рівнів поживного режиму, що при цьому формуються, на врожайність зерна із метою оптимізації умов її росту і розвитку.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження проводили у стаціонарному досліді Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН протягом 2021-2023 рр. на дерново-підзолистому зв'язнопіщаному ґрунті при вирощуванні пшениці озимої (Triticum aestivum L.). Попередник – соя. Агротехніка вирощування загальноприйнята для зони Полісся. Захист від шкідників, хвороб і бур'янів проводили за інтенсивною технологією.

Посівна площа ділянки 99 м^2, облікова – 50 м^2, повторність досліду – триразова. Розміщення варіантів у досліді послідовне. Загальним фоном у досліді слугувало заорювання побічної продукції попередника. Схема досліду включала варіанти: 1. Без добрив (контроль); 2. $CaMg(CO_3)_2$ (1,0 Нг) – фон; 3. Фон + $N_{120}P_{60}K_{90}$ (рекомендована доза) + мікродобриво (двічі); 4. Фон + $N_{150}P_{50}K_{125}$ (доза розрахована нормативним методом на винос основної продукції – зерно) + мікродобриво (двічі); 5. Фон + $N_{150}P_{50}K_{125}$ (доза розрахована нормативний методом на винос основної і побічної продукції – зерно + солома) + мікродобриво (двічі); 6. Фон + N_{130} (доза розрахована нормативним методом на винос основної продукції – зерно) + мікродобриво (двічі); 7. $CaMg(CO_3)_2$ (1,5 Нг) + $N_{120}P_{60}K_{90}$ (рекомендована доза NPK) + мікродобриво (двічі); 8. $CaCO_3$ (1,0 Нг) + $N_{120}P_{60}K_{90}$ (рекомендована доза NPK) + мікродобриво (двічі).

Хімічні меліоранти застосовували перед закладанням досліду у формі доломітового борошна та вапна,

дозу яких у варіантах визначали за показником гідролітичної кислотності (Нг).

Мінеральні добрива вносили згідно зі схемою досліду у формі аміачної селітри, амофосу, калію хлористого. Азотні (N_{30}), фосфорні, калійні добрива вносили під основний обробіток ґрунту, N_{60} – у ранньовесняне підживлення, решту азоту згідно схеми досліду у фазі кінець кущіння. Позакореневе підживленням посівів мікродобривом Нутрівант Плюс універсальний (2 кг/га) проводили у фазі весняного кущіння та виходу в трубку.

Відбір ґрунтових зразків проводили з 0-20 см шару дерново-підзолистого ґрунту протягом вегетації пшениці озимої у наступні фази: кущення, колосіння, повна стиглість. Усереднена проба складалася з п'яти точкових відборів ґрунту, проведених по діагоналі облікової площі. Зразки висушували до повітряно-сухого стану й просівали через сито діаметром 0,25 мм. Визначення вмісту лужногідролізних сполук азоту проводили методом Корнфілда (ДСТУ 7863:2015), вмісту рухомих сполук фосфору і калію методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА (ДСТУ 4405:2005).

Облік урожайності зерна пшениці озимої проводили шляхом зважування всього врожаю з облікової площі з подальшим перерахунком на 1 га площі.

Дані досліджень аналізували за допомогою одностороннього дисперсійного аналізу (ANOVA) із використанням критерію Фішера (F-критерію) для визначення значущості відмінностей при $p \leq 0,05$. Статистичний аналіз проводили за допомогою програмного забезпечення Statistica, версія 10.0 (StatSoft Inc.).

Результати досліджень та обговорення. Азот найінтенсивніше засвоюється рослинами пшениці озимої в період активного росту, тому забезпечення посівів достатнім азотним живленням є важливим фактором для підтримання їхньої продуктивності та стійкості [12].

Внесення мінеральних добрив у рекомендованій і отриманих розрахунковим методом дозах на фоні $CaMg(CO_3)_2$ і $CaCO_3$ забезпечило істотне підвищення вмісту азоту відносно контролю і фону (рис. 1). У середньому за 2021–2023 рр. до контролю підвищення вмісту у варіанті фон + $N_{150}P_{50}K_{125}$ (нормат. зерно і солома) + МД становило у фазу кущення 19,8 мг/кг ґрунту, на час повної стиглості 14,5 мг/кг ґрунту, що було найвищими показниками у досліді (рис. 3). Внесення рекомендованої дози та розрахункових доз на фоні 1,0 Нг $CaMg(CO_3)_2$ і $CaCO_3$ не спричинило істотного підвищення показників у ґрунті у фазу кущення. Тоді як у варіанті з дозою 1,5 Нг $CaMg(CO_3)_2$ порівняно із попередніми варіантами різниця була істотною за $p \leq 0,05$. За даними Малиновської І. М. [13] вапнування уповільнює мінералізацію гумусу і органічного азоту, що сприяє збереження лужногідролізних сполук у ґрунті.

Різниця у вмісту легкогідролізних сполук азоту у 0–20 см шарі ґрунті від фази кущення до фази колосіння в удобрюваних варіантах становила 9,1–10,0 мг/кг ґрунту. Динаміка елементів у ґрунті пов'язана як із діяльністю рослинної кореневої системи, яка модифікує ризосферні процеси ґрунту через їхню фізіологічну активність, таку як виділення протонів, участь у окисно-відновних обмінах [14], так і з мікробіологічними процесами [15, 16].

Згідно з результатами досліджень, проведених Лико Д. В. [17] за сільськогосподарського використання

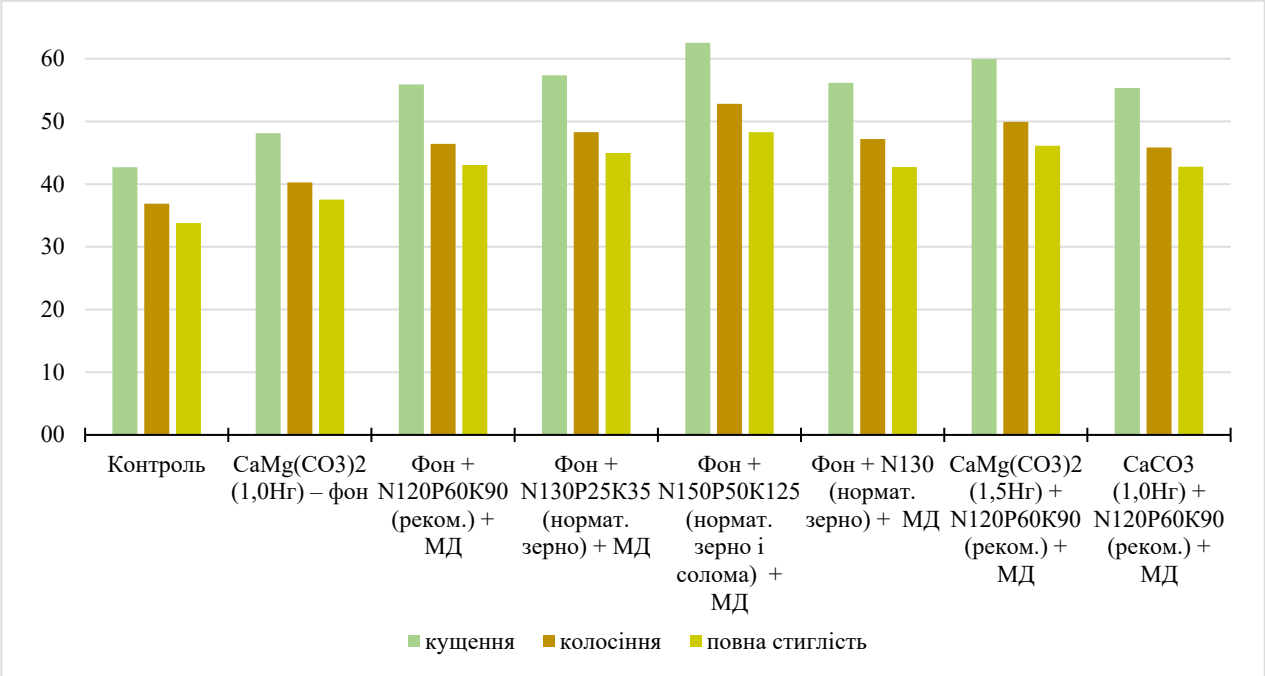


Рис. 1. Вміст легкогідролізних сполук азоту в 0–20 см шарі дерново-підзолистого ґрунту, мг N/кг ґрунту, середнє за 2021–2023 р.

Примітка: $НІР_{05}$, мг/кг ґрунту: кущення – 2,5; колосіння – 2,4; повна стиглість – 2,1.

дерново-підзолистих ґрунтів вміст фосфору в них може наближатися до середнього незалежно від вирощуваних культур. Стійкість цих висновків підтверджується результатами стаціонарного досліду (рис. 2).

У середньому за роки досліджень найвищий вміст рухомих сполук фосфору у 0–20 см шарі дерново-підзолистого ґрунту встановлено у варіанті $CaMg(CO_3)_2$ (1,5 Нг) + $N_{120}P_{60}K_{90}$ (реком.) + МД. Показники у даному варіанті на 16,6–16,8 мг/кг ґрунту переважали дані отримані у варіанті аналогічного мінерального живлення на фоні 1,0 Нг дози $CaMg(CO_3)_2$. Qaswar M. та ін. [18]. пояснюють підвищення доступності фосфору у кислих ґрунтах та ефективності його використання рослинами дією вапнякового матеріалу.

Протягом вегетаційного періоду культури спостерігається зменшення вмісту рухомих форм фосфору у орному шарі ґрунті. У результаті досліджень встановлено, що внесення дози Р60 у варіанті 1,0 Нг доза $CaMg(CO_3)_2$ + $N_{120}P_{60}K_{90}$ (реком.) + МД не зумовлює істотного збільшення вмісту рухомого фосфору порівняно із варіантами фон + $N_{150}P_{50}K_{125}$ (нормат. зерно і солома) + МД і фон + $N_{130}P_{25}K_{35}$ (нормат. зерно) + МД. Balemi T. [19] зазначає, що в умовах обмеження фосфору у рослин існують механізми, які підвищують ефективність його поглинання з ґрунту і використання, тобто здатність виробляти вищий вміст сухої речовини на одиницю поглинутого фосфору.

Вміст рухомих сполук калію у орному шарі у дерново-підзолистого ґрунту варіював залежно від дози калію у системі удобрення пшениці озимої та її фази росту і розвитку (рис. 3).

Підвищення вмісту рухомих сполук калію за відсутності додаткового мінерального живлення може бути пов'язано з його надходженням із нетоварною частиною врожаю попередника, яку заробляли у ґрунт. Так, накопичення калію у ґрунті на рівні 8,2 та 6,8 мг/кг ґрунту отримана для варіанта фон + N_{130} (нормат. зерно) + МД.

Проведений статистичний аналіз показників урожайності пшениці озимої (у; т/га) за 2021–2023 рр. у варіантах від вмісту елементів живлення (х; мг/кг) у орному шарі дерново-підзолистого ґрунту показав лінійну залежність, яка описувала наступними рівняннями на рівні ймовірності (табл. 1). Як видно із параметрів рівняння залежності найбільший вплив на формування продуктивності пшениці озимої мав вміст лужногідролізних сполук азоту (R^2 = 0,92) і рухомих сполук калію (R^2 = 0,90) у орному шарі дерново-підзолистого ґрунті ґрунту у фазу кущення весняного періоду вегетації. Отримана залежність між наведеними показниками була дуже сильною на рівні ймовірності $p \leq 0,05$.

Висновки. Внесення доз добрив, розрахованих нормативним методом із урахуванням біологічних потреб культури і рівня забезпеченості ґрунту, дозволило підвищити вміст елементів живлення у 0–20 см шарі ґрунті порівняно з варіантом без добрив. Рекомендована доза мінеральних добрив $N_{120}P_{60}K_{90}$ не мала істотного впливу на накопичення елементів у ґрунті порівняно з розрахунковими дозами $N_{150}P_{50}K_{125}$ (нормат. зерно і солома) і $N_{130}P_{25}K_{35}$ за інших однакових умов у варіантах. За даними статистичного аналізу динаміка урожайності (у, т/га) залежно від вмісту елементів живлення (х; кг/га) у 0–20 см шарі ґрунту опи-

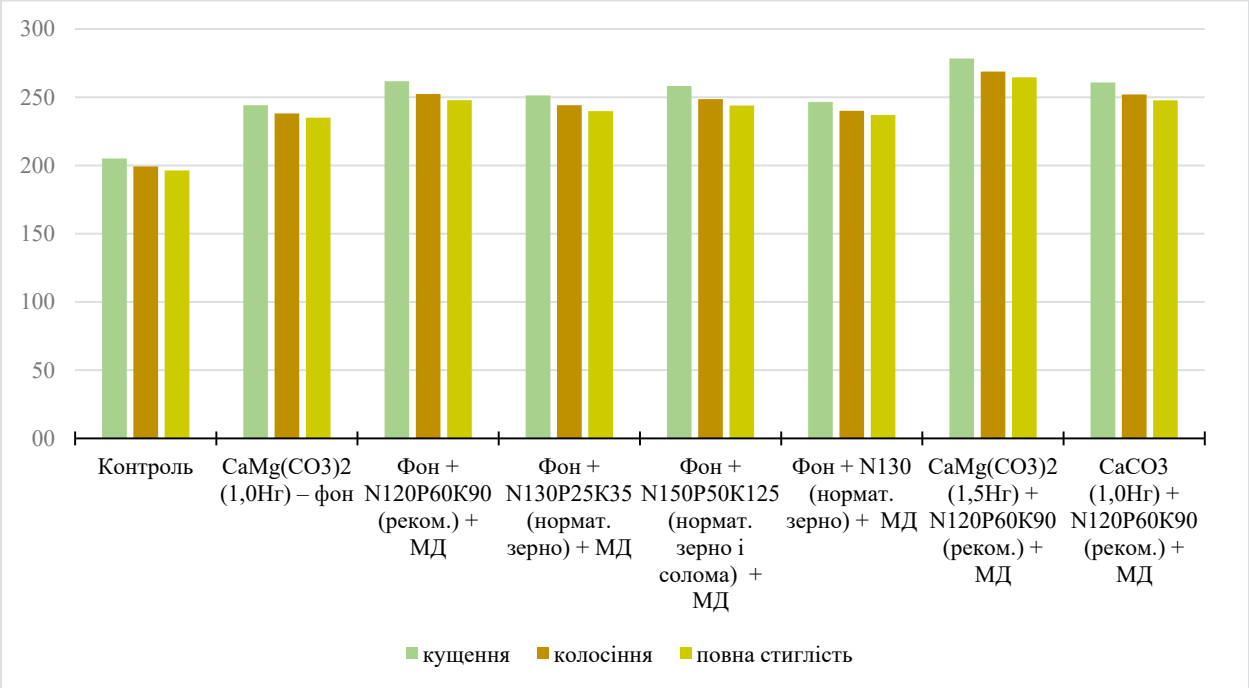


Рис. 2. Вміст рухомих сполук фосфору в 0–20 см шарі дерново-підзолистого ґрунту, мг P_2O_5/кг ґрунту, середнє за 2021–2023 р.

Примітка: $НІР_{05}$, мг/кг ґрунту: кущення – 13,1; колосіння – 11,9; повна стиглість – 10,4.

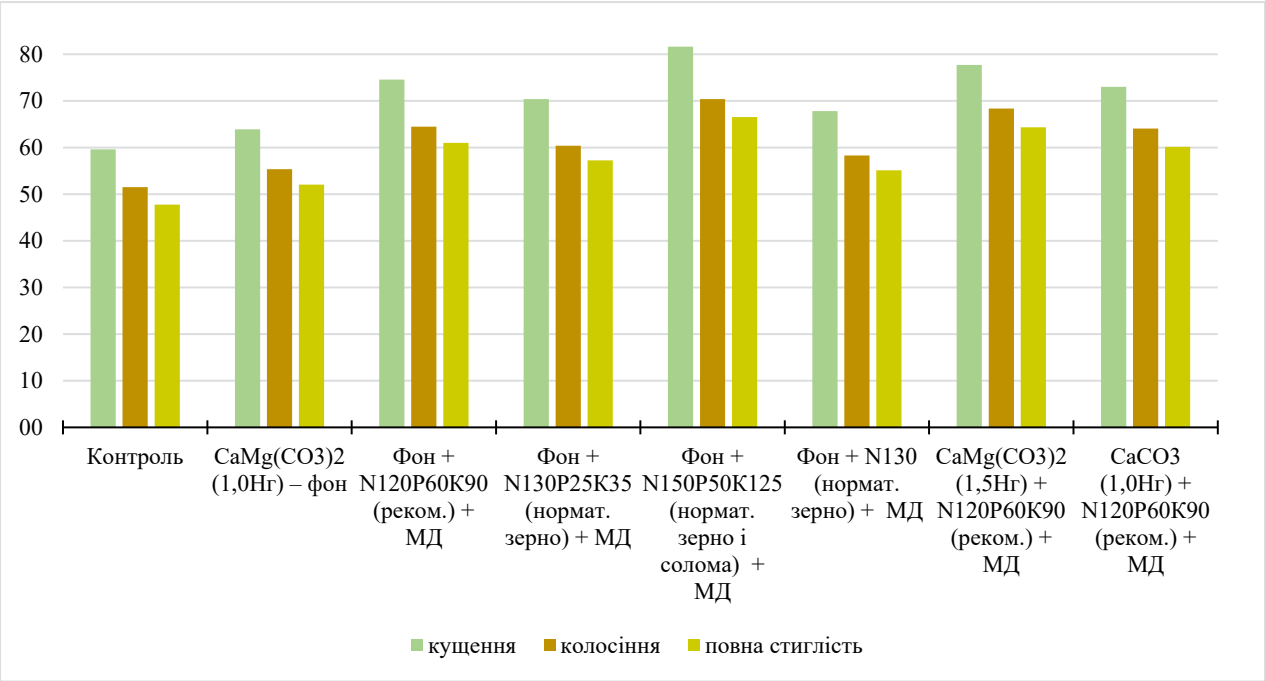


Рис. 3. Вміст рухомих сполук калію в 0–20 см шарі дерново-підзолистого ґрунту, мг K_2O/кг ґрунту, середнє за 2021–2023 р.

Примітка: $НІР_{05}$, мг/кг ґрунту: кущення – 5,1; колосіння – 4,5; повна стиглість – 4,0.

Таблиця 1

Кореляційна залежність урожайності зерна пшениці озимої від вмісту елементів живлення у 0–20 см шарі дерново-підзолистого ґрунту, в середньому за 2021–2023 рр.

y	x	Елемент	Параметри рівняння y = ax + b					
			a	b	R^2	a	b	R^2
			фаза кущення			фаза колосіння		
Урожайність зерна пшениці озимої, т/га	Вміст елемента в ґрунті, мг/кг	N	0,1549	–4,5820	0,92	0,1572	–3,3258	0,61
		P_2O_5	0,0419	–6,6101	0,75	0,0398	–5,8141	0,69
		K_2O	0,1357	–5,7499	0,90	0,1504	-5,3670	0,88

сувалась прямою лінійною залежністю, яка була дуже сильною у фазу кущення для лужногідролізних сполук азоту (R^2 = 0,92) і рухомих сполук калію (R^2 = 0,90), що підтверджує необхідність забезпечення достатнього рівня живлення культури, особливо доступними сполуками азоту і калію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Господаренко Г. М., Рябовол Я. С., Черно О. Д., Любич В. В., Крижанівський В. Г. Ріст і розвиток пшениці озимої у весняно-літній період вегетації залежно від умов мінерального живлення в Правобережному Лісостепу України. *Вісник Уманського НУС.* 2020. № 2. С. 3–8. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-2-3-8
2. Господаренко Г. М., Любич В. В., Бурляй О. Л., Притуляк Р. М. Агрохімічні властивості чорнозему опідзоленого за різних доз азотних добрив і їх поєднання з іншими видами мінеральних добрив. *Аграрні інновації.* 2022. № 14. С. 18-22. DOI: 10.32848/agrar.innov.2022.14.3.
3. Зубець М.В. та ін. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і західному регіоні України. Київ: Аграрна наука, 2010. 944с.
4. Li C., Hao Y., Xue Y. et al. Effects of long-term fertilization on soil microbial biomass carbon, nitrogen, and phosphorus in the farmland of the Loess Plateau, China. *Journal of Agro Environment Science.* 2020. Vol. 39, Iss. 8. Đ. 1783–1791. DOI: 10.11654/jaes.2020-02406.
5. Мазуркевич Л. І. Вплив тривалого застосування добрив на вміст поживних елементів у грунті, врожайність пшениці ярої та якість зерна. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Агрономія.* 2014. Вип. 195(1). С. 78-84. http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_agr_2014_195%281%29__14
6. Rekaby, S. A., Eissa, M. A., Hegab, S. A., & Ragheb, H. M. Wheat Response to Nitrogen and Irrigation under Semi-Arid Conditions. *World Journal of Agriculture and Soil Science.* 2019. № 1. P. 1–6.

7. Atique-ur-Rehman, Qamar R., Altaf M. M. et al. Phosphorus and potassium application improves fodder yield and quality of sorghum in Aridisol under diverse climatic conditions. *Agriculture*. 2022. Vol. 12, Iss. 5 Article 593. DOI: 10.3390/agriculture12050593.
8. Brar, B. S., J. Singh, G. Singh, and G. Kaur. Effects of long-term application of inorganic and organic fertilizers on soil organic carbon and physical properties in maize-wheat rotation. *Agronomy.* 2015. 5 (2). P. 220–238. DOI: 10. 3390/agronomy5020220
9. Havlin J.L., Beaton J.D., Tisdale S.L. and Nelson W.L. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. 7th Edition, Pearson Educational, Inc., Upper Saddle River, New Jersey. 2005. 515 p.
10. Sharma S. and Singh J. Evaluation of split application of potassium for improving yield and potassium uptake in wheat. *International Journal of Chemical Studies*. 2020. 8 (3). 459–464. DOI: 10.22271/ chemi.2020.v8.i3e.9254
11. Yi W., Zhongkui Zh., Yuanyuan L., Yulong H., Yanlai H., Jinfang T. High Potassium Application Rate Increased Grain Yield of Shading-Stressed Winter Wheat by Improving Photosynthesis and Photosynthate Translocation. Front. *Plant Sci*. 2020. 28 February. DOI:https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00134.
12. Sharma LK, Bali SK. A Review of Methods to Improve Nitrogen Use Efficiency in Agriculture. *Sustainability*. 2018. 10(1). 51. DOI: https://doi.org/10.3390/ su10010051.
13. Малиновська І. М. Мікробіологічні процеси у сірому лісовому грунті за мінерального удобрення, вапнування та заорювання побічної продукції рослинництва. Матеріали. Міжнародної наукової конференції, присвяченої 120-річчю від Дня Народження Григорія Андрущенка «Ґрунти, сталий розвиток та українське ґрунтознавство». 24-26 квітня 2023. С. 138–141
14. Zhang F, Cui Z, Fan M, Zhang W, Chen X, Jiang R. Integrated soil-crop system management: reducing environmental risk while increasing crop productivity and improving nutrient use efficiency in China. *J Environ Qual*. 2011 Jul-Aug;40(4):1051-7. DOI: 10.2134/jeq2010.0292. PMID: 21712573
15. Лопушняк В., Засєкін Н. Оцінка мікробіологічної активності дерново-підзолистого ґрунту за використання ферментованих добрив. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2013. № 17 (1). С. 170-174.
16. Li, C. X., Yun, S. H. A. O., Zhang, L. L. (2018). Effects of long-term organic fertilization on soil microbiologic characteristics, yield and sustainable production of winter wheat. *Journal of Integrative Agriculture*. 2018. (01). 210-219. DOI:10.1016/S2095-3119(17)61740-4
17. Lyko D. V., Lyko S. M., Portukhay O. I., Savchuk R. I., & Krupko H. D. The agrochemical state of sod-podzolic soils of Western Polissya in the conditions of anthropogenesis. *Agrology.* 2018. № 1(3). P. 247–253. DOI:10.32819/2617-6106.2018.13003
18. Qaswar M., Dongchu L. et al. Interaction of liming and long-term fertilization increased crop yield and phosphorus use efficiency (PUE) through mediating exchangeable cations in acidic soil under wheat–maize cropping system. *Scientific Reports.* 2020. 10 (19828). DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-020-76892-8
19. Balemi T., Negisho K. Management of soil phosphorus and plant adaptation mechanisms to phosphorus stress for sustainable crop production: a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2012. 12 (3). P. 547-562 DOI: http://dx.doi.org/10.4067/ S0718-95162012005000015

REFERENCES:

1. Hospodarenko H. M., Riabovol Ya. S., Cherno O. D., Liubych V. V., Kryzhanivskyi V. H. (2020). Rist i rozvytok pshenytsi ozymoi u vesniano-litnii period vehetatsii zalezhno vid umov mineralnoho zhyvlennia v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Growth and development of winter wheat in the spring-summer vegetation period depending on mineral nutrition conditions in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Visnyk Umanskoho NUS*, 2, 3-8. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-2-3-8 [in Ukrainian].
2. Hospodarenko H. M., Liubych V. V., Burliai O. L., Prytuliak R. M. (2022). Ahrokhimichni vlastyvosti chornozemu opidzolenoho za riznykh doz azotnykh dobryv i yikh poiednannia z inshymy vydamy mineralnykh dobryv [Agrochemical properties of podzolized chernozem with different doses of nitrogen fertilizers and their comparison with other types of mineral fertilizers]. *Ahrarni innovatsii,* 14, 18-22. DOI: 10.32848/agrar.innov.2022.14.3 [in Ukrainian].
3. Zubets M.V. ta in. (2010). Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva v zoni Polissia i zakhidnomu rehioni Ukrainy [Scientific bases of agro-industrial trust in the Polissia zone and the western region of Ukraine]. Kyiv: Ahrarna nauka, 944 [in Ukrainian].
4. Li C., Hao Y., Xue Y. et al. (2020). Effects of long-term fertilization on soil microbial biomass carbon, nitrogen, and phosphorus in the farmland of the Loess Plateau, China. *Journal of AgroEnvironment Science,* 39(8),1783–1791. DOI: 10.11654/jaes.2020-02406
5. Mazurkevych L. I. (2014). Vplyv tryvaloho zastosuvannia dobryv na vmist pozhyvnykh elementiv u hrunti, vrozhainist pshenytsi yaroi ta yakist zerna [The effect of long-term application of fertilizers on the content of nutrients in the soil, spring wheat yield and grain quality]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriia : Ahronomiia*, 195(1), 78-84 [in Ukrainian].
6. Rekaby, S. A., Eissa, M. A., Hegab, S. A., & Ragheb, H. M. (2019). Wheat Response to Nitrogen and Irrigation under Semi-Arid Conditions. *World Journal of Agriculture and Soil Science,* 1, 1–6.
7. Atique-ur-Rehman, Qamar R., Altaf M. M. et al. (2022). Phosphorus and potassium application improves fodder yield and quality of sorghum in Aridisol under diverse climatic conditions. *Agriculture*, 12(5), 593. DOI: 10.3390/ agriculture12050593.
8. Brar, B. S., J. Singh, G. Singh, and G. Kaur. (2015). Effects of long-term application of inorganic and organic fertilizers on soil organic carbon and physical properties in maize-wheat rotation. *Agronomy,*5 (2), 220–238. DOI: 10. 3390/agronomy5020220
9. Havlin J.L., Beaton J.D., Tisdale S.L. and Nelson W.L. (2005). Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. 7th Edition, Pearson Educational, Inc., Upper Saddle River, New Jersey. 515 p.
10. Sharma S. and Singh J. (2020). Evaluation of split application of potassium for improving yield and potassium uptake in wheat. *International Journal of Chemical*

Studies, 8 (3), 459–464. DOI: 10.22271/ chemi.2020. v8.i3e.9254
11. Yi W., Zhongkui Zh., Yuanyuan L., Yulong H., Yanlai H., Jinfang T. (2020. 28 February). High Potassium Application Rate Increased Grain Yield of Shading-Stressed Winter Wheat by Improving Photosynthesis and Photosynthate Translocation. Front. *Plant Sci*. DOI:https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00134.
12. Sharma LK, Bali SK. A (2018). Review of Methods to Improve Nitrogen Use Efficiency in Agriculture. *Sustainability*, 10(1), 51. DOI: https://doi.org/10.3390/su10010051
13. Malynovska I. M.(2023, April 24-26). Mikrobiolohichni protsesy u siromu lisovomu hrunti za mineralnoho udobrennia, vapnuvannia ta zaoriuvannia pobichnoi produktsii roslynnytstva [Microbiological processes in gray forest soil under mineral fertilization, liming and plowing of plant by-products]. *Materialy. Mizhnarodnoi naukovoi konferentsii, prysviachenoi 120-richchiu vid Dnia Narodzhennia Hryhoriia Andrushchenka «Grunty, stalyi rozvytok ta ukrainske gruntoznavstvo»,* 138-141 [in Ukrainian].
14. Zhang F, Cui Z, Fan M, Zhang W, Chen X, Jiang R. (2011) Integrated soil-crop system management: reducing environmental risk while increasing crop productivity and improving nutrient use efficiency in China. *J Environ Qual*, Jul-Aug;40(4):1051-7. DOI: 10.2134/jeq2010.0292. PMID: 21712573
15. Lopushniak V., Zasiekin N. (2013). Otsinka mikrobiolohichnoi aktyvnosti dernovo-pidzolystoho gruntu za vykorystannia fermentovanykh dobryv [Assessment of microbiological activity of turf-podzolic soil using fermented fertilizers]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ahronomiia,*17(1), 170-174 [in Ukrainian].
16. Li, C. X., Yun, S. H. A. O., Zhang, L. L. (2018). Effects of long-term organic fertilization on soil microbiologic characteristics, yield and sustainable production of winter wheat. *Journal of Integrative Agriculture*, (01), 210-219. DOI:10.1016/S2095-3119(17)61740-4
17. Lyko D. V., Lyko S. M., Portukhay O. I., Savchuk R. I., & Krupko H. D. (2018). The agrochemical state of sod-podzolic soils of Western Polissya in the conditions of anthropogenesis. *Agrology.* 1(3), 247–253. DOI:10.32819/2617-6106.2018.13003 [in Ukrainian].
18. Qaswar M., Dongchu L., et al. Interaction of liming and long-term fertilization increased crop yield and phosphorus use efficiency (PUE) through mediating exchangeable cations in acidic soil under wheat–maize cropping system. *Scientific Reports.* 2020. 10 (19828). DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-020-76892-8
19. Balemi T., Negisho K. (2012). Management of soil phosphorus and plant adaptation mechanisms to phosphorus stress for sustainable crop production: a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12 (3), 547-562. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162012005000015

Ященко Л.А., Ювчик Н.О. Поживний режим провапнованого дерново-підзолистого ґрунту за різних доз мінерального удобрення пшениці озимої

Мета досліджень. Аналіз вмісту елементів живлення в провапнованому дерново-підзолистому ґрунті при вирощуванні пшениці озимої за різних доз мінерального живлення для поглиблення розуміння зв'язку поживного режиму ґрунту, що при цьому формуються, та врожайності зерна. **Методика досліджень.** Польовий дослід для вивчення впливу досліджуваних факторів; агрохімічний аналіз для кількісного визначення вмісту елементів живлення у ґрунті; статистичні методи для обґрунтування істотності отриманих результатів і визначення кореляційної залежності між елементами живлення і урожайністю зерна. **Результати.** У середньому за 2021–2023 рр. залежно від дози мінеральних добрив встановлено поліпшення поживного режиму ґрунту. Найбільше підвищення вмісту легкогідролізних сполук азоту в межах 19,8– 14,5 мг/кг ґрунту протягом кущення–повна стиглість порівняно з контролем отримано у варіанті фон + $N_{150}P_{50}K_{125}$ (нормат. зерно і солома) + МД. У досліді вміст рухомих сполук фосфору вирізнявся високим і дуже високим вмістом. Вміст рухомих сполук фосфору у варіанті $CaMg(CO_3)_2$ (1,5 Нг) + $N_{120}P_{60}K_{90}$ (реком.) + МД. На 16,6–16,8 мг/кг ґрунту переважав дані отримані у варіанті аналогічного мінерального живлення культури $N_{120}P_{60}K_{90}$ (реком.) + МД на фоні 1,0 Нг дози $CaMg(CO_3)_2$. За рахунок надходження нетоварної частини попередника у ґрунт у варіанті фон + N_{130} (нормат. зерно) + МД підвищення вмісту його рухомих сполук порівняно з контролем було в межах 8,2–7,4 мг/кг ґрунту. При внесенні $N_{150}P_{50}K_{125}$ (нормат. зерно і солома) вміст калію у ґрунті перевищував показник контролю на 22 мг/кг ґрунту. У цьому ж варіанті отримано найвищі зміни вмісту калію в орному шарі у міжфазні періоди вегетації культури.

Висновки. Рекомендована доза мінеральних добрив $N_{120}P_{60}K_{90}$ не мала істотного впливу на накопичення елементів у ґрунті порівняно з розрахунковими дозами $N_{150}P_{50}K_{125}$ (нормат. зерно і солома) і $N_{130}P_{25}K_{35}$ за інших однакових умов у варіантах. Статистичний аналіз залежності урожайності зерна пшениці озимої (у; т/га) за 2021–2023 рр. у варіантах від вмісту елементів живлення (х; мг/кг) у 0–20 см шарі дерново-підзолистого ґрунту показав пряму лінійну залежність між вмістом лужногідролізних сполук азоту (R^2 = 0,96) і рухомих сполук калію (R^2 = 0,90) у фазу кущення весняного періоду вегетації, що підтверджує необхідність забезпечення достатнього рівня живлення культури, особливо доступними сполуками азоту і калію.

Ключові слова: азот, фосфор, калій, урожайність, статистична залежність.

Yashchenko L.A., Yuvchik N.O. Nutrient regime of ameliorated sod-podzolic soil under different rates of mineral fertilization of winter wheat

Purpose. Analysis of the content of nutrients in ameliorated sod-podzolic soil during the cultivation of winter wheat under different doses of mineral nutrition to deepen the understanding of the relationship between the nutrient regime of the soil, which is formed at the same time, and the grain yield of the crop in order to optimize the conditions for its growth and development. **Methods.** Field experiment to study the influence of the investigated factors; agrochemical analysis for quantitative determination of the nutrients content; statistical methods for substantiating the significance of the obtained results and determining the correlation between nutrients and the yield of grain. **Results.** On average, for 2021–2023, depending on the dose of mineral fertilizers an improvement in the nutritional regime of the soil was established. The highest content of easily hydrolyzable nitrogen compounds 19.8-14.5 mg/kg of soil during the period of budding-full-ripeness

was found in the variant $CaMg(CO_3)_2$ (1.0 Hh) + $N_{150}P_{50}K_{125}$ (normat. grain and straw) + MD. The content of available phosphorus in the variant $CaMg(CO_3)_2$ (1.5 Hh) + $N_{120}P_{60}K_{90}$ (recommended dose) + MD ranged from 16.6 to 16.8 mg/kg of soil, which predominated over the data obtained in the variant of similar mineral nutrition of the crop $N_{120}P_{60}K_{90}$ (recommended dose) + MD against the background of 1.0 t/ha dose of $CaMg(CO_3)_2$. Due to the influx of the plant residual of predecessor into the soil in the variant of 1,0 dose of $CaMg(CO_3)_2$ + N_{130} (norm. dose for grain) + MD, the increase of available potassium compared to the control ranged from 8.2 to 7.4 mg/kg of soil. In a variant, $N_{150}P_{50}K_{125}$ (norm. dose for grain and straw), the potassium content in the soil exceeded the control indicator by 22 mg/kg of soil. In this variant, the highest changes in potassium content in the arable layer during the interphase periods of crop vegetation were obtained.

Conclusions. The recommended dose of mineral fertilizers $N_{120}P_{60}K_{90}$ did not have a significant impact on the accumulation of elements in the soil compared to the calculated doses of $N_{150}P_{50}K_{125}$ (norm. for grain and straw) and $N_{130}P_{25}K_{35}$ (norm. for grain) under other identical conditions in the variants. Statistical analysis of the winter wheat grain yield (y; t/ha) for 2021–2023 in the variants based on the nutrient element content (x; mg/kg) in the 0–20 cm layer of sod-podzolic soil was shown. The direct linear dependence between the content of easy hydrolyzable nitrogen compounds (R^2 = 0.96) and available potassium compounds (R^2 = 0.90) during the tillering phase of the spring vegetative period, confirms the necessity of ensuring an adequate level of crop nutrition, especially with available nitrogen and potassium compounds.

Key words: nitrogen, phosphorus, potassium, grain yield, statistical dependence.

УДК 634.21:631.541.11:631.96
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.20

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ АБРИКОСА (*PRUNUS ARMENIACA* L.) ВІТЧИЗНЯНОЇ ТА ЗАРУБІЖНОЇ СЕЛЕКЦІЇ ПРИ ПЕРВИННОМУ СОРТОВИВЧЕННІ У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

ІГНАТЕНКО О.О. – молодший науковий співробітник, аспірантка
orcid.org/0009-0009-2700-0047
Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України
МОЙСЕЙЧЕНКО Н.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0009-0001-6975-3970
Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Абрикос відноситься до популярних плодових культур, який характеризується скороплідністю, ранніми цвітінням і достиганням плодів. Сорти цієї культури характеризується сукупністю багатьох ознак і властивостей, з яких для інтенсифікації насаджень абрикоса надважливими є морфологічні, а саме висота дерев та форма крони [1, 2, 3, 4]. Габітус рослин обов'язково враховується у плануванні і організації насаджень. Відповідно до літературних джерел схема садіння істотно варіює залежно від ґрунтово-кліматичних умов, вологості, типу підщепи та потенціалу росту сортів [1, 2, 5]. Біометрична характеристика росту і розвитку дерев і типи формування крони мають великий вплив на кількісні та якісні характеристики урожайності абрикоса.

Мета досліджень – оцінити силу росту дерев абрикоса вітчизняної та зарубіжної селекції та рекомендувати у виробництво сорти, найбільш оптимальні за біометрією для інтенсивних садів.

Об'єкти і методика. Дослідження проводились протягом 2021-2023 рр. на дослідній ділянці ІС НААН в насадженнях абрикоса 2016, 2018 і 2019 років садіння. Вивчалися 18 сортів абрикоса вітчизняної та зарубіжної селекції, а саме: Мелітопольський ранній, Червневий, Запорожець, Костінський, Роднік, Сяйво, Винослівий, Кумир, Robada, NGA19, Ботсадівський, Особливий Денисюка, Аврора, Cegledi Bibor, Jumbo Cot, Степовий, Faralia, Hargrand. За контроль були обрані вітчизняні сорти, які районовані в зоні Лісостепу, це Мелітопольський ранній (для ранньостиглої групи) і Сяйво (для середньопізньої групи). Схема розміщення дерев 5 х 2,5 (2018 рік садіння) і 5 х 3 м (2016 і 2019 рр.). Форма крони – розріджено-ярусна. Підщепа – сіянці дикої аличі. Ґрунт удержувався під чорним паром, темно-сірий, опідзолений, середньосуглинковий на карбонатах, типовий для зони досліджень. Агротехнічний догляд садових ділянок проводився згідно рекомендацій ІС НААН щодо вирощування плодоносних насаджень без зрошення в зоні Лісостепу України.

Закладка і проведення дослідів, основні обліки і спостереження проводили відповідно загальноприйнятим методикам [1, 2, 3]. Статистичну обробку даних робили за допомогою стандартного набору статистичних функцій програми Microsoft Excel.

Результати досліджень. Згідно літературних джерел дерева абрикоса розподіляють на високорослі 7,5-9,0 м, середні 5,0-7,5 м, низькі 3,5-5,0 м, дуже низькі 3,5 м [5, 6, 7]. Найбільш високорослими серед досліджуваних варіантів були Червневий ранній і Роднік з висотою дерев 4,4 і 5,2 м відповідно. Згідно методики оцінювання морфобіологічних ознак дерева Червневого раннього є низькими, а Родніка – середніми за висотою [6, 10, 11, 12]. Зазначимо, що насадження абрикоса молоді і перебувають в активному рості, тому дані дослідження варто продовжити. Дерева більшості досліджуваних варіантів за висотою є низькими, менше 3,5 м (табл. 1).

Під час активної вегетації ранньовесняні несприятливі погодні умови можуть провокувати тимчасове призупинення ростових процесів. З настанням більш оптимальних умов нова хвиля росту починається з первинного циклу замість того, щоб продовжувати призупинений. Переривчастий ріст пагонів призводить до зниження кількості закладання саме генеративних бруньок, що знижує потенціал продуктивності на наступний рік у цілому. Цього можна уникнути, використовуючи високоінтенсивні методи вирощування, які спрямовані на формування та обрізування дерев [2, 8, 9, 10, 11]. Так, для закладки інтенсивних садів абрикоса в зоні Лісостепу України багатьма авторами було рекомендовано висаджувати дерева переважно за схемою 5 х 4, 5 х 3 і 5 х 2,5 м [6, 7, 11, 12, 13]. Спрямованість цих насаджень була в отриманні високих урожаїв і цілком залежала від сортопідщепного комбінування та типу формування крони.

Площа проєкції крони дерев залежить від сортових особливостей, а саме: характеру розміщення гілок, форми та їх щільності. Із досліджуваних дерев найбільшою площею характеризувалися Червневий ранній і Роднік (14,1-13,9 м^2 відповідно), найменшою – Ботсадівський і NGA19 (3,9-4,5 м^2 відповідно). Для більш повної характеристики представлених сортів був визначений об'єм крони, який залежить від форми і висоти дерев. У Костінського, Червневого раннього і Родніка відмічена округла форма крони, об'єм якої був від 39,4 до 46,9 м^3. Решта сортів знаходилась в межах контролю як за формою крони, так і за висотою та її діаметром. Досліджувані варіанти відрізнялися за фор-

Таблиця 1

Показники параметрів надземної частини дерев абрикоса, 2021-2023 рр. (схема садіння 5,0 х 3,0 м, підщепа алича, ІС НААН – 2016, 2018, 2019 роки садіння)

Сорт	Висота дерева, м²	Площа проєкції крони, м²	Об'єм крони, м³	Форма крони
Дослід № 1; насадження 2016 р.				
ранньостиглі				
Мелітопольський ранній (к.)	3,9 - 4,2	7,3 - 8,7	28,4 - 33,9	Зворотно пірамідальна
Червневий ранній	4,0 - 4,4	14,1 - 9,9	37,6 - 42,4	Округла
середньопізні				
Запорожець	3,0 - 4,1	4,4 -1,7	5,1 - 13,2	Округла
Костінський	3,4 - 4,1	11,6 - 6,7	23,4 - 39,4	Округла
Роднік	4,3 - 5,2	13,9 - 15,1	43,7 - 46,9	Розлога
Сяйво (к.)	3,8 - 4,4	6,4 - 8,0	7,4 - 24,3	Округла
Винoсливий	3,3 - 4,1	8,2 - 7,7	20,0 - 27,0	Округла
Дослід № 2; насадження 2018 р.				
ранньостиглі				
Мелітопольський ранній (к.)	2,6 - 3,1	5,0 - 6,0	13,0 - 16,8	Зворотно пірамідальна
Кумир	2,9 - 3,4	6,7 - 8,3	19,4 - 25,7	Округла
Robada	2,8 - 3,3	6,4 - 6,1	17,9 - 18,3	Розлога
середньопізні				
NGA19	2,7 - 3,1	4,5 – 4,8	13,4 - 22,9	Округла, компактна
Ботсадівський	3,1 - 3,5	3,9 – 4,9	12,0 – 15,6	Округло розлога
Сяйво (к.)	3,0 - 3,3	10,9 – 11,4	29,7 – 36,4	Округла
Особливий Денисюка	2,7 - 3,3	11,8 – 12,9	28,8 – 38,7	Кулясто пірамідальна
Дослід № 3; насадження 2019 р.				
ранньостиглі				
Мелітопольський ранній (к.)	3,3 - 3,4	7,4 - 8,6	24,4 - 29,2	Зворотно пірамідальна
Аврора	3,0 - 3,2	10,1 - 11,6	28,3 - 36,8	Ширококуляста
средньопізні				
Cegledi Bibor	3,2- 3,5	5,8 - 7,4	18,5 - 23,6	Ширококуляста
Jumbo Cot	2,9 - 3,4	6,6 - 7,9	19,1 - 28,5	Розлога
Степовий	3 - 3,5	8,2 -9,6	24,6 - 31,4	Округла
Faralia	3,1 - 3,6	12,6 - 11,6	26,0 - 27,12	Округла
Сяйво (к.)	2,9 - 3,5	5,2 - 6,1	15,0 - 18,9	Округла
Hargrand	3,1 - 3,5	5,7 - 6,6	20,5 - 24,3	Округла

мою крони дерев, більшість з яких мали округлу форму. Зокрема, у сорта Особливий Денисюка крона – кулясто пірамідальна, з об‘ємом – 28,8-38,7 м³ та висотою дерева 2,7-3,3 м² відповідно. Сорти Роднік, Gold rich, Robada та Jumbo Cot мали розлогу форму крони. Сорт Мелітопольський ранній (контроль) мав зворотно пірамідальну форму та об’єм 28,4-33,9 м³. Ширококуляста форма крони зафіксована у Аврори і Cegledi Bibor, об’єм якої був в межах 28,3-36,8 і 18,5-23,6 м³ відповідно. У інтродукованого сорту NGA19 форма крони округло компактна з об‘ємом 13,4-22,9 м³ відповідно. Сорт Ботсадівський відзначився округло розлогою кроною, об’єм якої 12,0-15,6 м³.

Абрикос є однією з найбільш світлолюбних плодових культур. За нестачі освітлення центральної частини крони дерева розпочинають інтенсивно оголюватися внаслідок всихання шпорців, букетних та слабких обростаючих гілочок. Проте для абрикоса характерним є сильний вертикальний ріст пагонів та високий ступінь апікального домінування. З точки зору біології цієї культури оптимальним є формування веретеноподібної або розріджено-ярусної крони. Особливу увагу приділяють регулюванню освітленності центральних та нижніх зон крони. Досягти цього можна шляхом агресивної обрізки гілок у середній та верхній частині дерева [7]. Виходячи з вище сказаного істотне значення має густота крони. Сильна загущеність крони спостерігалась у Сяйво, Hargrand, Faralia і Степового, низька – у NGA19 і Особливого Денисюка. Інші дерева сортів абрикоса характеризувалися середньою загущеністю крони. Сильна облиственність дерев була у пізньостиглих Сяйво і Hargrand.

Більшим щорічним ростом дерев і за роки у цілому, відповідно до висоти та діаметру крони, характеризувалися Червневий ранній, Запорожець, Костінський, Сяйво (к.), Кумір, Особливий Денисюка, *Cegledi Bibor* і *Jumbo Cot.* Меншим – Робада і NGA19.

Площа поперечного перерізу штамба представлених сортів була від 23,3 (Аврора) до 33,9 см^2 (Роднік) (табл. 2). Інтенсивне наростання цього показника у дерев під час зростання їх віку спостерігалося у контрольного сорту Сяйво 2016 року садіння (4,4 см^2) і Особливого Денисюка (1,4 см^2) (табл. 3).

Аналітично-статистичним аналізом одержаних біометричних даних досліджуваних сортів абрикоса встановлено, що в даній ґрунтово-кліматичній зоні контрольні сорти Мелітопольський ранній та Сяйво мають площі поперечного перерізу штамба 26,2 і 25,6 см^2 та об'єми крони 29,1 і 26,4 м^3 відповідно (табл. 2). Було визначено, що дерева 2016 року садіння були достовірно більшими за площею поперечного перерізу штамба від дерев висаджених у 2018-2019 рр., діаметр яких був 29,2 та 23,0 см^2. Відмітимо, що у сортів 2018 р. садіння об'єм крони становив всього 22,5, тоді як в насадженнях 2016-2018 рр. – 26,0-28,13 м^3.

Для розуміння впливу на урожайність біометричних показників абрикоса, що досліджувався, було проведено кореляційно-регресійний аналіз одержаних даних. Для цього використовували показники урожайності за роки досліджень.

Було встановлено, що дуже високий та найвищий серед досліджуваних взаємозв'язків коефіцієнт кореляції спостерігався між урожаєм та площею поперечного перерізу штамба і дорівнював 0,8083 (рис. 1). Для взаємозв'язку урожайності із висотою дерева та об'ємом крони коефіцієнт становив 0,5387 та 0,5681, що є рівнем кореляції вище середнього. Для площі проєкції крони коефіцієнт кореляції відзначається на рівні 0,3190.

Таблиця 2

Площа поперечного перерізу штамба абрикоса вітчизняної та зарубіжної селекції за 2021-2023 рр. досліджень

Сорт	Площа поперечного перерізу штамба, см^2		
	2021 р.	2022 р.	2023 р.
Дослід № 1; насадження 2016 р.			
ранньостиглі			
Мелітопольський ранній (к.)	30,4	31,0	32,6
Червневий	28,4	29,3	31,8
середньопізні			
Запорожець	28,2	28,6	31,9
Костінський	30,2	30,5	33,0
Роднік	30,2	30,9	33,9
Сяйво (к.)	25,1	29,5	31,8
Виносливий	29,0	28,1	30,7
Дослід № 2; насадження 2018 р.			
ранньостиглі			
Мелітопольський ранній (к.)	21,2	22,0	27,2
Кумир	23,0	23,8	29,3
Robada	25,3	26,0	31,7
середньопізні			
NGA19	23,2	24,0	29,6
Ботсадівський	21,2	21,9	27,5
Сяйво (к.)	22,4	22,4	27,7
Harogem	21,6	23,5	27,8
Особливий Денисюка	24,2	25,6	33,1
Дослід № 3; насадження 2019 р.			
ранньостиглі			
Мелітопольський ранній (к.)	23,4	24,4	26,2
Аврора	20,2	21,0	23,3
середньопізні			
Cegledi Bibor	22,7	23,6	25,5
Jumbo Cot	24,3	25,2	27,3
Степовий	24,7	25,4	27,1
Faralia	21,8	23,6	25,6
Сяйво (к.)	22,3	23,0	24,8
Hargrand	21,9	23,4	24,3

Таблиця 3

Особливості біометричних показників дерев в насадженнях абрикоса

Показник			Площа поперечного перерізу штамба, см²	Висота дерева, м	Площа проєкції крони, м²	Об'єм крони, м³	Урожайність, т/га
Сорти	Мелітопольський ранній (к.)	середнє	26,2±2,38	3,53±0,186	8,23±0,419	29,1±2,74	3,13±1,310
		мін.	23,4	3,32	7,41	24,4	1,15
		макс.	31,0	3,94	8,75	33,9	5,62
	Сяйво (к.)	середнє	25,6±2,06	3,20±0,306	8,43±1,317	26,4±3,16	2,35±0,838
		мін.	22,4	2,78	6,41	22,4	1,45
		макс.	29,5	3,81	10,79	32,7	4,15
Період посадки насаджень	2016 р.	середнє	29,2±0,36	3,61±0,130	7,76±0,577	28,3±2,54	2,16±0,389
		мін.	25,1	2,61	1,78	5,1	0
		макс.	31,0	4,35	11,62	43,4	5,62
	2018 р.	середнє	23,3±0,42	2,92±0,052	7,69±0,795	22,5±2,42	2,44±0,290
		мін.	21,2	2,59	3,95	12,1	1,08
		макс.	26,0	3,23	12,93	38,7	4,95
	2019 р.	середнє	23,0±0,37	3,16±0,041	8,24±0,564	26,0±1,82	2,51±0,360
		мін.	20,2	2,96	5,21	15,1	0,89
		макс.	25,4	3,52	12,63	39,2	5,28

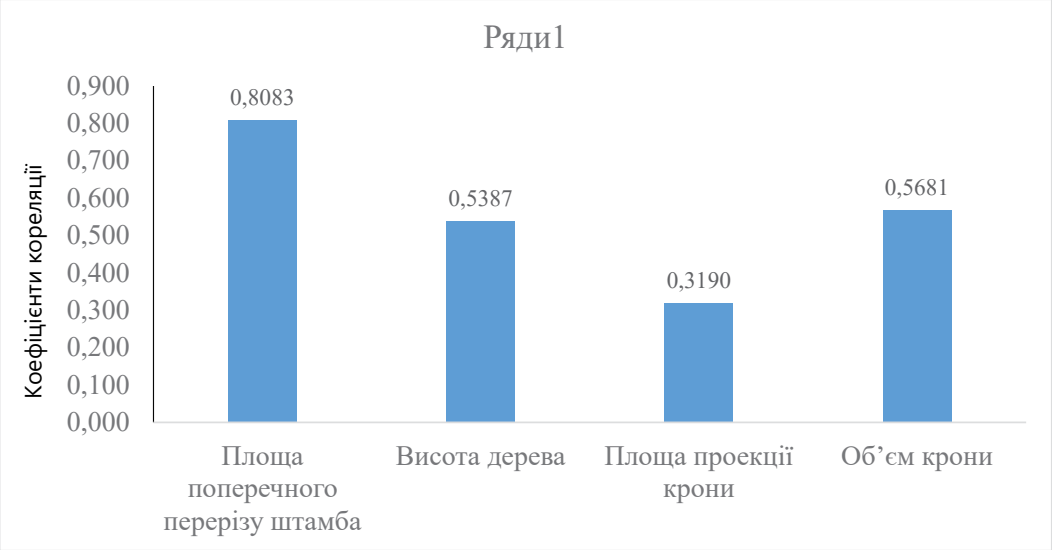


Рис. 1. Коефіцієнти кореляції між урожайністю та біометричними показниками крони абрикоса

Було створено математичну модель прогнозу урожайності в залежності від біометричних показників дерев. Дана модель представляє собою лінійне рівняння (1), аргументами якого є площа поперечного перерізу штамба і висота дерева. Було з'ясовано, що приріст площі поперечного перерізу штамба на 1 см сприяє зростанню урожайності на 0,322, а висоти дерева на 1 метр до 0,759 т/га плодів, що є досить суттєвим.

$$У = – 8,1763 + 0,3219 \times D + 0,7588 \times H \ (r = 0,8252) \quad (1)$$

де,

У – урожайність насаджень, т/га;

D – площа поперечного перерізу штамба, см²;

H – висота дерева, м.

Відображено графічну модель даного прогнозу, за якою видно, що в дослідних насадженнях абрикоса при найменших показниках поперечного перерізу штамба 20,2 см² і висоти дерева 2,6 м (рис. 2) наймовірніша урожайність складає 0,29 т/га плодів. Визначено, що у контрольних сортів Мелітопольський ранній і Сяйво за середніми показниками поперечного перерізу штамба 26,2-25,6 см² і висоті дерева 3,53-3,20 м відповідно (табл. 2) позначатиметься урожайність не менше: 2,95 т/га плодів у Мелітопольського раннього, 2,75 – для Сяйво (рис. 2). Виходячи з вище сказаного для отримання достовірного прогнозу урожайності насаджень абрикоса нами запропоновано використовувати площу поперечного перерізу штамба та висоту дерев.

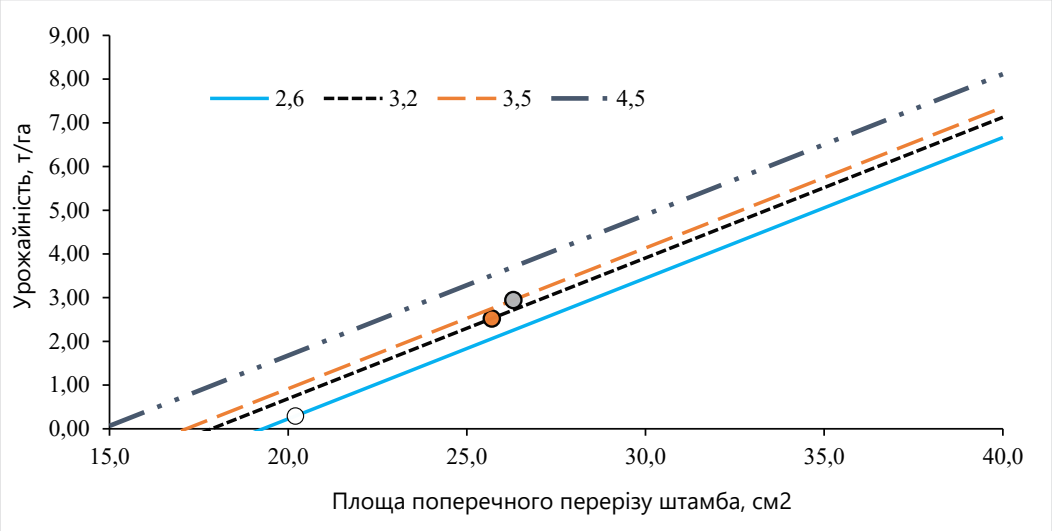


Рис. 2. Прогноз урожайності абрикоса на основі біометричних показників дерева

Представлена прогнозна математична модель дозволяє ще на початкових стадіях росту і розвитку насаджень абрикоса оцінити ростові показники сортів в конкретній ґрунтово-кліматичній зоні та сформулювати оптимальні вимоги щодо умов їх росту і розвитку.

На нашу думку цінність наших біометричних досліджень полягає в тому, що це дозволяє сформувати вимоги до параметрів форми крони і діаметру штамба абрикоса вітчизняної та зарубіжної селекції для створення та ведення інтенсивних насаджень цієї культури.

Висновки. За даними вивчення особливостей росту дерев досліджуваних сортів абрикоса найменші параметри габітусу крони визначені у NGA19 і Ботсадівського. Ці сорти доцільно використовувати для створення садів інтенсивного типу і в селекційних програмах на низкорослість абрикоса. Сорти Червневий ранній, Роднік і Костінський потребують формування відповідної крони та вирощування саджанців на слаборослих підщепах. Для інших варіантів досліду вибір підщепи не є суттєвим, якщо стримувати ріст та разріджувати крону дерев щорічним їх обрізуванням.

В результаті аналітично-статистичного аналізу отриманих даних встановлена істотна залежність між урожайністю та висотою дерева і об'ємом крони, коефіцієнт становив 0,5387 та 0,5681 відповідно. Найвищий коефіцієнт кореляції спостерігався між урожаєм та площею поперечного перерізу штамба і дорівнював 0,8083.

Математичне моделювання взаємозв'язків між урожайністю та біометричними характеристиками дерев у дослідних насадженнях виявило, що мінімальну господарсько-цінну урожайність абрикоса 0,29 т/га забезпечують рослини висотою не менше 2,6 м і площею поперечного перерізу штамба від 20,2 см^2 та вище.

Згідно математичної моделі урожайність абрикоса зростає лінійно на 0,322 т/га плодів на кожний додатковий 1 см приросту площі поперечного перерізу штамба. Урожайність культури зростає на 0,759 т/га плодів на кожний додатковий 1 метр від мінімальної обґрунтованої математично висоти дерева.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Куян В.Г. Спеціальне плодівництво: підручник. Київ: Світ, 2004. 464 с.
2. Кондратенко П.В., Бублик М.О. Методика проведення польових досліджень з плодовими культурами: довідник. Київ : Аграрна наука, 1996. 96 с.
3. Кондратенко Т.Є. Практикум з помології: навч. посіб. Київ, 2000. 152 с.
4. Кіщак О.А., Кіщак Ю.П. Оцінка перспективних типів інтенсивних насаджень абрикоса (*Armeniaka vulgaris* Lam.) в Лісостепу України. *Садівництво*. 2017. Вип. 72. С. 73-79.
5. Омельченко І. К. Біологічні основи формування та обрізування плодових дерев і ягідних кущів. Київ: Аграр. наука, 2014. 256 с.
6. Барабаш Т.М. Основні напрямки створення інтенсивних садів черешні в умовах південного Степу України. *Агроном*. 2004. № 3 (5). С. 64-65.
7. Мельник О.В. Еволюція поглядів на формування і обрізування плодових дерев. *Новини садівництва*. 2005. Спеціальний випуск. С. 36.
8. Соболь В.А. Насадження абрикоса (*Armeniaka vulgaris* Lam.) на клонових і насіннєвих підщепах у правобережному Лісостепу. *Садівництво*. 2018. Вип. 73. С. 49-57.
9. Андращук Олександр. Садимо абрикос. *Садівництво по-українські*. 2019. № 2. С. 66-69.
10. Бабій Ігор. Працюємо з кроною. *Садівництво по-українські*. 2016. № 13. С. 26.
11. Бенеш Давид. Витривалий абрикос. *Садівництво по-українські*. 2019. № 1. С. 62-65.
12. Головатий Петро. Обрізування: як, навіщо та коли? *Садівництво по-українські*. 2020. № 5. С. 40-41.
13. Ланар Людек. Нормуємо кісточку. *Садівництво по-українські*. 2020. № 1. С. 56-59.

REFERENCES:

1. Kuian V.H. (2004), *Spetsialne plodivnytstvo: pidruchnyk* [Special fruit growing], Svit, Kyiv, Ukraine. [in Ukrainian]
2. Kondratenko P.V., Bublyk M.O. (1996), *Metodyka provedennia polovykh doslidzhen z plodovymy kulturamy:*

dovidnyk [Methods of field research with fruit crops], Ahrarna nauka, Kyiv, Ukraine. [in Ukrainian]
3. Kondratenko T.Ie. (2000), *Praktykum z pomolohii: navch. posib* [Workshop on pomology], Kyiv, Ukraine. [in Ukrainian]
4. Kishchak O.A., Kishchak Yu.P. (2017), *Otsinka perspektyvnykh typiv intensyvnykh nasadzhen abrykosa (Armeniaka vulgaris Lam.) v Lisostepu Ukrainy* [Assessment of promising types of intensive apricot (Armeniaka vulgaris Lam.) plantations in the Lisosteppe of Ukraine], *Sadivnytstvo*, 72, 73-79. [in Ukrainian]
5. Omelchenko I. K. (2014), *Biolohichni osnovy formuvannia ta obrizuvannia plodovykh derev i yahidnykh kushchiv* [Biological bases of formation and pruning of fruit trees and berry bushes], Ahrar. nauka, Kyiv, Ukraine. [in Ukrainian]
6. Barabash T.M. (2004), *Osnovni napriamky stvorennia intensyvnykh sadiv chereshni v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy* [The main directions of creating intensive cherry orchards in the conditions of the southern Steppe of Ukraine], *Ahronom*, 3 (5), 64-65. [in Ukrainian]
7. Melnyk O.V. (2005), *Evoliutsiia pohliadiv na formuvannia i obrizuvannia plodovykh derev* [The evolution of views on the formation and pruning of fruit trees], *Novyny sadivnytstva*, Spetsialnyi vypusk, 36. [in Ukrainian]
8. Sobol V.A. (2018), *Nasadzhennia abrykosa (Armeniaka vulgaris Lam.) na klonovykh i nasinnievykh pidshchepakh u pravoberezhnomu Lisostepu* [Planting of apricot (Armeniaka vulgaris Lam.) on clonal and seed rootstocks in the right-bank Lisosteppe], *Sadivnytstvo*, 73, 49-57. [in Ukrainian]
9. Andrashchuk Oleksandr (2019), *Sadymo abrykos* [Let's plant an apricot], *Sadivnytstvo po-ukrainski*, 2, 66-69. [in Ukrainian]
10. Babii Ihor (2016), *Pratsiuiemo z kronoiu* [We work with the crown], *Sadivnytstvo po-ukrainski*, 13, 26. [in Ukrainian]
11. Benesh Davyd (2019), *Vytryvalyi abrykos* [Hardy apricot], *Sadivnytstvo po-ukrainski*, 1, 62-65. [in Ukrainian]
12. Holovatyi Petro (2020), *Obrizuvannia: yak, navishcho ta koly?* [Circumcision: how, why and when?], *Sadivnytstvo po-ukrainski*, 5, 40-41. [in Ukrainian]
13. Lanar Liudek (2020), *Normuiemo kistochku* [Normalize the bone], *Sadivnytstvo po-ukrainski*, 1, 56-59. [in Ukrainian]

Ігнатенко О.О., Мойсейченко Н.В. Особливості росту абрикоса (*Prunus armeniaca* L.) вітчизняної та зарубіжної селекції при первинному сортовивченні у Лісостепу України

Метою даних досліджень було оцінити силу росту дерев абрикоса вітчизняної та зарубіжної селекції та рекомендувати у виробництво сорти, найбільш оптимальні за біометрією для інтенсивних садів.

Дослідження проводились протягом 2021-2023 рр. на дослідній ділянці ІС НААН в насадженнях абрикоса 2016, 2018 і 2019 років садіння. Вивчалися 18 сортів абрикоса вітчизняної та зарубіжної селекції, а саме: Мелітопольський ранній, Червневий, Запорожець, Костінський, Роднік, Сяйво, Винослівий, Кумир, Robada, NGA19, Ботсадівський, Особливий Денисюка, Аврора, Cegledi Bibor, Jumbo Cot, Степовий, Faralia, Hargrand. За контроль були обрані вітчизняні сорти, які районовані в зоні Лісостепу, це Мелітопольський ранній (для ранньостиглої групи) і Сяйво (для середньопізньої групи). Схема розміщення дерев 5 х 2,5 (2018 рік садіння) і 5 х 3 м (2016 і 2019 рр.). Форма крони – розріджено-ярусна. Підщепа – сіянці дикої аличі. Ґрунт удержувався під чорним паром, темно-сірий, опідзолений, середньосуглинковий на карбонатах, типовий для зони досліджень. Агротехнічний догляд садових ділянок проводився згідно рекомендацій ІС НААН щодо вирощування плодоносних насаджень без зрошення в зоні Лісостепу України.

Методи. Закладка і проведення дослідів, основні обліки і спостереження проводили відповідно загальноприйнятим методикам. Статистичну обробку даних робили за допомогою стандартного набору статистичних функцій програми Microsoft Excel.

Результати. Наведено результати вивчення біометричних показників дерев сортів абрикоса вітчизняної та зарубіжної селекції. Встановлена істотна залежність між збільшенням площі поперечного перерізу штамба, висотою дерев та зростанням урожайності досліджуваних сортів. NGA19 і Ботсадівський віднесені до середньорослих з компактною кроною, які цілком підходять для створення садів інтенсивного типу та використання в селекційних програмах. Дерева Червневого раннього, Родніка і Костінського потребують слаборослих підщеп та формування більш розрідженої форми крони. Для інших варіантів досліду вибір підщепи не є суттєвим, якщо стримувати ріст та разріджувати крону при щорічному обрізуванні.

Дослідження особливостей росту сортів абрикоса продемонстрували, що найменші параметри крони мають сорти NGA19 та Ботсадівський. Ці сорти доцільно використовувати в програмах інтенсивного створення садів та селекції низькорослих сортів абрикоса. Сорти Червневий ранній, Роднік і Костинський потребують підбору слаборослих сортопідщепних комбінацій, так як дані варіанти характеризувалися більшою силою росту у порівнянні з іншими. Для решти досліджуваних сортів в експерименті вибір підщепи не є важливим, якщо висота дерев і габітус крони контролюються щорічним обрізуванням. Нами встановлено достовірний зв'язок між врожайністю та висотою і об'ємом крони дерев, з коефіцієнтами кореляції 0,5387 та 0,5681 відповідно (високий рівень). Дуже високий та найвищий коефіцієнт кореляції визначений між урожаєм та площею поперечного перерізу штамба, який дорівнював 0,8083.

Висновки. Математичне моделювання взаємозв'язку між урожайністю дерев та біометричними характеристиками дослідних насаджень вказало, що мінімальну господарсько-цінну врожайність 0,29 т/га абрикоса забезпечують дерева висотою не менше 2,6 м і площею поперечного перерізу не менше 20,2 см^2. Згідно з математичною моделлю, на кожний 1 см^2 збільшення площі поперечного перерізу штамба лінійно зростає врожайність абрикоса на 0,322 т/га плодів. Загалом урожайність абрикоса зростає на 0,759 т/га на кожен метр збільшення від математично обґрунтованої мінімальної висоти дерева.

Ключові слова: абрикос, особливості сили росту, сорт, аналітично-статистичний аналіз, висота дерева, об'єм проєкції крони, поперечний переріз штамба.

Ignatenko O.O., Moiseichenko N.V. Features of the growth of apricot (*Prunus armeniaca* L.) of domestic and foreign selection during primary varietal study in the Lisosteppe of Ukraine

Purpose. The purpose of these studies was to evaluate the strength of the growth of apricot trees of domestic and foreign selection and to recommend for production the varieties most optimal in terms of biometrics for intensive orchards.

The research was carried out during 2021-2023 at the research site of the IH NAAS in the apricot plantations of the 2016, 2018 and 2019 planting years. 18 apricot varieties of domestic and foreign selection were studied, namely: Melitopolskyi rannii, Chervnevyi, Zaporozhets, Kostinskyi, Rodnik, Siaivo, Vynoslivyi, Kumyr, Robada, NGA19, Botsadivskyi, Osoblyvyi Denysiuka, Avrora, Cegledi Bibor, Jumbo Cot, Stepovyi, Faralia, Hargrand. For the control, domestic varieties were chosen, which are regionalized in the Lisosteppe zone, these are Melitopolskyi rannii (for the early-ripening group) and Syaivo (for the mid-late group). Tree placement scheme 5 x 2.5 m (planting year 2018) and 5 x 3 m (2016 and 2019). The shape of the crown is sparsely tiered. Rootstock – wild cherry seedlings. The soil was kept under black steam, dark gray, gilded, medium loamy on carbonates, typical for the research area. Agrotechnical care of garden plots was carried out in accordance with the recommendations of the IH NAAS regarding the cultivation of fruit-bearing plantations without irrigation in the Lisosteppe zone of Ukraine.

Methods. Setting up and conducting experiments, basic records and observations were carried out in accordance with generally accepted methods. Statistical processing of data was done using a standard set of statistical functions of the Microsoft Excel program.

The results of the study of biometric indicators of trees of apricot varieties of domestic and foreign selection are given. A significant relationship was established between the increase in the cross-sectional area of the trunk, the height of the trees and the growth of the yield of the studied varieties. NGA19 and Botsadivskyi are classified as medium-sized with a compact crown, which are quite suitable for creating intensive gardens and for use in breeding programs. The Chervnevyi, Rodnik and Kostinskyi trees need weak rootstocks and the formation of a more rarefied form of the crown. For other variants of the experiment, the choice of rootstock is not essential, if growth is restrained and the crown is thinned during annual pruning.

Results. Studies of the growth characteristics of apricot varieties have shown that the smallest crown parameters have the varieties NGA19 and Botsadivskyi. It is advisable to use these varieties in programs of intensive creation of gardens and selection of low-growing apricot varieties. The early Chervnevyi, Rodnik, and Kostinskyi varieties require the selection of low-growing varietal rootstock combinations, as these variants were characterized by greater growth strength compared to others. For the rest of the studied varieties in the experiment, the choice of rootstock is not important, if the height of the trees and the habit of the crown are controlled by annual pruning. We established a reliable relationship between yield and tree crown height and volume, with correlation coefficients of 0.5387 and 0.5681, respectively (high level). A very high and highest correlation coefficient was determined between the yield and the cross-sectional area of the stem, which was equal to 0.8083.

Findings. Mathematical modeling of the relationship between tree productivity and biometric characteristics of experimental plantations indicated that trees with a height of at least 2.6 m and a cross-sectional area of at least 20.2 cm^2 provide the minimum economically valuable yield of 0.29 t/ha of apricots. According to the mathematical model, for each 1 cm^2 increase in the cross-sectional area of the stem, the apricot yield increases linearly by 0.322 t/ha of fruits. In general, apricot productivity increases by 0.759 t/ha for every meter of increase from the mathematically justified minimum tree height.

Key words: apricot, features of growth strength, variety, analytical and statistical analysis, tree height, crown projection volume, trunk cross-section.

UDC 633.31:631.52:631.67
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.21

ANALYSIS OF WINTER WHEAT VARIETIES FOR DROUGHT RESISTANCE IN THE CONDITIONS OF THE STEPPE OF UKRAINE (PART 3 – YEARS WITH DIFFERENT MOISTURE SUPPLY)

KONOVALOVA V.M. – PhD (doctor of philosophy)
orcid.org/0000-0002-0655-9214
Institute of Climate-Smart Agriculture
of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
TYSHCHENKO A.V. – Doctor of Agricultural Sciences
orcid.org/0000-0003-1918-6223
Institute of Climate-Smart Agriculture
of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
BAZALII H.G. – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research
orcid.org/0000-0003-2842-0835
Institute of Climate-Smart Agriculture
of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
FUNDIRAT K.S. – Candidate of Agricultural Sciences
orcid.org/0000-0001-8343-2535
Institute of Climate-Smart Agriculture
of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
TYSHCHENKO O.D. – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research
orcid.org/0000-0002-8095-9195
Institute of Climate-Smart Agriculture
of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
REZNICHENKO N.D. – Candidate of Agricultural Sciences
orcid.org/0000-0002-5741-6379
Institute of Climate-Smart Agriculture
of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
KONOVALOV V.O.
orcid.org/0000-0002-1725-1557
Askanian State Agricultural Research Station of the Institute of Climate-Smart Agriculture
of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Wheat (*Triticum aestivum* L.) is one of the most important crops in maintaining food security, which ensures the existence of a significant part of the world's population [9, 13, 21]. Scientific forecasts indicate that with a significant increase in the population on Earth, the production of food products will not match this growth and, given the current dynamics, the food problem may turn into a deep international crisis. Scientists' calculations show that at the current rate of population growth, in the future, world grain production per person will decrease [10, 17].

Currently, the annual gross production of wheat is increasing by about 0.9%, but this is much slower than the growth rate of the population and, accordingly, its quantity is insufficient to meet their needs [22, 40]. Therefore, humanity must find a solution to this problem, since the rate of population growth remains too high [14, 18, 37].

Along with population growth, climate changes have been observed in recent decades, the so-called "global warming", as a result of which the temperature regime increases, dry periods become more frequent and their duration increases [25, 27, 31, 36]. The increase in temperature in agricultural regions of the world significantly affects the amount of precipitation and its redistribution during the growing season, which leads to a significant decrease in wheat yield [5, 24, 30, 33]. Arid conditions are one of the main abiotic stress factors that cause serious problems worldwide and lead to a significant decrease in the yield of agricultural crops [3, 29, 35, 39, 42]. However, the problem of water scarcity is not insurmountable. In fact, the negative effects of drought can be overcome by identifying and using drought-resistant cultivars [32, 34, 38].

The purpose of our research was the study and analysis of drought resistance of winter wheat varieties selected by the Institute of Climate-oriented Agriculture of the National Academy of Sciences of the Russian Academy of Sciences and the Selection and Genetics Institute of the National Center for Seed Science and Varietal Research of the National Academy of Sciences of the National Academy of Sciences in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine.

Research materials and methods. The reaction of winter wheat varieties to different growing conditions was studied at the Askanian State Agricultural Research Station in the village of Tavrychanka, Kherson region (46°33'12"N; 33°49'13"E; 39 m above sea level) during 2015/16–2019/20. Research was conducted under different conditions of irrigation: with irrigation and without irrigation. Under conditions of natural moisture, the yield strongly depended on the amount of precipitation during the growing season, especially during the critical growing season (April–May). Average temperatures and total precipitation for all experimental seasons are shown in Table 1 along with long-term

Table 1

Weather conditions for research (2015–2020)

	1961-2005		2015/2016		2016/2017		2017/2018		2018/2019		2019/2020	
	T (°C)	P (mm)	T (°C)	P (mm)	T (°C)	P (mm)	T (°C)	P (mm)	T (°C)	P (mm)	T (°C)	P (mm)
October – December	4.8	98.0	6.0	81.2	3.4	42.0	5.9	75.0	5.5	53.4	7.4	67.9
January	-3.1	30.0	-3.1	59.9	-3.9	14.4	0.7	24.1	-0.3	33.8	1.0	18.3
February	-2.0	29.0	3.9	32.9	-0.9	22.0	0.1	47.0	1.1	10.6	2.2	59.6
March	2.2	26.0	6.1	20.3	6.6	10.2	1.5	35.1	5.5	5.7	7.5	3.5
April	9.6	28.0	12.4	50.5	8.5	81.8	12.9	2.7	10.3	38.9	9.5	7.5
May	15.6	38.0	15.9	95.7	15.5	25.8	19.5	13.0	17.4	72.4	14.9	42.4
June	20.0	46.0	21.5	76.2	21.7	8.0	22.4	23.0	24.5	14.1	22.2	59.3
January – June	7.1	197.0	9.5	335.5	7.9	162.2	9.5	144.9	9.8	175.5	9.6	190.6
October – June	6.0	295.0	7.8	416.7	5.7	204.2	7.7	219.9	7.7	228.9	8.5	258.5

average values (1961–2005). The seasons of 2016/2017 and 2018/19 were the most favorable for natural moisture conditions, as the precipitation that fell during the growing season contributed to the replenishment of moisture in the soil for normal plant growth and development. The intensity of drought in these years was 0.087 and 0.058, respectively. The 2017/18 and 2019/20 seasons were very dry, especially the critical growing season (April–May), in which air and soil drought were observed due to insufficient rainfall and high average daily temperature, and the drought intensity indices were equal to 0.345 and 0.321, respectively. Therefore, we calculated and analyzed the drought resistance indices of 18 varieties of winter wheat separately in dry years, wet years and for the five-year period (2015/16–2019/20), which included the year 2015/2016 with too much precipitation, which led to laying of crops and crop losses.

They studied 18 varieties of winter wheat, which are usually grown in the south of Ukraine and are listed in the State Register of Plant Varieties. Varieties were tested on plots with an area of 50 m^2 in three repetitions by the method of randomized repetitions (blocks), the sowing rate was adjusted to 4.5 million viable seeds per ha. Research was conducted according to generally accepted methods, the amount of fertilizers and chemical treatments was adjusted according to growing conditions and the presence of diseases and pests. The studied samples were sown in the first decade of October, and the harvest was done in July.

Statistical analysis. Analysis of the resistance of winter wheat varieties to stress was carried out using drought resistance indices: *MP* – the average yield [23], *D* – drought intensity [1], *SSI* – drought susceptibility index [8], *TOL* – drought tolerance index [23], *YSI* – crop stability index [2], *YI* – yield index [11, 19], *STI* – stress tolerance index [7], *GMP* – average geometric (proportional) yield [7, 15], *RDI* – index of relative resistance to drought [8], *DI* – drought resistance index [1, 16], *SSPI* – index of susceptibility to stress [20], *MSTI*, M_1STI, M_2STI – modified stress tolerance indices [6], *ATI* – index of abiotic tolerance [20], *HMP* – harmonic mean performance [4, 12, 15], *ISR* – stress resistance index [26, 28, 41].

A correlation analysis was conducted between grain yield and drought resistance indices to determine the best drought-resistant varieties and indices. Principal component analysis (PCA) was performed on the observations. Correlation, cluster analyses, and PCA were performed using Microsoft ® Excel 2016/XLSTAT © -Pro (Version 2016.02.28451, 2016, Addinsoft, Inc., Brooklyn, NY, USA), Statistica data analysis software system v.8. (Sta Stof Inc., North Melbourne, Australia) and SPSS 20.00 statistical software (SPSS/PC-20, SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Research results and their discussion. The obtained experimental data make it possible to distinguish winter wheat varieties that significantly exceed the average variety in terms of productivity under irrigation (*Yp*): *Mariia* and *Schedrist' odes'ka* with a yield of 7.41–7.53 t/ha, in stressful conditions (*Ys*): *Lira odes'ka* – 6.25 t/ha and the *Schedrist' odes'ka* – 6.12 t/ha (Table 2).

High index of mean yield (*MP*) 6.76 and 6.83, geometric mean yield (*GMP*) 6.74 and 6.79, harmonic productivity (*HMP*) 6.72 and 6.75 and the second modified stress tolerance index (M_2STI) 1.13 and 1.10 characterized the varieties *Lira odes'ka* and *Schedrist' odes'ka*.

According to drought sensitivity indices (*SSI*) 0.63 and 0.77, yield stability (*YSI*) 0.88 and 0.86, relative drought tolerance (*RDI*) 1.08 and 1.05 and stress tolerance (*ISR*) 371.80 and 317.50 *Rosynka* and *Lira odes'ka* winter wheat varieties stood out, respectively.

The drought tolerance index (*TOL*) and the stress propensity index (*SSPI*) are close in nature and show yield loss due to drought, the former in absolute units, the latter in percentage. *Rosynka* variety was characterized by the lowest value of these indices – 0.66 and 4.73, respectively. At the same time, the *Rosynka* variety formed a low yield under both growing conditions.

According to the yield index (*YI*), which is determined by the ratio of the yield of a variety under the influence of a stress factor to the average yield of studied genotypes under similar conditions, and the stress tolerance index (*STI*), which characterizes the genotype's ability to form a stable level of yield regardless of stress factors, varieties winter wheat *Koshova* were selected – 106.29 and 0.91,

Table 2

Grain yield of winter wheat varieties under irrigation and under natural moisture conditions and drought resistance indices (2016–2020)

Variety	Designation	*Yp*	*Ys*	*MP*	*SSI*	*TOL*	*YSI*	*YI*	*STI*	*GMP*	*RDI*	*DI*	*SSPI*	M_1STI	M_2STI	*MSTI*	*ATI*	*HMP*	*ISR*
Anatoliia	G1	6.84	5.73	6.29	0.88	1.11	0.84	100.66	0.81	6.26	1.03	0.84	7.96	0.78	0.82	0.63	5.67	6.24	217.58
Burhunka	G2	6.96	5.79	6.38	0.92	1.17	0.83	101.72	0.83	6.35	1.02	0.85	8.39	0.83	0.86	0.71	6.07	6.32	204.89
Konka	G3	6.88	5.79	6.34	0.86	1.09	0.84	101.72	0.82	6.31	1.03	0.86	7.82	0.80	0.85	0.68	5.62	6.29	230.68
Kokhana	G4	7.24	5.94	6.59	0.98	1.30	0.82	104.35	0.89	6.56	1.00	0.86	9.32	0.95	0.96	0.92	6.96	6.53	184.24
Koshova	G5	7.33	6.05	6.69	0.95	1.28	0.83	106.29	0.91	6.66	1.01	0.88	9.18	1.01	1.03	1.04	6.96	6.63	198.40
Mariia	G6	7.41	5.77	6.59	1.21	1.64	0.78	101.37	0.88	6.54	0.95	0.79	11.76	0.99	0.90	0.90	8.76	6.49	117.79
Ledia	G7	6.18	5.14	5.66	0.92	1.04	0.83	90.30	0.65	5.64	1.02	0.75	7.46	0.51	0.53	0.27	4.79	5.61	181.50
Rosynka	G8	5.68	5.02	5.35	0.63	0.66	0.88	88.19	0.59	5.34	1.08	0.78	4.73	0.39	0.46	0.18	2.88	5.33	371.80
Khersons'ka bezosta	G9	6.70	5.57	6.14	0.92	1.13	0.83	97.85	0.77	6.11	1.02	0.81	8.11	0.71	0.74	0.52	5.64	6.08	195.82
Askaniis'ka	G10	7.29	5.91	6.60	1.03	1.38	0.81	103.83	0.89	6.56	0.99	0.84	9.90	0.97	0.96	0.93	7.40	6.53	164.92
Harantiia odes'ka	G11	6.93	5.26	6.10	1.31	1.67	0.76	92.41	0.75	6.04	0.93	0.70	11.98	0.74	0.64	0.48	8.23	5.98	90.58
Zysk	G12	7.08	5.61	6.35	1.13	1.47	0.79	98.56	0.82	6.30	0.97	0.78	10.54	0.84	0.79	0.67	7.57	6.26	130.14
Lira odes'ka	G13	7.27	6.25	6.76	0.77	1.02	0.86	109.80	0.94	6.74	1.05	0.94	7.32	1.02	1.13	1.15	5.61	6.72	317.50
Mudrist' odes'ka	G14	7.30	5.61	6.46	1.26	1.69	0.77	98.56	0.84	6.40	0.94	0.76	12.12	0.92	0.82	0.76	8.83	6.34	104.67
Nyva odes'ka	G15	7.22	5.67	6.45	1.17	1.55	0.79	99.61	0.84	6.40	0.96	0.78	11.12	0.90	0.84	0.76	8.10	6.35	123.03
Pylypivka	G16	6.46	5.31	5.89	0.97	1.15	0.82	93.29	0.71	5.86	1.01	0.77	8.25	0.61	0.61	0.37	5.50	5.83	167.56
Tradytsiia odes'ka	G17	7.17	5.92	6.55	0.95	1.25	0.83	104.00	0.87	6.52	1.01	0.86	8.97	0.92	0.94	0.87	6.65	6.49	194.78
Schedrist' odes'ka	G18	7.53	6.12	6.83	1.02	1.41	0.81	107.52	0.95	6.79	1.00	0.87	10.11	1.11	1.10	1.21	7.82	6.75	174.54
Medium grade		**6.97**	**5.69**	**6.33**	**0.99**	**1.28**	**0.82**	**100.00**	**0.82**	**6.30**	**1.00**	**0.82**	**9.17**	**0.83**	**0.83**	**0.72**	**6.61**	**6.26**	**187.25**
V, %		6.76	5.92	6.11	17.32	20.90	3.76	5.92	11.74	6.07	3.89	7.15	20.89	22.50	22.12	39.52	23.25	6.05	37.51
$S\bar{x}_{absolute}$		0.11	0.08	0.09	0.04	0.06	0.01	1.39	0.02	0.09	0.01	0.01	0.45	0.04	0.04	0.07	0.36	0.09	16.55
$S\bar{x}_{reletive}$		1.59	1.39	1.44	4.08	4.93	0.89	1.39	2.77	1.43	0.92	1.69	4.92	5.30	5.21	9.32	5.48	1.43	8.84
LSD_{01}		0.35	0.25	0.29	0.13	0.20	0.02	4.42	0.07	0.29	0.03	0.04	1.43	0.14	0.14	0.21	1.15	0.28	52.48
LSD_{05}		0.25	0.18	0.21	0.09	0.14	0.02	3.19	0.05	0.21	0.02	0.03	1.03	0.10	0.10	0.15	0.83	0.20	37.91

Lira odes'ka – 109.80 and 0.94 and *Schedrist' odes'ka* with an indicator of 107.52 and 0.95.

According to the drought resistance index (*DI*) with a value of 0.94, the variety *Lira odes'ka* was selected, which significantly exceeded the average variety indicator.

According to the first modified index of stress tolerance (M_1STI), the variety *Schedrist' odes'ka* stood out – 1.11, and according to the full modified stress tolerance index (*MSTI*) the varieties *Lira odes'ka* – 1.15 and *Schedrist' odes'ka* – 1.21.

According to the most indices (12), the variety *Lira odes'ka* was singled out as the most drought-resistant, the variety *Schedrist' odes'ka* was distinguished according to eight indices, and the variety *Rosynka* – according to seven.

There is a high positive correlation r = 0.832 between yields under different conditions of wetting (irrigation and natural wetting). The yield of wheat varieties under both moisture conditions has a high positive correlation (r = 0.832–1.000) with the indices *MP*, *YI*, *STI*, *GMP*, M_1STI, M_2STI, *MSTI*, *HMP*. Yield under irrigation is characterized by a high positive correlation (r = 0.715) with the *TOL* and *SSPI* indices, an average positive correlation (r = 0.542) with the *SSI* index, and an average negative r = (-0.499–-0.549) with the *YSI*, *RDI*, and *ISR* indices on the other hand, there is no dependence with productivity under stress (r = -0.013–0.207). The *ATI* index had a high positive correlation (r = 0.832) with yield under irrigation and a moderate positive correlation (r = 0.386) with yield under stress. The yield under stress had a high correlation (r = 0.852) with the *DI* index and a medium correlation (r = 0.420) with the yield under irrigation (Table 3).

According to the correlation analysis, one index was selected: the drought resistance index (*DI*), according to which the winter wheat variety *Lira odes'ka* was characterized by the greatest drought resistance. In this part, we analyzed and saw how years with sufficient moisture significantly affected the determination of drought resistance of varieties and lead to errors in the analysis. Therefore, it is necessary to exclude these years when analyzing the drought resistance of plants, if you analyze the resistance of plants to drought in two environments (irrigation and natural humidification). If the analysis is carried out under conditions of natural moisture, then years with sufficient moisture are considered optimal, and dry years are considered stressful or limited.

According to the results of GGE biplot analysis, winter wheat varieties *Kokhana* (G4), *Askaniis'ka* (G10) and *Schedrist' odes'ka* (G18), located between the vectors of environmental conditions on the axis, can be characterized as moderately drought-tolerant (Fig. 1).

Winter wheat varieties *Mariia* (G6), *Mudrist' odes'ka* (G14) and *Nyva odes'ka* (G15), which are in the same quarter with the yield vector under irrigation (*Yp*) and are as close as possible to its peak, are characterized by high productivity under optimal conditions. These varieties can be classified as varieties that are not resistant to drought.

The variety winter wheat *Rosynka* (G8), which is located in the third quarter and is as far from the center as possible, is characterized by the smallest decrease in yield due to deterioration of moisture conditions, but it also has low productivity under both conditions. The winter wheat variety *Harantiia odes'ka* (G11), which is located in the IV quarter and is as far from the center as possible, is characterized by one of the greatest increases in yield when moisture conditions are improved, but it also has low productivity under both conditions.

The variety of winter wheat *Lira odes'ka* (G13), located in one quarter of the yield vector under natural moisture conditions (*Ys*) and as close as possible to its peak, is characterized by high productivity under stress. This variety can be considered the most resistant to drought.

Cluster analysis allows identification of winter wheat varieties based on genetically determined drought resistance. The advantage of the cluster analysis method is that its mathematical apparatus allows you to find and highlight the accumulation of objects (points) that actually exists in the feature space based on simultaneous grouping by a large number of features. Construction and analysis of dendrograms details information about the nature of relationships between lineages at the cluster level and specifies relationships between populations within their boundaries. On the dendrogram, the numbers of the objects being merged and the distance at which the merger took place are indicated (Fig. 2).

The varieties that formed the subcluster were the closest in terms of drought resistance indices: G5 – *Koshova* and G17 – Odesa tradition were united at a distance of 9, with the further addition of the variety G9 – *Khersons'ka bezosta* at a distance of 38 and G2 – *Burhunka* at a distance of 56 and completed the grouping into 1 cluster at a distance of 881, a subcluster of varieties G1 – *Anatoliia* and G3 – *Konka*, united at a distance of 86. The varieties G4 – *Kokhana* and G18 – *Schedrist' odes'ka* united at a distance of 53, at a distance of 178 they were joined by the variety G7 – *Ledia* and supplemented grouping of cluster 2 at a distance of 236 subcluster with varieties G10 – *Askaniis'ka* and G16 – *Pylypivka*, united at a distance of 64. Cluster 3 grouped 5 varieties at a distance of 837. Varieties G6 – *Mariia* and G15 – *Nyva odes'ka* united at a distance of 16, at a distance of 67 they were joined by the variety G12 – *Zysk* and complemented the grouping of cluster 3 at a distance of 119 by a subcluster with the varieties G11 – *Harantiia odes'ka* and G14 – *Mudrist' odes'ka*. Varieties G8 – *Rosynka* and G13 – *Lira odes'ka* united in cluster 5 at a distance of 1721 (Table 4).

A cluster analysis of winter wheat varieties was also carried out using the k-means method. This method differs in that before starting, you need to choose the number of clusters yourself. Based on the agglomerative hierarchical cluster analysis described above, we proposed four clusters.

Cluster 1 included five varieties of medium resistance to drought, compared to the agglomerative hierarchical cluster analysis, the exception is the variety G5 – *Koshova*, which was included in the second cluster. The smallest distance to the center of the cluster was observed in the G2 – *Burhunka* population at the level of 3.903, while the largest was 21.943 in the G3 – variety *Konka* (Table 4).

Cluster 2 includes the four most drought-resistant varieties. If compared with the agglomerative hierarchical clus-

Table 3

Matrix of correlations between grain yield of winter wheat varieties under irrigation and under natural moisture conditions and drought resistance indices (2016–2020)

	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**	0.832	0.971	0.542	0.715	-0.512	0.832	0.953	0.963	-0.549	0.420	0.715	0.979	0.878	0.905	0.832	0.953	-0.499
Ys	0.832	**1.000**	0.941	-0.013	0.207	0.048	1.000	0.959	0.951	0.005	0.852	0.207	0.912	0.992	0.959	0.386	0.961	0.023
MP	0.971	0.941	**1.000**	0.326	0.527	-0.293	0.941	0.997	0.999	-0.334	0.625	0.527	0.992	0.965	0.967	0.675	0.998	-0.296
SSI	0.542	-0.013	0.326	**1.000**	0.973	-0.997	-0.013	0.265	0.296	-0.998	-0.531	0.973	0.379	0.080	0.172	0.910	0.263	-0.950
TOL	0.715	0.207	0.527	0.973	**1.000**	-0.963	0.207	0.472	0.499	-0.975	-0.333	1.000	0.577	0.299	0.387	0.981	0.469	-0.909
YSI	-0.512	0.048	-0.293	-0.997	-0.963	**1.000**	0.047	-0.232	-0.262	0.993	0.559	-0.963	-0.347	-0.046	-0.140	-0.894	-0.229	0.948
YI	0.832	1.000	0.941	-0.013	0.207	0.047	**1.000**	0.959	0.951	0.005	0.852	0.207	0.912	0.992	0.959	0.386	0.961	0.023
STI	0.953	0.959	0.997	0.265	0.472	-0.232	0.959	**1.000**	0.999	-0.273	0.672	0.472	0.989	0.981	0.980	0.629	0.999	-0.231
GMP	0.963	0.951	0.999	0.296	0.499	-0.262	0.951	0.999	**1.000**	-0.303	0.650	0.499	0.990	0.973	0.971	0.651	0.999	-0.268
RDI	-0.549	0.005	-0.334	-0.998	-0.975	0.993	0.005	-0.273	-0.303	**1.000**	0.523	-0.975	-0.387	-0.088	-0.182	-0.914	-0.271	0.938
DI	0.420	0.852	0.625	-0.531	-0.333	0.559	0.852	0.672	0.650	0.523	**1.000**	-0.333	0.571	0.795	0.716	-0.150	0.675	0.511
SSPI	0.715	0.207	0.527	0.973	1.000	-0.963	0.207	0.472	0.499	-0.975	-0.333	**1.000**	0.577	0.299	0.387	0.981	0.469	-0.909
M_1STI	0.979	0.912	0.992	0.379	0.577	-0.347	0.912	0.989	0.990	-0.387	0.571	0.577	**1.000**	0.950	0.972	0.722	0.986	-0.328
M_2STI	0.878	0.992	0.965	0.080	0.299	-0.046	0.992	0.981	0.973	-0.088	0.795	0.299	0.950	**1.000**	0.986	0.473	0.979	-0.048
MSTI	0.905	0.959	0.967	0.172	0.387	-0.140	0.959	0.980	0.971	-0.182	0.716	0.387	0.972	0.986	**1.000**	0.555	0.974	-0.116
ATI	0.832	0.386	0.675	0.910	0.981	-0.894	0.386	0.629	0.651	-0.914	-0.150	0.981	0.722	0.473	0.555	**1.000**	0.625	-0.842
HMP	0.953	0.961	0.998	0.263	0.469	-0.229	0.961	0.999	0.999	-0.271	0.675	0.469	0.986	0.979	0.974	0.625	**1.000**	-0.238
ISR	-0.499	0.023	-0.296	-0.950	-0.909	0.948	0.023	-0.231	-0.268	0.938	0.511	-0.909	-0.328	-0.048	-0.116	-0.842	-0.238	**1.000**

** – Confidence interval (%): 95*

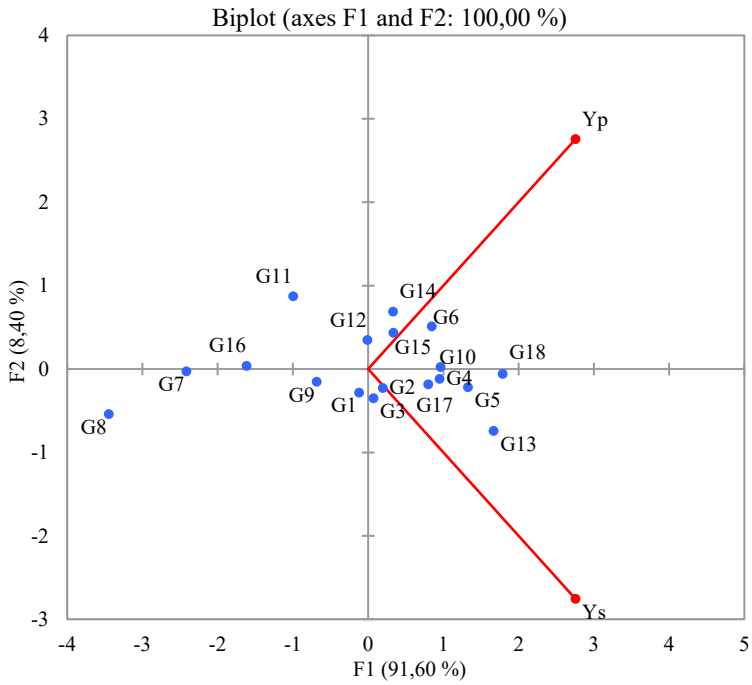


Fig. 1. Genotype-environment interaction of winter wheat varieties and environments (biplot analysis method). The lines show the eigenvectors of the leading factor loads for the environments: ● – humidification conditions; ● – varieties

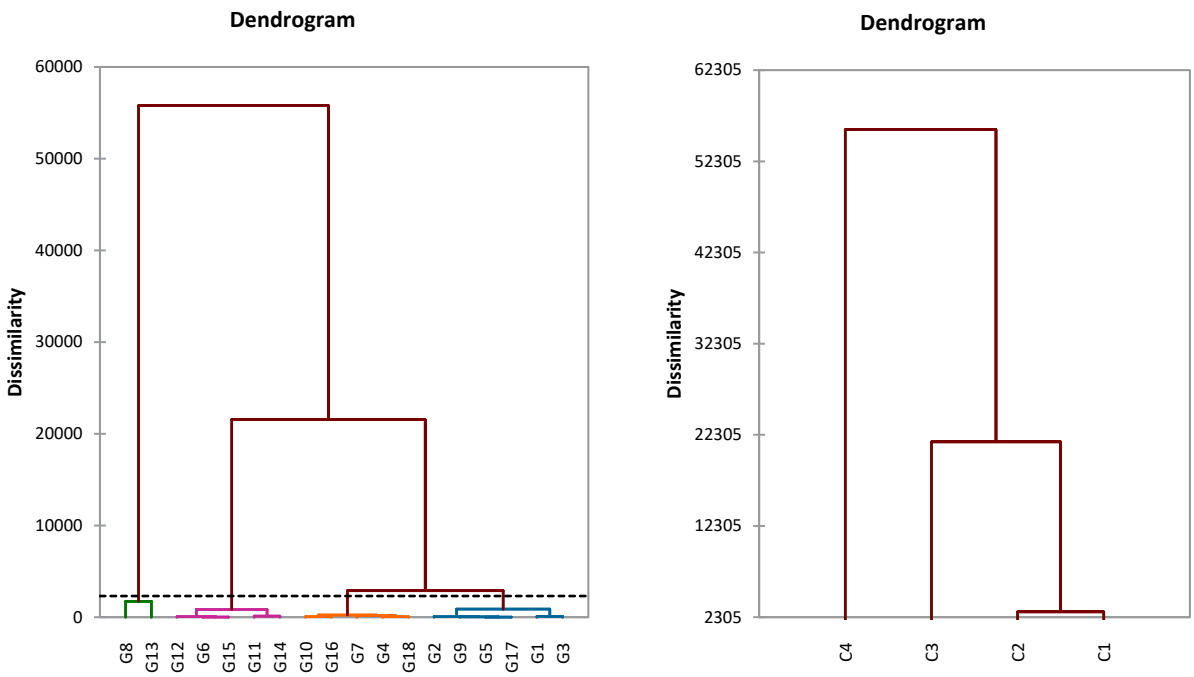


Fig. 2. Clustering dendrogram of eighteen winter wheat varieties according to drought resistance

ter analysis, three varieties G5 – *Koshova* from cluster 1 and G8 – *Rosynka* and G13 – *Lira odes'ka* were added to the G4 – *Kokhana* variety. Instead, G7 – *Ledia*, G10 – *Askaniis'ka*, G16 – *Pylypivka* and G18 – *Schedrist' odes'ka* moved to cluster 4. The smallest distance to the center of the cluster was observed in the variety G13 – *Lira odes'ka* at the level of 50.113, whereas the largest was 104.855 in G8 – *Rosynka*.

The third cluster included five varieties not resistant to drought, with the smallest distance of 5.649 to the center

Table 4

Clustering of eighteen varieties of winter wheat according to drought resistance by the method of k-means and agglomerative hierarchical cluster analysis

Variety	Designation	k-means clustering		Agglomerative hierarchical clustering
		Cluster	Distance to the center of the cluster	Cluster
Anatoliia	G1	1	8.856	1
Burhunka	G2	1	3.903	1
Konka	G3	1	21.943	1
Kokhana	G4	2	83.804	2
Koshova	G5	2	69.743	1
Mariia	G6	3	5.649	3
Ledia	G7	4	12.874	2
Rosynka	G8	2	104.855	4
Khersons'ka bezosta	G9	1	13.368	1
Askaniis'ka	G10	4	8.983	2
Harantiia odes'ka	G11	3	23.383	3
Zysk	G12	3	16.949	3
Lira odes'ka	G13	2	50.113	4
Mudrist' odes'ka	G14	3	8.625	3
Nyva odes'ka	G15	3	9.914	3
Pylypivka	G16	4	7.252	2
Tradytsiia odes'ka	G17	1	14.297	1
Schedrist' odes'ka	G18	4	9.416	2

of the cluster in the variety G6 – *Mariia*, and the largest – 23.383 in G11 – *Harantiia odes'ka*.

The fourth cluster included four varieties with the smallest distance of 7.252 to the center of the cluster in the variety G16 – *Pylypivka*, and the largest – 12.874 in G7 – *Ledia*.

Conclusions. When analyzing winter wheat varieties for the five-year period, where years with sufficient moisture and dry ones were included in the analysis, years with sufficient moisture significantly affected the determination of drought resistance of the varieties and led to significant errors in the analysis. Most of the indices had a high correlation with yield under both conditions, or a high or medium correlation with yield under irrigation and no correlation with yield under stress, so only one index, drought tolerance (*DI*), was selected. Based on this, it is necessary to eliminate such years when analyzing the drought resistance of plants.

According to drought resistance indices and biplot analysis, *Lira odes'ka* is the most drought-resistant selected variety. The *Schedrist' odes'ka* variety stood out according to eight indices, but according to the biplot analysis, it was characterized as medium resistance. According to seven indices, the *Rosynka* variety stood out, which was characterized by the smallest decrease in yield due to deterioration of moisture conditions, but also had low productivity under both conditions.

Using cluster analysis, eighteen varieties of winter wheat were divided into four clusters.

BIBLIOFRAPHY:

1. Blum A. Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 1988
2. 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
3. Ceglar A., Toreti A., Lecerf R., Van der Velde M., Dentener F. Impact of meteorological drivers on regional inter-annual crop yield variability in France. *Agric. For. Meteorol*. 2016, Vol. 216, 58–67. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.10.004
4. Chakherchaman, S.A., Mostafaei H., Imanparast L. and 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
5. Chawade A., Armonienė R., Berg G., Brazauskas G., Frostgård G., Geleta M., Gorash A., Henriksson T., Himanen K., Ingver A. A transnational and holistic breeding approach is needed for sustainable wheat production in the Baltic Sea region. *Physiol. Plant*. 2018, Vol. 164, 442–451. https://doi.org/10.1111/ppl.12726
6. 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
7. 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.
8. 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

9. Franco F.A., Marchioro V.S., Montecelli T.D.N., Schuster I., Polo M., Souza, L.V., Lima F.J.A., Evangelista A., Santos D.A., Grave E.L. CD 1303 – Short stature, high productive potential and industrial quality. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. 2018, Vol. 18, 123-125. https://doi.org/10.1590/1984-70332018v18n1c15
10. Galetto S.L., Bini A.R., Haliski A., Scharr D.A., Borszowskei P.R., Caires E.F. Nitrogen fertilization in top dressing for wheat crop in succession to soybean under a no-till system. *Bragantia*. 2017, Vol. 76, 282-291. https://doi.org/10.1590/1678-4499.095
11. 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.
12. 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.
13. Konovalova V.M., Tyshchenko A.V., Bazalii H.G., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D. et al. Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (Part 2 – drought years). *Аграрні інновації*. 2023. № 20. С. 82–92. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.20.13
14. Konovalova V.M., Tyshchenko A.V., Bazalii H.H., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D., et al. Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (part 1 – years with sufficient moisture). *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С. 140–150. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.22
15. 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.
16. Lan J. Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*. 1998. Vol. 7. P. 85–87.
17. Lavrynenko Y., Tyshchenko A., Bazalii H., Konovalova V., Zhupyna A., et al. Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of Southern Ukraine. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LXVI, No. 2, 2023. P. 294–301. ISSN 2285-5785
18. Lavrynenko Yu.O. Breeding heritage and its role in stabilizing production of corn grain in Ukraine. Natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century: collective monograph. Lviv-Torun: Liha-Pres, 2019. P. 103–119. https://doi.org/10.36059/978-966-397-154-4/103-119
19. 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
20. 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.
21. Oliveira C.D., Pinto-Maglio C.A.F. Cytomolecular characterization of cultivars and landraces of wheat tolerant and sensitive to aluminum toxicity. *Bragantia*. 2017, Vol. 76: 456-469. https://doi.org/10.1590/1678-4499.2016.278
22. Ray D.K., Mueller N.D., West P.C., Foley J.A. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE*. 2013, Vol. 8, E66428. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066428
23. 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
24. Team B.A. Second assessment of climate change for the Baltic Sea basin. In Regional Climate Studies; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2015, Vol. 6, pp. 131–144.
25. Tyshchenko A.V., Konovalova V.M., Bazalii H.H., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D. et al. Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine (part 1 – years with sufficient moisture). *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С. 190–200. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.29
26. Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Konovalova V.M., Fundirat K.S., Piliarska O.O. Methods of determining the drought resistance of plants. *Scientific Collection «InterConf+»*, 33(155): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Modern Knowledge: Research and Discoveries» (May 19-20, 2023; Vancouver, Canada) by the SPC «InterConf». A.T. International, 2023. P. 343-361. https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2023.030 ISSN 2709-4685
27. 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. Vol. 9, No. 2, P. 353-358. ISSN 2285-5718
28. 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.
29. Yuyi Zhou, Rui He, Yuling Guo, Keke Liu, Guanmin Huang, Chuanxi Peng, Yiguo Liu, Mingcai Zhang, Zhaohu Li & Liusheng Duan. A novel ABA functional analogue B2 enhances drought tolerance in wheat. *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9:2887. https://doi.org/10.1038/s41598-019-39013-8
30. 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. https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.1
31. 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
32. 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

33. 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
34. 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
35. 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
36. 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 адаптивних ознак. *Аграрні інновації*. 2022. № 16. С. 94–103. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.15
37. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Формування стійкості рослин насіннєвої люцерни в умовах різного екологічного градієнта. *Вісник аграрної науки.* 2023. № 3 (840). С. 53–62. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-08
38. 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. *Аграрні інновації*. 2023. № 17. С. 25–36. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.4
39. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Фундират К.С., Коновалова В.М. Адаптивні ознаки та їх прояв у популяцій люцерни другого року за кормового використання. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 143–155. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.20
40. Лавриненко Ю.О., Вожегова Р.А., Базалій Г.Г., Усик Л.О., Жупина А.Ю. Вплив зрошення на продуктивність різних сортотипів озимої пшениці в умовах Південного Степу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2019. № 3 (79). http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.03.014
41. 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. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21
42. Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Люта Ю.О., Пілярська О.О. Адаптивна здатність – важлива ознака в селекції рослин. *Зрошуване землеробство*. 2021. № 75, С. 101–109. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.19

REFERENCES:

1. Blum, A. (1988). Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. ISBN 9781351075718.
2. 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
3. Ceglar, A. et al. (2016). Impact of meteorological drivers on regional inter-annual crop yield variability in France. *Agric. For. Meteorol*. 216, 58–67. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.10.004
4. 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.
5. Chawade, A. et al. (2018). A transnational and holistic breeding approach is needed for sustainable wheat production in the Baltic Sea region. *Physiol. Plant*. 164, 442–451. https://doi.org/10.1111/ppl.12726
6. 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
7. 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.
8. 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
9. Franco, F.A. et al. (2018). CD 1303 – Short stature, high productive potential and industrial quality. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. 18, 123-125. https://doi.org/10.1590/1984-70332018v18n1c15
10. Galetto, S.L. et al. (2017). Nitrogen fertilization in top dressing for wheat crop in succession to soybean under a no-till system. *Bragantia*. 76, 282-291. https://doi.org/10.1590/1678-4499.095
11. 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.
12. 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.
13. Konovalova, V.M., Tyshchenko, A.V., Bazalii, H.G., Fundirat, K.S., Tyshchenko, O.D. et al. (2023). Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (Part 2 – drought years). *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 20, 82–92. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.20.13
14. Konovalova, V.M., Tyshchenko, A.V., Bazalii, H.H., Fundirat, K.S., Tyshchenko, O.D. et al. (2023) Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (part 1 – years with sufficient moisture). *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 19, 140–150. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.22
15. Kristin, A.S. et al. (1997). Improving common bean performance under drought stress. *CropSci.* 37, P. 43-50.
16. Lan, J. (1998). Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*. Vol. 7. P. 85–87.

17. Lavrynenko, Y., Tyshchenko, A., Bazalii, H., Konovalova, V., Zhupyna, A. et al. (2023). Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of Southern Ukraine. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, LXVI(2), 294–301. ISSN 2285-5785
18. Lavrynenko Yu.O. (2019). Breeding heritage and its role in stabilizing production of corn grain in Ukraine. Natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century: collective monograph. Lviv-Torun: Liha-Pres, 103–119. https://doi.org/10.36059/978-966-397-154-4/103-119
19. 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
20. 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.
21. Oliveira, Й.С.D. & Pinto-Maglio, C.A.F. (2017). Cytomolecular characterization of cultivars and landraces of wheat tolerant and sensitive to aluminum toxicity. *Bragantia*. 76: 456-469. https://doi.org/10.1590/1678-4499.2016.278
22. Ray, D.K., Mueller, N.D., West, P.C. & Foley, J.A. (2013). Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE*. 8, E66428. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066428
23. 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
24. Team, B.A. (2015). Second assessment of climate change for the Baltic Sea basin. In Regional Climate Studies; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 6, 131–144.
25. Tyshchenko, A.V., Konovalova, V.M., Bazalii, H.H., Fundirat, K.S., Tyshchenko, O.D. et al. (2023). Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine (part 1 – years with sufficient moisture). *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 19, 190–200. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.29
26. Tyshchenko A.V. et al. (2023). Methods of determining the drought resistance of plants. *Scientific Collection «InterConf+», 33(155): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Modern Knowledge: Research and Discoveries» by the SPC «InterConf»*. (pp. 343-361) A.T. International. Vancouver, Canada. https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2023.030 ISSN 2709-4685
27. 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. ISSN 2285-5718
28. Vozhehova, R. et al. (2021). Evaluation of breeding indices for drought tolerance in alfalfa (*Medicago*) genotypes. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, LXIV(2), 435-444.
29. Yuyi, Z. et al. (2019). A novel ABA functional analogue B2 enhances drought tolerance in wheat. *Scientific Reports*. 9:2887. https://doi.org/10.1038/s41598-019-39013-8
30. 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. https://doi.org/10.32845/ agrobio.2021.2.1 [in Ukrainian].
31. 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].
32. 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].
33. 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].
34. 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].
35. 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].
36. 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].
37. Vozhehova, R.A. et al. (2023). Formuvannia stiikosti roslyn nasinnievoi liutserny v umovakh riznoho ekolohichnoho hradiienta [Formation of resistance of seed alfalfa plants in conditions of different environmental gradients]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 3(840), 53–62. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-08 [in Ukrainian].
38. Vozhehova, R.A. et al. (2023). Posukhostiikist populiatsii liutserny druhoho roku za kormovoho vykorystannia [Drought resistance of second-year alfalfa populations for fodder use]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 17, 25–36. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.4 [in Ukrainian].
39. Vozhehova, R.A. et al. (2023). Adaptyvni oznaky ta yikh proiav u populiatsii liutserny druhoho roku za kormovoho vykorystannia [Adaptive traits and their manifestation in

alfalfa populations of the second year for fodder use]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 18, 143–155. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.20 [in Ukrainian].

40. Lavrynenko, Yu.O. et al. (2019). Vplyv zroshennia na produktyvnist riznykh sortotypiv ozymoi pshenytsi v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [The influence of irrigation on the productivity of different varieties of winter wheat in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy – Scientific reports of NULES of Ukraine*. 3(79). http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.03.014 [in Ukrainian].
41. 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. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21. [in Ukrainian].
42. 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].

Коновалова В.М., Тищенко А.В., Базалій Г.Г., Фундират К.С., Тищенко О.Д., Резниченко Н.Д., Коновалов В.О. Аналіз сортів озимої пшениці на посухостійкість в умовах Степу України (Ч. 3 – роки з різним вологозабезпеченням)

Метою наших досліджень було вивчення та аналіз посухостійкості сортів озимої пшениці селекції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН та Селекційно-генетичного інституту Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення НААН в умовах Південного Степу України. **Матеріали і методи досліджень.** Реакцію 18 сортів озимої пшениці на різні умови вирощування вивчали на Асканійській державній сільськогосподарській дослідницькій станції у с. Тавричанка, Херсонська область (46°33′12″N; 33°49′13″E; 39 м над рівнем моря) протягом 2015/16–2019/20 рр. Дослідження проводилися за різних умов зволоження: при зрошенні та без зрошення. Аналіз стійкості сортів озимої пшениці до стресу проводили за допомогою 17 індексів посухостійкості. **Результати дослідження та їх обговорення.** Отримані експериментальні дані дозволяють виділити сорти озимої пшениці, що істотно перевищують середньосортову за урожайністю при зрошенні (*Yp*): *Марія* і *Щедрість одеська* з урожайністю 7,41–7,53 т/га, в стресових умовах (*Ys*): *Ліра одеська* – 6,25 т/га і *Щедрість одеська* – 6,12 т/га. За більшою кількістю індексів (12), як найбільш посухостійкий, був виділений сорт *Ліра одеська*, сорт *Щедрість одеська* виділився за вісьмома індексами та сорт *Росинка* – за сімома. Урожайність сортів пшениці за обох умов зволоження має високий позитивний кореляційний зв'язок (r = 0,832–1,000) з індексами *MP*, *YI*, *STI*, *GMP*, M_1STI, M_2STI, *MSTI*, *HMP*. Урожайність при зрошенні характеризується високою позитивною залежністю (r = 0,715) з індексами *TOL* і *SSPI*, середньою позитивною залежністю (r = 0,542) з індексом *SSI* та середню від'ємну r = (-0,499–-0,549) з індексами *YSI*, *RDI* і *ISR* натомість з урожайністю при стресі залежність відсутня (r = -0,013–0,207). Урожайність при стресі мала високу кореляцію (r = 0,852) з індексом *DI* та середню (r = 0,420) з врожайністю при зрошенні. За результатами GGE біплот-аналізу сорти озимої пшениці *Кохана*, *Асканійська* та *Щедрість одеська* можна охарактеризувати як середньопосухостійкі, *Ліра одеська* – найбільш стійким до посухи, *Марія*, *Мудрість одеська* та *Нива одеська* можна віднести до сортів не стійких до посухи. **Висновки.** Більшість індексів мали високу залежність з врожайністю за обох умов, або високу чи середню залежність з врожайністю при зрошенні та відсутність зв'язку з врожайністю при стресі, тому було виділено лише один індекс – посухостійкості (*DI*). За індексами посухостійкості та біплот-аналізом, як найбільш посухостійкий виділений сорт *Ліра одеська*. Сорт *Щедрість одеська* виділився за вісьмома індексами, проте за біплот-аналізом він характеризувався як середньої стійкості. За сімома індексами виділився сорт *Росинка*, що характеризувався найменшим зниженням врожайності за погіршення умов зволоження, проте володів і низькою продуктивністю за обох умов.

Ключові слова: озима пшениця, сорт, зрошення, природне зволоження, урожайність, посухостійкість, індекси посухостійкості, біплот-аналіз, кластерний аналіз.

Konovalova V.M., Tyshchenko A.V., Bazalii H.G., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D., Reznichenko N.D., Konovalov V.O. Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (Part 3 – years with different moisture supply)

The purpose of our research was the study and analysis of drought resistance of winter wheat varieties selected by the Institute of Climate-oriented Agriculture of the National Academy of Sciences of the Russian Academy of Sciences and the Selection and Genetics Institute of the National Center for Seed Science and Varietal Research of the National Academy of Sciences of the National Academy of Sciences in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. **Research materials and methods.** The reaction of 18 varieties of winter wheat to different growing conditions was studied at the Askanian State Agricultural Research Station in the village of Tavrychanka, Kherson region (46°33'12"N; 33°49'13"E; 39 m above sea level) during 2015/16–2019/20. Research was conducted under different conditions of irrigation: with irrigation and without irrigation. Analysis of the resistance of winter wheat varieties to stress was carried out using 17 indices of drought resistance. **Research results and their discussion.** The obtained experimental data make it possible to distinguish winter wheat varieties that significantly exceed the average variety in terms of productivity under irrigation (*Yp*): *Maria* and *Shchedrist Odeska* with a yield of 7.41–7.53 t/ha, in stressful conditions (*Ys*): *Lyra Odeska* – 6, 25 t/ha and the *Shchedrist Odeska* – 6.12 t/ha. According to the most indices (12), the *Lyra Odeska* variety was singled out as the most drought-resistant, the *Shchedrist Odeska* variety was distinguished according to eight indices, and the *Rosynka* variety – according to seven. The yield of wheat varieties under both moisture conditions has a high positive correlation (r = 0.832–1.000) with the indices *MP*, *YI*, *STI*, *GMP*, M_1STI, M_2STI, *MSTI*, *HMP*. Yield under irrigation is characterized by a high positive correlation (r = 0.715) with the *TOL* and *SSPI* indices, an average positive correlation (r = 0.542) with the SSI index, and an average negative r = (-0.499–-0.549) with the *YSI*, *RDI* and *ISR* indices on

the other hand, there is no dependence with productivity under stress (r = -0.013–0.207). Yield under stress had a high correlation (r = 0.852) with the *DI* index and a moderate correlation (r = 0.420) with yield under irrigation. According to the results of the GGE biplot analysis, winter wheat varieties *Kokhan*a, *Askaniyska* and *Shchedrist Odeska* can be characterized as moderately drought-resistant, *Lyra Odeska* is the most drought-resistant, *Maria*, *Mudrist Odeska* and *Nyva Odeska* can be classified as non-drought resistant varieties. **Conclusions.** Most of the indices had a high correlation with yield under both conditions, or a high or medium correlation with yield under irrigation and no correlation with yield under stress, so only one index, drought tolerance (*DI*), was selected. According to drought resistance indices and biplot analysis, *Lyra Odeska* is the most drought-resistant selected variety. The *Shchedrist Odeska* variety stood out according to eight indices, but according to the biplot analysis, it was characterized as medium resistance. According to seven indices, the *Rosynka* variety stood out, which was characterized by the smallest decrease in yield due to deterioration of moisture conditions, but also had low productivity under both conditions.

Key words: winter wheat, variety, irrigation, natural moisture, productivity, drought resistance, drought resistance indices, biplot analysis, cluster analysis.

УДК 633.11:631.95:575.21
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.22

ЕФЕКТИ ДЕПРЕСІЇ У НОВИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ПРИ ДІЇ ХІМІЧНОГО СУПЕРМУТАГЕНА

ОКСЕЛЕНКО О.М. – кандидат сільськогосподарських наук,
orcid.org/0000-0001-7797-1305
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
НАЗАРЕНКО М.М. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-6604-0123
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Використання хімічних мутагенів зарекомендувало себе як перспективний метод генетичного поліпшення пшениці озимої та створення нових сортів з принципово-новими ознаками, котрих не існує в рамках програм з генетичних ресурсів рослин, або введення яких у культуру потребує додаткових схрещувань через генетичний зв'язок з іншими додатковими, іноді негативними якостями вихідного матеріалу, ускладнення рекомбінаційного процесу [1, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Селекційне покращення цінних генотипів пшениці озимої, створення нових культурних форм на базі дикого матеріалу, підвищення біорізноманіття культури, пришвидшення поліпшення вже існуючих та впровадження нових ознак є основними напрямами у мутаційному поліпшенні [9, 10]. Основною є проблематика використання чинників з низьким ушкоджуючим ефектом, котрі здатні призводити до комплексних мікрозмін [2, 3].

Низьким ефектом шкодочинності у першому поколінні характеризуються деякі групи хімічних агентів, котрі здатні індукувати суттєву кількість змін при менш вагомому погіршенню онтогенетичних параметрів рослин [4, 5]. Також для покращення проблем з схожістю та виживанням, зниження депресії продуктивності іноді використовують речовини-антимутагени [8] та вихідний матеріал з підвищеною стійкістю до несприятливої дії [6, 7].

Мета. Дослідження спрямоване на вивчення ефекту (мутагенної депресії) при дії хімічного супермутагену на рівні окремих рослин у першому поколінні за показниками онтогенезу, проходження фенофаз, життєздатності пилку, структури врожаю.

Матеріали та методика досліджень. Застосували хімічний супермутаген ДАБ (1,4-бісдіазоацетилбутан, тут та далі по тексту – ДАБ), котрий належить до типу хімічних речовин, які здатні призводити до суттєвого рівня виникнення мутацій при відносно низький шкодочинності. Насіння сортів пшениці озимої Фаррел, NE 12443, Ронін, Сейлор обробляли водним розчином ДАБ у концентраціях 0,1 %, 0,2 %, 0,3 % контролем була вода. Для кожної обробки брали 1000 зерен пшениці озимої. Експозиція дії епімутагену була 24 години.

Дослід висівався вручну, в останню декаду вересня, на глибину 4-5 см і з нормою 100 життєздатних насінин в рядок (довжина 1,5 м), міжряддя 0,15 м, ділянка 10 рядків, між ділянками 0,3 м, контроль на початку для кожного сорту. В першому поколінні проводили моніторинг схожості та виживання після зимового періоду за окремими варіантами. Рівень стерильності визначали фарбуванням зразків пилку ацетокарміном (до 20 зразків з варіанту, до 500 пилкових зерен). Проводили аналіз структури врожайності, відбирали 25 – 30 рослин з варіанту для визначення наступних показників висота рослин, загальна та продуктивна кущистість, довжина, кількість колосків, озерненість головного колосу, вага зерна з головного колосу та рослини, маса тисячі зерен (далі – МТЗ).

Досліди висівали на науково-дослідному полі Дніпровського державного аграрно-економічного університету (с. Олександрівка, Дніпровський район, Дніпропетровська область, Україна). Статистичний аналіз проводили за модулями факторного та дискримінантного аналізу (Statistica 10.0).

Результати досліджень. Загальний обсяг дослідженого матеріалу складав 16000 рослин за всіма варіантами, з них після аналізу перезимівлі обсяг мутантної популяції становив 14341 рослини (таблиця 1).

Математико-статистичний аналіз отриманих даних показав, що онтогенетичні параметри рослин пшениці озимої залежали як від генотипу ($F=19,22$; $F_{0,05}=3,29$; $P < 0,01$), так і знижувалося при підвищені концентрації епімутагенного агенту ($F=31,98$; $F_{0,05}=3,01$; $P < 0,01$). Генотип-мутагенна взаємодія також була значима ($F=5,56$; $F_{0,05}=4,76$; $P = 0,04$). Різницею з попередніми дослідженнями дії епімутагенів можна вважати відсутність статистично достовірної віддаленої загибелі рослин після зимового періоду ($F=2,01$; $F_{0,05}=2,98$; $P = 0,07$), крім сорту Сейлор ($F=6,11$; $F_{0,05}=3,44$; $P = 0,02$).

Показник схожості статистично достовірно змінювався при підвищені концентрацій ДАБ ($F=14,72$; $F_{0,05}=3,11$; $P < 0,01$). Теж саме наявно для параметру виживання, котрий так само зменшувався при зростанні концентрації мутагену ($F=8,11$; $F_{0,05}=3,06$; $P = 0,02$), характерна відсутність залежності від генотипу ($F=2,34$; $F_{0,05}=2,98$; $P = 0,07$).

При попарному порівнянні за результатами тесту Тьюкі по характеру реакції на ДАБ як мутаген достовірно кращою була реакція у NE 12443 ($F=6,00$; $F_{0,05}=3,55$; $P = 0,02$), різниця між іншими сортами була відсутня ($F=2,01$; $F_{0,05}=3,55$; $P = 0,07$). Хоча й виявлена сортова специфіка була достовірною, вплив навіть максимальної концентрації не перевершував рамки для дії помірних доз та концентрацій згідно загальної класифі-

Таблиця 1

Параметри схожості та виживання у рослин, що зазнали мутагенної дії

Сорт	Обробка	Схожість		Виживання	
		шт.	%	шт.	%
Фаррел	вода	995	99,5 ± 1,0[a]	985	98,5 ± 1,1[a]
	ДАБ, 0,1 %	911	91,1 ± 1,0[b]	891	89,1 ± 1,1[b]
	ДАБ 0,2 %	891	89,1 ± 1,0[b]	885	88,5 ± 1,1[b]
	ДАБ 0,3 %	831	83,1 ± 1,2[c]	822	82,2 ± 1,1[c]
NE 12443	вода	991	99,1 ± 1,0[a]	981	98,1 ± 1,1[a]
	ДАБ, 0,1 %	923	92,3 ± 1,1[b]	901	90,1 ± 0,9[b]
	ДАБ 0,2 %	919	91,9 ± 1,0[b]	889	88,9 ± 1,1[b]
	ДАБ 0,3 %	883	88,3 ± 1,2[c]	860	86,0 ± 1,1[c]
Ронін	вода	992	99,2 ± 1,1[a]	983	98,3 ± 0,9[a]
	ДАБ, 0,1 %	921	92,1 ± 0,9[b]	911	91,1 ± 1,0[b]
	ДАБ 0,2 %	897	89,7 ± 0,8[b]	880	88,0 ± 1,1[b]
	ДАБ 0,3 %	844	84,4 ± 1,0[c]	816	81,6 ± 1,1[c]
Сейлор	вода	991	99,1 ± 1,0[a]	989	98,9 ± 1,0[a]
	ДАБ, 0,1 %	917	91,7 ± 1,0[b]	888	88,8 ± 1,2[b]
	ДАБ 0,2 %	892	89,2 ± 1,0[b]	861	86,1 ± 0,9[b]
	ДАБ 0,3 %	835	83,5 ± 0,9[c]	799	79,9 ± 1,1[c]

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA при $P_{0,05}$ в рамках сортів

Таблиця 2

Особливості впливу мутагену на рівень стерильності

Сорт	Контроль	ДАБ 0,1 %	ДАБ 0,2 %	ДАБ 0,3 %
Фаррел	98,7 ± 0,7[a]	93,0 ± 0,9[b]	84,2 ±0,8[c]	80,1 ± 1,0[d]
NE 12443	96,0 ± 0,8[a]	91,2 ± 0,8[b]	85,1 ± 0,7[c]	80,4 ± 0,8[d]
Ронін	98,5 ± 0,7[a]	91,2 ± 0,7[b]	84,7 ± 0,8[c]	79,2 ± 0,8[d]
Сейлор	98,5 ± 0,6[a]	91,0 ± 0,9[b]	83,1 ± 0,8[c]	77,1 ± 0,9[d]

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA при $P_{0,05}$ в рамках кожного сорту

кації (70-80 % від показнику стандарту (РД) (83,1 % для схожості (сорт Фаррел) та 79,9 % для виживання (сорт Сейлор). Показники схожості та виживання лінійно знижувалися при зростанні концентрації, відсутня статистично достовірна різниця лише між діями концентрацій ДАБ 0,1 та 0,2 % для обох показників (F=1,22; $F_{0,05}$=4,01; P = 0,08), різниця між контролем та впливом мутагену завжди достовірна (F=8,26; $F_{0,05}$=4,01; P = 0,01), як і при переході від дії ДАБ 0,2 % до ДАБ 0,3 % (F=9,17; $F_{0,05}$=4,01; P = 0,01).

Вагомим недоліком мутагенної активності у першому поколінні є зниження фертильності рослини (таблиця 2). Дія ДАБ статистично достовірно вплинула на зростання стерильності, але навіть при дії вищої концентрації вона залишалася на рівні помірної, більш вразливим був сорт Сейлор (F=4,92; $F_{0,05}$=3,11; P = 0,02), для всіх інших різниця відсутня. Параметр залежить від зростання концентрації мутагену (F=17,32; $F_{0,05}$=2,55; P < 0,01), але не від сорту, тобто більшої вразливості сорту Сейлор недостатньо (F=2,45; $F_{0,05}$=3,07; P = 0,08), чим відрізняється від попередньо проаналізованих показників.

Основні досліджені параметри за структурою врожайності у сортів пшениці озимої представлені у таблиці 3. Висота рослини знижувалася при кожному підвищені концентрації (F=9,82; $F_{0,05}$=2,35; P = 0,01), крім переходу від ДАБ 0,1 % до ДАБ 0,2 %, де різниця була недостовірна (F=1,34 $F_{0,05}$=2,35; P = 0,07) за виключенням сорту Сейлор (F=3,14; $F_{0,05}$=2,35; P = 0,05), різниця по взаємодії з окремими сортами була наявна (F=5,03; $F_{0,05}$=3,01; P = 0,04), сортова мінливість не була достовірною (F=2,17; $F_{0,05}$=2,44; P = 0,06). Кількість зерен з головного колосу слабомінлива, підвищення концентрації впливало недостовірно (F=1,34; $F_{0,05}$=2,35; P = 0,07). Різниця з контролем та попередніми варіантами лише за дії ДАБ 0,3 %.

Щодо ваги зерна з головного колосу, то цей показник показує по мінливості депресію за підвищенням концентрацій (F=7,34; $F_{0,05}$=2,35; P = 0,03),крім переходу від ДАБ 0,1 % до ДАБ 0,2 %, де різниця була недостовірна (F=1,16 $F_{0,05}$=2,35; P = 0,07), різниця по взаємодії з окремими сортами була наявна (F=5,17; $F_{0,05}$=3,01; P = 0,04), сортова мінливість не була достовірною (F=2,07; $F_{0,05}$=2,44; P = 0,06). Для ваги зерна з рослини в усіх сортів (крім Сейлор (F=3,69; $F_{0,05}$=2,35; P = 0,04) однакова депресія в контролі та за дії першої концентрації (F=2,14; $F_{0,05}$=2,35; P = 0,06), достовірна різниця між діями першої та другої (F=2,89; $F_{0,05}$=2,35; P = 0,04) (крім Сейлор (F=1,99; $F_{0,05}$=2,35; P = 0,07), другої та третьої (F=5,79; $F_{0,05}$=2,35; P = 0,02).

Негативний вплив ДАБ проявлявся зі статистичною достовірністю за постійним поступовим зниженням МТЗ з кожної концентрацією ДАБ, для всіх сортів (F=8,94;

Таблиця 3

Структура врожайності сортів пшениці в першому поколінні

Сорт	Варіант	Висота, см	Кількість зерен, шт.	Вага зерна, г		МТЗ, г
				з колосу	з рослини	
Фаррел	вода	92,7[a]	32,0[a]	2,15[a]	4,90[a]	55,0[a]
	ДАБ, 0,1 %	90,1[b]	31,0[a]	1,92[b]	4,78[a]	52,9[b]
	ДАБ 0,2 %	88,2[b]	31,0[a]	1,84[b]	4,50[b]	51,1[c]
	ДАБ 0,3 %	83,3[c]	28,0[b]	1,55[c]	4,11[c]	49,0[d]
NE 12443	вода	112,2[a]	41,0[a]	1,17[a]	3,42[a]	38,8[a]
	ДАБ, 0,1 %	101,1[b]	39,0[a]	1,00[b]	3,27[a]	36,5[b]
	ДАБ 0,2 %	97,5[b]	40,0[a]	0,89[b]	3,15[b]	34,4[c]
	ДАБ 0,3 %	90,4[c]	36,0[b]	0,76[c]	2,89[c]	33,0[d]
Ронін	вода	78,4[a]	44,0[a]	2,25[a]	4,73[a]	51,2[a]
	ДАБ, 0,1 %	73,2[b]	43,0[a]	2,07[b]	4,60[a]	49,0[b]
	ДАБ 0,2 %	71,9[b]	42,0[a]	1,89[c]	4,41[b]	46,8[c]
	ДАБ 0,3 %	67,2[c]	39,0[ba]	1,70[d]	4,22[c]	44,8[d]
Сейлор	вода	89,3[a]	48,0[a]	1,81[a]	4,82[a]	55,2[a]
	ДАБ, 0,1 %	84,1[b]	47,0[a]	1,62[b]	4,69[b]	53,1[b]
	ДАБ 0,2 %	81,1[c]	46,0[a]	1,53[b]	4,62[b]	50,2[c]
	ДАБ 0,3 %	77,0[d]	42,0[b]	1,41[c]	4,39[c]	48,4[d]

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA при $P_{0,05}$ в рамках сорту

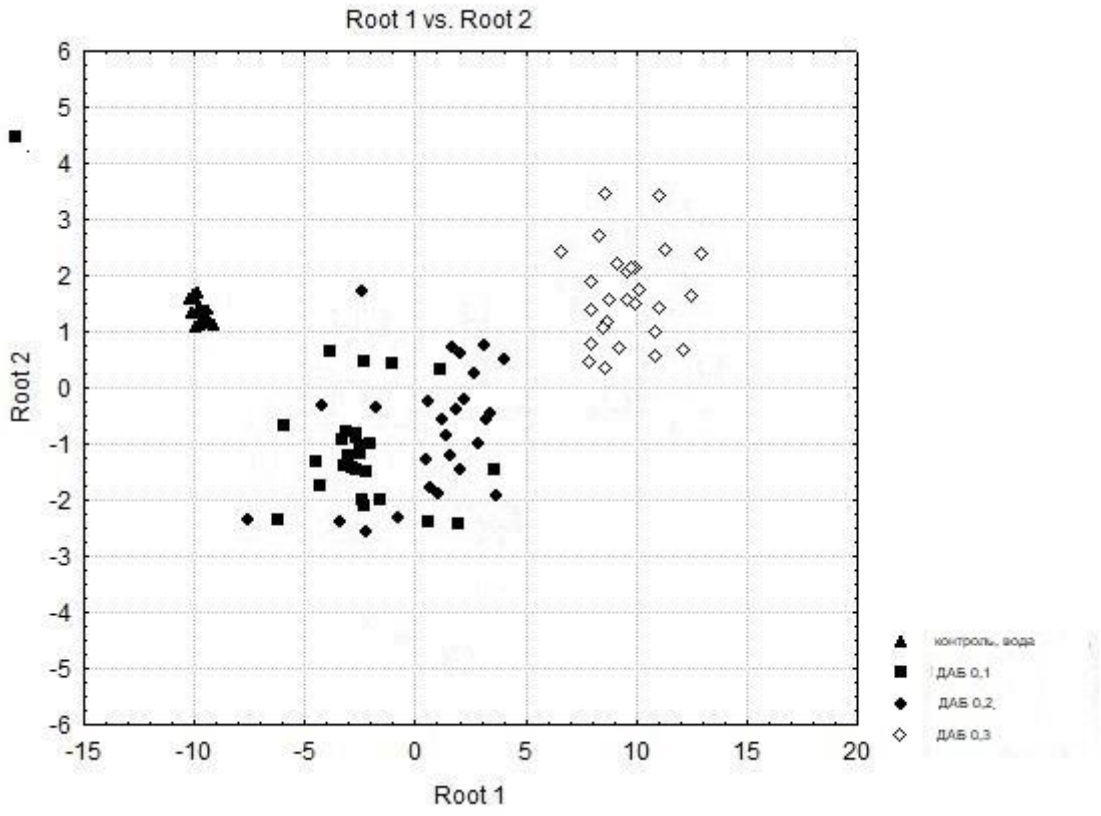


Рис. 1. Дискримінантний аналіз за дією ДАБ

$F_{0,05}$=2,44; P = 0,01), відмінностей за динамкою зміни ознаки за сортами не реєстрували (F=1,19; $F_{0,05}$=2,44; P = 0,09). Усі концентрації ДАБ діяли як помірні, не досягаючи рівня $РД_{50}$. За параметрами структури врожайності знов виділився сорт Сейлор.

Аналіз у факторному просторі впливу окремих параметрів як функцій класифікації (Рис. 1) показав, що весь матеріал за характером дії можна кластеризувати на три основні групи. Чітко та достовірно за центроїдними відстанями диференціювали група за відсутності мута-

Таблиця 4

Результати дискримінантного аналізу за даними досліджених показників при дії ДАБ

Змінні в моделі	Коефіцієнт Уілкса λ	F-remove (4,55)	p-level
Схожість, шт.	0,40	19,34	<0,01
Виживання, шт.	0,24	9,41	<0,01
Фертильність, %	0,48	24,66	<0,01
Висота, см	0,21	8,12	0,01
Загальна кущистість	0,03	1,80	0,18
Продуктивна кущистість	0,02	1,21	0,21
Довжина головного колосу, см	0,03	1,83	0,18
Кількість колосків, шт.	0,03	1,86	0,18
Зерна з головного колосу, шт.	0,04	2,21	0,08
Вага зерна з головного колосу, г	0,23	8,99	0,01
Вага зерна з рослини, г	0,10	3,82	0,06
МТЗ, г	0,42	20,68	<0,01

генного впливу та дія ДАБ 0,3 %. За діями між групами ДАБ 0,1 % та ДАБ 0,2 % статистично достовірна різниця за ефектами мутагенної депресії була відсутня.

За настанням окремих фенофаз у розвитку значне сповільнення за критичними фазами виходу в трубку та колосіння більш ніж на 2 дня спостерігалося лише при дії ДАБ 0,3 % та тільки у одного сорту Ронін. Для інших затримка була незначна, до того ж при настанні повної стиглості вона повністю нівелювалася.

Дискримінантний аналіз виділив за статистичною достовірністю з проаналізованих ознак наступні параметри схожість, частково (лише специфіка за концентраціями, за генотипами відсутня, але першої достатньо для вагомості впливу) виживання, фертильність пилку, висота рослини, вага зерна з колосу та МТЗ (таблиця 4).

Тобто встановлено, що модельними для ефектів активності ДАБ як мутагену при прояві дії у першому поколінні з надійним рівнем достовірності є так показники як схожість та виживання рослин, рівень стерильності у зразків, вага зерна з головного колосу та МТЗ. Інші показники не є суттєвими для надійного моніторингу депресії. Сортової відмінності не було, група ДАБ 0,1 та 0,2 % за характеристиками майже не відрізняється, доцільне використання однієї з концентрацій.

Висновки. Реакція на дію хімічного супермутагену у сортів пшениці озимої набагато більш однорідна, ніж при дії попередньо досліджених на цьому ж матеріалі епімутагенів. Вихідний сортовий матеріал переважно сприйнятливий до дії, депресивні наслідки за вивченими ознаками в варіантах досліджень навіть при дії найвищої концентрації не досягли значень $ЛД_{50}$, або $РД_{50}$, тобто за дією концентрації відносилися до помірних. За класифікаційним аналізом не є доцільним використання ДАБ 0,1 %, варто залишати при майбутніх дослідженнях лише ДАБ 0,2 % та ДАБ 0,3 % як дієві концентрації. Для даного мутагену характерна значна генотип-мутагенна взаємодія, а от чиста реакція генотипу як правило не є вагомою. На відміну від епімутагенної дії віддалена загибель менш важлива для обсягів отриманого матеріалу та вагома тільки у сорту Сейлор, переважно депресивний ефект ДАБ виражається у нижчій схожості. Трохи кращим за резистентністю до дії ДАБ був сорт NE 12443, специфічною генотип-мутагенною взаємодією виділився сорт Сейлор за більшою частиною ознак.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Abaza G., Awaad A., Attia M., Abdellateif S., Gomaa A., Abaza S., Mansour E. Inducing potential mutants in bread wheat using dif-ferent doses of certain physical and chemical mutagens. *Plant Breeding and Biotechnology*. 2020. Vol. 8, № 3. P. 252–264.
2. Ahumada-Flores S., Pando L., Cota F., de la Cruz T., Sarsu F., de los Santos V. Technical note: gamma irradiation induces changes of phenotypic and agronomic traits in wheat (Triticum turgidum ssp durum). *Applied Radiation and Isotope*s. 2021. Vol. 167, 109490. URL: https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2020.109490 (дата звернення: 23.01.2024).
3. Ariraman M., Dhanavel D., Seetharaman N., Murugan S., Ramkumar R. Gamma radiation influences on growth, biochemical and yield characters of Cajanus Cajan (L.) MILLSP. *Journal of Plant Stress Physiology.* 2018. Vol. 4. P. 38–40.
4. Beiko V., Nazarenko M. Early depressive effects of epimutagen in the first generation of winter wheat varieties. *Agrology*. 2022. Vol. 5, № 2. P43–48.
5. Chakraborty S., Mahapatra S., Hooi A., Ali N., Satdive R. Determination of Median Lethal (LD50) and Growth Reduction (GR50) Dose of Gamma Irradiation for Induced Mutation in Wheat. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2023. Vol. 66, e23220294. URL: https://doi.org/10.1590/1678-4324-2023220294 (дата звернення: 23.01.2024).
6. Mangi N., Baloch A., Khaskheli N., Ali M., Afzal W. Multivariate Analysis for Evaluation of Mutant Bread Wheat Lines Using Metric Traits. *Integrative Plant Sciences*. 2021 Vol.1, № 1. P. 29–34.
7. Nazarenko M., Beiko V., Bondarenko M. Induced mutations of winter wheat caused by gamma-rays fixed on plant height and stem structure. *Agriculture and Forestry*. 2019. Vol. 65, № 3. P.75–83.
8. Nazarenko M, Semenchenko O., Izhboldin O., Hladkikh Y. French winter wheat varieties under ukrainian north steppe condition. *Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 67, № 2. P. 89–102.
9. le Roux M., Burger N., Vlok M., Kunert K., Cullis C., Botha A. EMS Derived Wheat Mutant BIG8-1 (Triticum

aestivum L.) – A New Drought Tolerant Mutant Wheat Line. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021. Vol. 22, 5314. URL: https://doi.org/10.3390/ijms22105314 (дата звернення: 23.01.2024)
10. Shabani M., Alemzadeh A., Nakhoda B., Razi H., Houshmandpanah Z., Hildebrand D. Optimized gamma radiation produces physio-logical and morphological changes that improve seed yield in wheat. *Physiology and Molecular Biology of Plants*. 2022. Vol. 28, № 8. P. 1571–1586.

REFERENCES:

1. Abaza G., Awaad A., Attia M., Abdellateif S., Gomaa A., Abaza S., Mansour E. (2020) Inducing potential mutants in bread wheat using dif-ferent doses of certain physical and chemical mutagens. Plant Breeding and Biotechnology. Vol. 8, № 3. P. 252–264.
2. Ahumada-Flores S., Pando L., Cota F., de la Cruz T., Sarsu F., de los Santos V. (2021) Technical note: gamma irradiation induces changes of phenotypic and agronomic traits in wheat (Triticum turgidum ssp durum). Applied Radiation and Isotopes. Vol. 167, 109490. URL: https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2020.109490 (дата звернення: 23.01.2024).
3. Ariraman M., Dhanavel D., Seetharaman N., Murugan S., Ramkumar R. (2018) Gamma radiation influences on growth, biochemical and yield characters of Cajanus Cajan (L.) MILLSP. Journal of Plant Stress Physiology. Vol. 4. P. 38–40.
4. Beiko V., Nazarenko M. (2022) Early depressive effects of epimutagen in the first generation of winter wheat varieties. Agrology. Vol. 5, № 2. P43–48.
5. Chakraborty S., Mahapatra S., Hooi A., Ali N., Satdive R. (2023) Determination of Median Lethal (LD50) and Growth Reduction (GR50) Dose of Gamma Irradiation for Induced Mutation in Wheat. Brazilian Archives of Biology and Technology. Vol. 66, e23220294. URL: https://doi.org/10.1590/1678-4324-2023220294 (дата звернення: 23.01.2024).
6. Mangi N., Baloch A., Khaskheli N., Ali M., Afzal W. (2021) Multivariate Analysis for Evaluation of Mutant Bread Wheat Lines Using Metric Traits. Integrative Plant Sciences. Vol.1, № 1. P. 29–34.
7. Nazarenko M., Beiko V., Bondarenko M. (2019) Induced mutations of winter wheat caused by gamma-rays fixed on plant height and stem structure. Agriculture and Forestry. Vol. 65, № 3. P.75–83.
8. Nazarenko M, Semenchenko O., Izhboldin O., Hladkikh Y. (2021) French winter wheat varieties under ukrainian north steppe condition. Agriculture and Forestry. Vol. 67, № 2. P. 89–102.
9. le Roux M., Burger N., Vlok M., Kunert K., Cullis C., Botha A. (2021) EMS Derived Wheat Mutant BIG8-1 (Triticum aestivum L.) – A New Drought Tolerant Mutant Wheat Line. International Journal of Molecular Sciences. Vol. 22, 5314. URL: https://doi.org/10.3390/ijms22105314 (дата звернення: 23.01.2024)
10. Shabani M., Alemzadeh A., Nakhoda B., Razi H., Houshmandpanah Z., Hildebrand D. (2022) Optimized gamma radiation produces physio-logical and morphological changes that improve seed yield in wheat. Physiology and Molecular Biology of Plants. Vol. 28, № 8. P. 1571–1586.

Окселенко О.М., Назаренко М.М. Ефекти депресії у нових сортів пшениці озимої при дії хімічного супермутагена

Селекційне покращення цінних генотипів пшениці озимої, створення нових культурних форм на базі дикого матеріалу, підвищення біорізноманіття культури, пришвидшення поліпшення вже існуючих та впровадження нових ознак є основою проблематики використання чинників з низьким ушкоджуючим ефектом, котрі здатні призводити до комплексних мікрозмін. **Мета.** Дослідження спрямоване на вивчення ефекту (мутагенної депресії) при дії хімічного супермутагену на рівні окремих рослин у першому поколінні за показниками онтогенезу, проходження фенофаз, життєздатності пилку, структури врожаю. **Методи.** Насіння сортів пшениці озимої Фаррел, NE 12443, Ронін, Сейлор обробляли водним розчином ДАБ (1,4-бісдіазоацетилбутан) у концентраціях 0,1 %, 0,2 %, 0,3 %. Для кожної обробки брали 1000 зерен пшениці озимої. Експозиція дії мутагену була 24 години. Дослід висівався вручну, в першому поколінні проводили моніторинг схожості та виживання після зимового періоду за окремими варіантами. Рівень стерильності визначали фарбуванням зразків пилку ацетокарміном, проводили аналіз структури врожайності. **Результати.** Загальний обсяг дослідженого матеріалу складав 16000 рослин за всіма варіантами, з них після аналізу перезимівлі обсяг мутантної популяції становив 14341 рослини. Аналіз у факторному просторі впливу окремих параметрів як функцій класифікації показав, що весь матеріал за характером дії можна поділити на три основні групи. Чітко та достовірно за центроїдними відстанями диференціювали група за відсутності мутагенного впливу та дія ДАБ 0,3 %. За діями між групами ДАБ 0,1 % та ДАБ 0,2 % статистично достовірна різниця за ефектами мутагенної депресії була відсутня. Встановлено, що модельними для ефектів активності ДАБ як мутагену при прояві дії у першому поколінні з надійним рівнем достовірності є так показники як схожість та виживання рослин, рівень стерильності у зразків, вага зерна з головного колосу та МТЗ. Інші показники не є суттєвими для надійного моніторингу депресії. **Висновки.** Депресивні наслідки за вивченими ознаками в варіантах досліджень навіть при дії найвищої концентрації не досягли значень $ЛД_{50}$, або $РД_{50}$, тобто за дією концентрації відносилися до помірних. За класифікаційним аналізом не є доцільним використання ДАБ 0,1 %. Для даного мутагену характерна значна генотип-мутагенна взаємодія. На відміну від епімутагенної дії віддалена загибель менш важлива, переважно депресивний ефект ДАБ виражається у нижчій схожості. Специфічною генотип-мутагенною взаємодією та сприйнятливістю виділився сорт Сейлор.

Ключові слова: пшениця озима, супермутаген, 1,4-бісдіазоацетилбутан, депресія.

Okselenko O.M., Nazarenko M.M. Depression effects in new winter wheat varieties under the influence of a chemical supermutagen

Breeding improvement of valuable genotypes of winter wheat, creation of new cultural forms based on wild material, increase of cultural biodiversity, acceleration of improvement of already existing and introduction of new traits are the basis of the problem of using factors with a low harmful effect, which can lead to complex microchanges. **Purpose.** The research is aimed at studying the

effect (mutagenic depression) of a chemical supermutagen at the level of individual plants in the first generation according to the indicators of ontogenesis, passage of phenophases, pollen viability, yield structure. **Methods.** The seeds of winter wheat varieties Farrell, NE 12443, Ronin, Sailor were treated with water solution of DAB (1,4-bisdiazoacetylbutane) in concentrations of 0.1%, 0.2%, 0.3%. For each treatment 1000 grains of winter wheat were taken. Exposure to mutagen was 24 hours. The experiment was sown by hand, in the first generation germination and survival after the winter period were monitored in separate variants. The level of sterility was determined by staining pollen samples with acetocarmine and the yield structure was analyzed. **Results.** The total amount of researched material was 16,000 plants according to all variants, of which, after overwintering analysis, the volume of the mutant population was 14,341 plants. Analysis in the factor space of the influence of individual parameters as classification functions showed that the entire material can be divided into three main groups according to the nature of the action. The group in the absence of mutagenic influence and the effect of DAB 0.3% were clearly and reliably differentiated by centroid distances. There was no statistically significant difference in the effects of mutagenic depression between the DAB 0.1% and DAB 0.2% groups. It was established that parameters such as germination and survival of plants, the level of sterility in samples, the weight of grain from the main ear and MTZ are model for the effects of the activity of DAB as a mutagen when the action is manifested in the first generation with a reliable level of reliability. Other indicators are not essential for reliable monitoring of depression. **Findings.** Depressive effects according to the studied signs in the variants of the studies, even at the highest concentration, did not reach the values of LD_{50} or RD_{50}, that is, according to the effect of the concentration, they were moderate. According to the classification analysis, it is not appropriate to use DAB 0.1%. This mutagen is characterized by significant genotype-mutagen interaction. In contrast to the epimutagenic effect, long-term death is less important, mainly the depressive effect of DAB is expressed in lower germination. The variety Sailor stood out for its specific genotype-mutagenic interaction and susceptibility.

Key words: winter wheat, supermutagen, 1,4-bisdiazoacetylbutane, depression.

UDC 634.11:63/.524.52
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.23

COMBINING ABILITY OF APPLE BREEDING VARIETIES

SADYGOV ALADDIN NEMET OGLU – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
orcid.org/0000-0002-0955-7693
Scientific Research İnstitute of Fruit and Tea Growing of the Ministry of Agriculture
of the Republic of Azerbaijan

Introduction. The aim of sustainable growth in agricultural production is to reliably supply the population with food and the processing industry with agricultural raw materials. Fruit growing plays a significant role in addressing this issue, producing and marketing a wide range of products in both fresh and processed forms. Currently, our country has 213,968.1 hectares of fruit orchards, with 159,903.5 hectares in fruit-bearing condition, and the overall productivity is 73.3 centers [6].

The leading role in intensifying orcharding belongs to the variety. Opalko A., Zaplichko F. (2000) pointed out that "the importance of the variety will undoubtedly grow with the further development of farms, the improvement of agronomy, mechanization, and the use of fertilizers" [4]. The words of V.L. Symirenko, "the variety determines the success of the entire enterprise" (1995), retain their significance now and will not lose relevance in the future [5].

In Azerbaijan, considered a primary center for orcharding, there exists a rich gene pool of apple crops. Since 1982, about 200 local, introduced, and selection varieties from the Azerbaijan Scientific Research Institute of Horticulture and Tea have been introduced into this gene pool. Since 1985, research and breeding work has continued anew, and, thanks to the existing material, hybrids F2 were obtained through crossbreeding, surpassing the parent pairs: Nigyar, Marfa, Sulkh, Gobustan, Zumrud, Gyzyltadzh, Khazar, Eldar, Ulvi, Nyubar, Vatan, Makhmari, Nuran, Sarvan, Chyraggala, Davamly, Emil, Elvin, Kubinskoe zimnee, Kubinskoe osennee, Shabran, Sevinj, Lale, and Sadaf.

Material and Research Methodology. The research has been conducted since 1985 to the present in the Department of Fruit Crop Breeding of the Azerbaijan Scientific Research Institute of Horticulture and Tea, as well as its experimental farms in the Kubin district, located at an altitude of 750 meters above sea level under irrigation conditions. The climate in the foothill part is semi-humid, moderately cold. The average annual air temperature, according to long-term data, is 9.8°C, and during the years of our research, it was 10.5°C. The absolute maximum temperature (July-August) according to long-term data reaches 37.0°C, and during the years of the experiment, it was 32.1–35.2°C. The average absolute minimum temperature in January-February according to long-term data ranges from 13.0 to 16.0°C, and during the years of the experiment, it was 14.8 to 16.3°C.

The average annual precipitation according to long-term data is 527 mm, and during the years of the experiment, it was 470.6 mm. Snowfall is usually observed in the third decade of November. The relative humidity ranges from 74 to 77%.

The soil cover of the mid-mountainous part of the zone is represented by mountain forest (brown and chestnut) and chestnut orchard soils.

Objects of research. Local apple varieties, introduced varieties, and selection varieties from the Azerbaijan Scientific Research Institute of Horticulture and Tea were used as the initial material.

In studying the varieties (both initial and selection forms) and conducting experimental work on breeding new apple varieties, the main records and observations were made in accordance with the manual "Methodology for the Expertise of Varieties of Fruit and Berry, Nut-bearing Crops and Grapes" (2005) and the book "Apple Varieties for Industrial and Amateur Gardens of Ukraine" (2010) [2, 1].

Results of research and their discussion.

Ripening period. It is known that the same apple variety can have different ripening periods in various ecological zones. As a result of crossing Fahime × Papirovka, the summer variety Nigyar was obtained; Podarok neftyanikam × Scarlet Staymered resulted in the autumn variety Marfa. The rest of the combinations of crossing winter varieties are presented in Table 1.

Early fruiting. Proper targeted selection of initial varieties with a shorter juvenile period is necessary for breeding early fruiting. Studying the gene pool of apple varieties obtained from interspecific crosses, it was found that the Marfa variety (Podarok neftyanikam × Scarlet Staymered) and the Sulkh variety (Parmen zimniy zolotoy × Renet shampanskiy) enter the fruit-bearing phase in the 4th-5th year. The main mass of apple varieties, as seen from the data in Table 1, begins to bear fruit at the age of 3-4 years.

Productivity. High productivity of fruit trees is one of the essential qualities of each created variety. Our observations have shown that the following combinations of crossing are among the best for obtaining productive varieties: Naila × Sary Tursh (Sevinj variety) – 45, Eyubi × Winter Red Ginger (Sadaf) – 43, Guba renetikh × Sary Tursh (Elvin) – 35, S. Vurgun × Jir Gadzhi (Gyzyltadzhe) – 35, Naila × Pepin London (Kubinsky winter) – 31, Sona alma × Sary Tursh (Ulvi) – 30, Naila × Jir Gadzhi, Sary Tursh (Gobustan) – 30 t/ha. Other combinations of crossing for most studied apple varieties give yields within the range of 15-28 t/ha (Table 1).

Fruit Quality. The commercial qualities of apple varieties are one of the most important economic indicators.

In the conditions of the Kubinsky region of the Republic of Azerbaijan, the weight of the fruit of selected apple varieties ranged from 125 to 165 g, with the maximum weight from 155 to 165 g. The largest fruits are observed in Sulkh (Parmen zimniy zolotoy × Renet shampanskiy) – 165, Marfa (Podarok Neftyanikam × Scarlet Staymered) – 155,

Table 1

Breeding Crosses and Comparative Characteristics of Apple Breeding Varieties (2018–2022)

Cross Combinations (Parental Forms)	Breeding Variety	Ripening	Precocity	Yield, t/ha	Fruit Quality							
					Average Fruit Weight, g	Sensory Evaluation (Max. 5 points)	Dry Matter, %	Sugar Content, %	Vitamin C, mg %	Fruit Storage, days	Marketable Fruit Yield, %	Vegetation Period, days
Fahime × Papirovka	Nigar	S	3–4	20	130	4.4	12.1	9.63	4.55	8–13	75	222
Gift to Oilmen × Scarlet Steymered	Marfa	O	4–5	15	155	4.0	11.1	10.11	4.53	21–26	73	219
Parmen Winter Golden × Renet Champagne	Sulkh	W	4–5	25	165	4.1	12.4	12.03	5.21	90–100	73	220
Naila × Jir Gadzhi, Sary Tursh	Gobustan	W	3–4	30	135	4.3	13.4	10.41	5.30	120–130	77	223
Arzu × Wagner Prize	Zumrud	W	3–4	15	125	4.2	12.4	9.61	4.58	90–100	75	224
S. Vurgun × Jir Gadzhi	Gyzyltadzh	W	3–4	35	136	4.5	11.4	10.62	4.51	125–130	76	225
Azerbaijan × Sary Tursh	Khazar	W	3–4	25	130	4.2	12.6	11.31	5.45	125–130	76	223
Naila × Jir Gidzhi	Eldar	W	4–5	15	120	4.0	12.1	10.36	5.53	100–120	78	219
Sona Alma × Sary Tursh	Ulvi	W	3–4	30	135	4.6	13.6	9.64	5.71	130–145	81	225
Naila × Jir Gadzhi	Nubir	W	3–4	20	120	4.0	12.4	10.43	3.76	95–110	79	219
Sharg × Jir Gadzhi	Vatan	W	3–4	15	126	4.2	12.6	10.36	3.83	120–125	82	222
Taravatli × Gyzyl Akhmedi	Makhmari	W	3–4	15	130	4.5	13.6	12.61	4.21	130–145	82	224
Azerbaijan × Jir Gadzhi	Nuran	W	3–4	15	126	4.0	12.4	11.62	4.36	110–120	79	223
Taravatli × Renet Champagne	Sarwan	W	3–4	17	127	4.0	12.4	11.64	4.55	110–120	78	221
Naila × Jir Gadzhi	Chyraggala	W	3–4	17	130	4.0	13.6	12.64	5.53	120–130	81	224
Naila × Jir Gadzhi, Renet Champagne	Davamly	W	3–4	22	125	4.0	11.3	10.63	4.46	130–140	81	225
Naila × Jir Gadzhi, Sary Tursh	Emili	W	3–4	28	135	4.4	11.4	10.71	5.54	140–150	83	221
Guba Renetikh × Sary Tursh	Elvin	W	3–4	35	145	4.8	13.4	12.64	4.44	140–150	83	222
Naila × Pepin London	Kubinsky Zemnee	W	3–4	31	127	4.1	12.1	11.63	5.30	130–140	79	221
Sharg × Renet Champagne	Kubinsky Osennee	W	3–4	27	127	4.2	12.4	11.71	4.30	130–140	79	226
Arzu × Wagner Prize	Shabran	W	3–4	21	130	4.2	13.4	13.64	4.41	120–135	82	220
Eyuba × Red Jibir	Saddaf	W	3–4	43	155	4.7	13.6	13.55	5.11	160–180	87	222
Naila × Sary Tursh	Sevinj	W	3–4	45	140	4.7	13.7	13.01	5.55	150–180	85	223

Sadaf (Eyubi × Winter Red Ginger) – 155 g. Small-fruited varieties include Eldar (Naila × Jir Gadzhi) – 120, Zumrud (Arzu × Wagner Prize) – 125 g.

The assessment of the taste qualities of apple fruits was determined by tasting at their optimal ripeness on a 5-point scale. Good taste qualities (from 4.0 to 4.8 points) are found in varieties such as Elvin (Guba reneti × Sary tursh) – 4.8, Sadaf (Eyubi × Winter Red Ginger) – 4.7, Sevinj (Naila × Sary tursh) – 4.7 points.

The value of the fruits of a particular apple variety is also determined by their chemical composition, as it reveals their nutritional and taste qualities and suitability for processing. The chemical composition of apple fruits also depends on meteorological conditions, genotype, ripeness, and other factors. Thus, the dry matter content varies from 11% in the Marfa variety (Podarok Neftyanikam × Scarlet Staymered) to 13.7% in the Sevinj variety (Naila × Sary Tursh). The sugar content ranges from 9.61% in the Zumrud variety (Arzu × Wagner Prize) to 13.7% in the Sevinj variety (Naila × Sary tursh). Ascorbic acid (vitamin C) content ranges from 3.76 in the Nyubar variety (Naila × Jir Gadzhi) to 5.55 mg% in the Sevinj variety (Naila × Sary Tursh) per 100 g of raw substance. Higher levels of ascorbic acid (from 5.21 to 5.55 mg%) were noted in the fruits of the varieties Sulkh, Gobustan, Hazar, Emil, Sadaf, and Sevinj.

Fruit Storage. The storage period of fruits for the studied summer variety Nigyar (Fahime × Papirovka) is only 8–13 days, for autumn varieties like Marfa (Podarok Neftyanikam × Scarlet Staymered) – 21–26 days, and for winter varieties – from 95–110 days in the Nyubar variety (Naila × Jir Gadzhi) to 160–180 days in the Sadaf variety (Eyubi × Winter Red Ginger).

The most storable winter varieties turned out to be Sadaf, Sevinj, Elvin, and Emil, while less storable are Zumrud, Eldar, Sulkh, Nyubar, Nuran, Sarvan, Gobustan, Chyraggala, and Vatan.

Fruit Yield. All varieties yield fruits with commercial qualities ranging from 73% to 87%. The varieties Sadaf, Sevinj, Shabran, Elvin, Emil, Davamly, Chyraggala, Makhmari, Vatan, and Ulvi showed high commercial quality and consumer value.

Vegetation Duration. All fruit trees are divided into deciduous and evergreen based on the duration of leaf life. Depending on the variety and weather conditions, leaf fall takes place over 14–21 days. In the selected apple varieties, leaf fall begins in late October to early November and ends in late November. Marfa (Podarok Neftyanikam × Scarlet Staymered) and Eldar (Naila × Jir Gadzhi) varieties lose their leaves first. The average air temperature during the leaf fall period ranged from 4.3 to 9.8 °C. According to observations in the Kubinsky region, the period from the beginning of bud break to the end of leaf fall, depending on the apple variety and meteorological conditions, covers 219–225 days. The shortest vegetation period (219–221 days) was observed in the Nyubar, Eldar, Marfa, and Shabran varieties, while the longest (221–225 days) was noted in the Gyzyl Tadzh, Davamly, Chyraggala, Makhmari, Ulvi, and Zumrud varieties. The sum of effective air temperatures +5 °C by the time of leaf fall, depending on the variety, ranges from 3551.2 to 3817.2 °C.

Conclusions. The apple varieties Sevinj (Naila × Sary Tursh), Sadaf (Eyubi × Winter Red Ginger), Elvin (Guba Reneti × Sary Tursh), Emil (Naila × Jir Gadzhi, Sary Tursh), Davamly (Naila × Jir Gadzhi, Renet Shampansky), and Ulvi (Sona Alma × Sary Tursh) stood out for their high general and specific combinational ability. Based on the conducted research, promising varieties were identified based on such main characteristics as large fruit size, high productivity, and good quality. They have been transferred to farms and state farms for cultivation. All varieties provide fruit yield in terms of commercial quality at 73–87%. Varieties such as Sadaf, Sevinj, Shabran, Elvin, Emil, Davamly, Chyraggala, Makhmari, Vatan, and Ulvi have shown high commercial value and consumer value.

BIBLIOGRAPHY:

1. Кондратенко Т. Є. Сорти яблуні для промислових і аматорських садів України. К. : Манускрипт-АСВ, 2010. 400 с.
2. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні / Методика проведення експертизи сортів плодово-ягідних, горіхоплідних культур та винограду. К. : Алефа, 2005. С. 161-232.
3. Кондратенко Т. Є., Кузьмінець О. М. Помологія. Поширені та перспективні сорти зерняткових культур: навчальний посібник. Київ : ЦП Компринт, 2018. 217 с.
4. Опалко А. І., Заплічко Ф. О. Селекція плодових і овочевих культур. Київ: Вища школа, 2000. 440 с.
5. Симиренко В. Л. Часткове сортознавство плодових рослин / Яблуня. К. : Аграрна наука, 1995. Т. 1. 454 с.
6. State Statisticae committee of the Republic of Azerbaijan. Baku, 2022. 153-402.

REFERENCES:

1. Kondratenko, T.Ye. (2010). *Sorty yabluni dlia promyslovykh i amatorskykh sadiv Ukrainy [Varieties of apple trees for industrial and amateur orchards of Ukraine].* Kyiv: Manuskrypt-ASV, 400 [in Ukrainian].
2. Metodyka derzhavnoho vyprobuvannia sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv plodovo-yahidnykh, horikhoplidnykh kultur ta vynohradu (2005). [Methodology of state testing of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. Methodology of examination of varieties of fruit and berry crops, nut-bearing crops and grapes]. Kyiv: Alefa, 161-232 [in Ukrainian].
3. Kondratenko, T.Ye., & Kuzminets, O.M. (2018). *Pomolohiia. Poshyreni ta perspektyvni sorty zerniatkovykh kultur [Pomology. Common and promising varieties of grain crops]*. Kyiv: TsP Komprynt, 217 [in Ukrainian].
4. Opalko, A.I., & Zaplichko, F.O. (2000). *Selektsiia plodovykh i ovochevykh kultur [Selection of fruit and vegetable crops].* Kyiv: Vyshcha shkola, 440 [in Ukrainian].
5. Symyrenko, V.L. (1995). *Chastkove sortoznavstvo plodovykh Roslyn. Yablunia [Partial varietal science of fruit plants. Apple tree].* Kyiv: Ahrarna nauka, T. 1, 454 [in Ukrainian].
6. State Statisticae committee of the Republic of Azerbaijan. Baku, 2022. 153-402.

Sadygov Aladdin Nemet oglu. Combinational Ability of Apple Selection Varieties

The article presents the results of studying apple varieties based on multi-year expeditionary surveys of various regions of Azerbaijan. **Research Methodology.** The studies were conducted from 1985 to the present in the Department of Fruit Crop Breeding at the Scientific Research Institute of Fruit Growing and Tea Growing (Institute). Local, introduced, and breeding varieties of Institute were used as initial material. **Results** Local, introduced, and breeding varieties of Institute resistant to scab and other diseases were identified by scientists. Since 1985, the agrobiological properties of samples included in the apple gene pool have been studied. Breeding work in Azerbaijan continued through crossing (F2). As a result, apple varieties such as Nigar, Marfa, Sulkh, Gobustan, Zumrud, Gyzyltadzh, Khazar, Eldar, Ulvi, Nyubar, Vatan, Makhmari, Nuran, Sarvan, Chyraggala, Davamly, Emil, Elvin, Kubinsky Autumn, Kubinsky Winter, Shabran, Sevinj, Lale, and others were created. High fruit tree productivity is one of the most important qualities of each created variety. Our observations showed that the best crossbreeding combinations for obtaining productive varieties include: Naila × Sary Tursh (Sevinj variety) – 45, Eyubi × Winter Red Ginger (Sadaf) – 43, Guba Reneti × Sary Tursh (Elvin) – 35, S. Vurgun × Jir Gadzhi (Gyzyltadzhe) – 35, Naila × Pepin London (Kubinsky Winter) – 31, Sona Alma × Sary Tursh (Ulvi) – 30, Naila × Jir Gadzhi, Sary Tursh (Gobustan) – 30 t/ha. **Conclusion.** Based on the conducted research, promising varieties have been identified with key characteristics such as large fruit size, high productivity, and good quality. These varieties have been transferred to both private and state-owned farms for cultivation. All varieties demonstrate fruit yield within the range of 73–87% in terms of commercial quality. Varieties such as Sadaf, Sevinj, Shabran, Elvin, Emil, Davamly, Chyraggala, Makhmari, Vatan, and Ulvi have shown high commercial value and consumer appeal.

Key words: gene pool, apple, breeding, combination, variety, productivity, fruit quality, Azerbaijan.

Садигів Аладдін Немет огли. Комбінаційна спроможність селекційних сортів яблуні

У статті наведено результати вивчення сортів яблуні, отримані на підставі багаторічних експедиційних обстежень різних районів Азербайджану. **Методика досліджень.** Дослідження проводилися з 1985 року по теперішній час у відділі селекції плодових культур Науково-дослідного інституту плодівництва та чаївництва. Як вихідний матеріал використовували сорти яблуні місцевого, інтродукованого походження та селекційні сорти НДІПіЧ. **Результати.** Вченими виділено місцеві, інтродуковані та селекційні сорти НДІПіЧ стійкі до парші та інших хвороб. Починаючи з 1985 року було вивчено агробіологічні властивості зразків, що входять до генофонду яблуні. Робота із селекції в Азербайджані була продовжена шляхом схрещування (F2). В результаті були створені сорти яблуні Нігяр, Марфа, Сулх, Гобустан, Зумруд, Гизилтадж, Хазар, Ельдар, Ульві, Нюбар, Ватан, Махмарі, Нуран, Сарван, Чираггала, Давамли, Еміль, Ельвін, Кубинське осіннє, Кубинське зимове, Шабран, Севіндж, Лале та інші. Висока врожайність плодових дерев є однією з основних якостей кожного створеного сорту. Наші спостереження показали, що до найкращих комбінацій схрещування для отримання врожайних сортів належать наступні: Наіля × Сари Турш (сорт Севіндж) – 45, Еюбі × Зимовий Червоне Джибір (Садаф) – 43, Губа ренетіх × Сари Турш (Ельвін) – 35, С. Вургун × Джір Гаджі (Гизилтадже) – 35, Наіля × Пепін Лондонський (Кубинські зимові) – 31, Сона алма × Сари Турш (Ульві) – 30, Наіля × Джир Гаджі, Сари Турш (Гобустан) – 30 т/га. **Висновок.** На підставі проведених досліджень виділено перспективні сорти за такими основними ознаками, як великоплідність, урожайність, гарна якість. Вони передані у фермерські та державні господарства для вирощування. Усі сорти дають вихід плодів за товарними якостями 73–87%. Високу товарність та споживчу цінність показали сорти Садаф, Севіндж, Шабран, Ельвін, Еміль, Давамли, Чираггала, Махмарі, Ватан та Ульві.

Ключові слова: генофонд, яблуня, селекція, комбінація, сорт, врожайність, якість плодів, Азербайджан.

УДК 631.527.34/.5:575.1/.2:633.111”324”
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.24

ОСОБЛИВОСТІ УСПАДКУВАННЯ В F_1 І ТРАНСГРЕСИВНА МІНЛИВІСТЬ У ПОПУЛЯЦІЙ F_2 МАСИ ЗЕРНА З ГОЛОВНОГО КОЛОСА ЗА СХРЕЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ М’ЯКОЇ ОЗИМОЇ РІЗНИХ ЕКОТИПІВ

САМОЙЛИК М.О. – здобувачка наукового ступеня доктора філософії
orcid.org/0000-0001-8576-5368
Білоцерківський національний аграрний університет
ЛОЗІНСЬКИЙ М.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-6078-3209
Білоцерківський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Пшениця – цінна продовольча зернова культура [1−4], що сприяє її поширенню як у світовому землеробстві, так і України з різноманітним використанням продуктів харчування виготовлених з її зерна [5].

Для підвищення і стабілізації врожайності зерна пшениці м’якої озимої важливим залишається створення нових високопродуктивних сортів пристосованих до тих чи інших ґрунтово-кліматичних умов вирощування [6–8], які поєднують в генотипі якомога більшу кількість господарсько цінних ознак і властивостей, що дасть можливість формувати високі врожаї і якісне зерно [9–11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним з найпоширеніших методів створення вихідного матеріалу і сортів пшениці м’якої озимої залишається гібридизація з послідуючим добором селекційно цінних рекомбінантів [12–15]. Так, як схрещування являє собою не просто комбінування ознак батьківських компонентів, а є основою формотворення та дає можливість зосередити бажані господарсько-цінні ознаки в одному генотипі. Формотворчий процес при цьому зумовлений як чинниками успадкування, так і умовами зовнішнього середовища [16–18].

Продуктивність рослин пшениці є інтегральним показником і як правило визначається потенційними можливостями її складових і здатністю до їх реалізації в певних умовах. Нагальним питанням у селекції пшениці м’якої озимої є підбір пар для гібридизації з визначення ступеню фенотипового домінування в F_1 для встановлення типу успадкування господарсько-цінних ознак з дослідженням трансгресивної мінливості в послідуючих поколіннях.

Для проведення вдалого селекційного процесу з пшеницею важливим є розширення бази вихідного матеріалу. За вдалого підбору батьківських пар при залученні до гібридизації сортів різного генетичного і географічного походження в популяціях відбувається формотворення за цінними господарськими ознаками [19–21].

Використання в селекційних програмах вихідного матеріалу різного еколого географічного та генетичного походження забезпечує селекційний процес добором генотипів із заданими параметрами та високим рівнем адаптивності, які надалі формують стабільну продуктивність у ліній та сортів, які створені на їх основі [22].

Сорти різних екотипів створюються в установах розташованих у певних агрокліматичних зонах, мають відмінності за господарськими характеристиками, по різному пристосовуються до конкретних екологічних умов. За таким принципом сорти поділяють на три екотипи: степовий, лісостеповий і західноєвропейський [23].

При доборі з гібридних популяцій особин із трансгресіями за досліджуваними ознаками і подальша їх генетична стабілізація суттєво підвищує ефективність селекційного процесу [24].

Продуктивність колоса – це результат суцільної взаємодії генів, які контролюють кількість та масу зерен у колосі. Ці елементи продуктивності можуть успадковуватись незалежно один від одного [24]. Важливим елементом продуктивності пшениці озимої є маса зерна з колоса [25], яка є комплексним проявом кількості зерен у колосі і їх крупності.

Метою досліджень було визначення характеру успадкування маси зерна з головного колоса в F_1 і встановлення трансгресивної мінливості в популяціях F_2, створених схрещуванням сортів пшениці м’якої озимої лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів.

Матеріали і методи досліджень. У 2022–2023 р. в умовах дослідного поля науково-виробничого центру Білоцерківського НАУ досліджували 27 гібридів і гібридні популяції F_2, створені за гібридизації сортів пшениці м’якої озимої: Зорепад білоцерківський (Зор. бц.), Квітка полів (Кв. полів) – лісостепового екотипу; Ластівка одеська (Ласт. од.), Знахідка одеська (Знах. од.) – степового екотипу; Мулан, Фіделіус – західноєвропейського екотипу.

Насіння F_1 і популяцій F_2 висівали ручною сівалкою за схемою ♀ (материнська форма) – F_{1-2} – ♂ (чоловіча форма). Біометричний аналіз досліджуваного матеріалу проводили за середнім зразком 25 рослин у триразовій повторності [26]. З гібридним поколінням працювали за методом педігрі. Агротехнологія – загальноприйнята для вирощування пшениці м’якої озимої в Лісостепу України. Попередник гірчиця на зерно.

Ступінь фенотипового домінування маси зерна з головного колоса визначали за формулою B. Griffing [27]: $hp = (X_F - X_{mp}) / (X_p - X_{mp})$, де hp – ступінь фенотипового домінування; X_F – середнє значення показника у гібрида; X_{mp} – середнє значення показника обох батьківських форм; X_p – середнє значення батьківської форми з більшим проявом ознаки.

Отримані дані групували за класифікацією G. M. Beil, R. E. Atkins [28]: hp > +1 – позитивне наддомінування (гетерозис) (ПНД); +0,5 < hp ≤ +1 – часткове позитивне домінування (ЧПД); -0,5 ≤ hp ≤ +0,5 – проміжне успадкування (ПУ); – 1 ≤ hp < -0,5 – часткове від'ємне успадкування (ЧВУ); hp < -1 – від'ємне наддомінування (депресія) – ВНД.

Ступінь (Тс, %) та частоту (Тч, %) позитивних трансгресій визначали за загальноприйнятою методикою [29]: *Тс* = ((*Пг* – *Пр*) / *Пр*) × 100 %, де: *Тс* – ступінь трансгресії, %; *Пг* – максимальне значення ознаки у гібриду; *Пр* – максимальне значення ознаки у кращої батьківської форми. *Тч* = (*А* / *В*) × 100 %, де: *Тч* – частота появи трансгресій, %; *А* – кількість особин в популяції, що переважали за ознакою кращу з батьківських форм; *В* – кількість проаналізованих за ознакою рослин у популяції.

Проведені експерементальні дані свідчать, що у 2022 р. всі гібриди отримані схрещуванням лісостепового і степового екотипів, перевищували вихідні батьківські форми і формували масу зерна від 2,15 г (Квітка полів / Знахідка одеська) до 3,29 г (Знахідка одеська / Зорепад білоцерківський) (табл. 1).

Більшу за середню по гібридах (2,55 г) масу зерна з головного колоса встановили у: Знахідка одеська / Зорепад білоцерківський (3,29 г), Зорепад білоцерківський / Знахідка одеська (3,01 г), Ластівка одеська / Зорепад білоцерківський (2,86 г), Квітка полів / Зорепад білоцерківський (2,77 г), Знахідка одеська / Квітка полів (2,64 г).

Аналізуючи показники ступеня фенотипового домінування в F_1 встановлено, що всі отримані гібриди детермінували масу зерна з головного колоса за позитивним наддомінуванням (hp = 2,1–45,5).

При залученні до гібридизації сортів західноєвропейського екотипу з лісостеповим і степовим більшу за середню (2,66 г) масу зерна з головного колоса визначили у реципрокних гібридів Знахідка одеська ↔ Фіделіус, Ластівка одеська ↔ Фіделіус, Зорепад білоцерківський ↔ Фіделіус. Кращими за досліджуваним показником були: Знахідка одеська / Фіделіус (3,49 г), Фіделіус / Ластівка одеська (3,01 г), Зорепад білоцерківський ↔ Фіделіус (2,91 г) (табл. 2).

За показником ступеня фенотипового домінування за виключенням Мулан / Фіделіус у якого визначили проміжне успадкування (hp = 0,2), всі гібриди успадковували ознаку «маса зерна з головного колоса» за позитивним наддомінуванням (hp = 2,9–83,0).

Нами встановлено, що у 2023 р. маса зерна з головного колоса батьківських форм сформована від 2,01 г (Ластівка одеська) до 2,21 г (Зорепад білоцерківський) за середньо популяційних показників F_2 – 1,84–2,67 г (табл. 3,4).

У восьми з 12 гібридних популяцій створених за гібридизації сортів пшениці м'якої озимої лісостепового і степового екотипів крайні максимальні показники маси зерна з головного колоса становили (2,94–4,14 г) значно перевищуючи батьківські форми (2,71–2,94 г), що свідчить про вдалий підбір батьківських пар і як результат проведення доборів за досліджуваною ознакою. Слід виділити

Таблиця 1

Ступінь прояву і варіювання маси зерна з головного колоса у батьківських форм і реципрокних F_1, отриманих схрещуванням лісостепового і степового екотипу, 2022 р.

Комбінація схрещування та батьківські форми	$\bar{x}\pm S\bar{x}$, г	Lim, г		hp	Тип успадкування
		min	max		
лісостеповий екотип / лісостеповий екотип					
♀ Зор. бц.	2,06±0,04	1,39	2,86	-	-
Зор. бц. / Кв. полів	2,32±0,11	1,87	2,82	2,1	ПНД
♂Кв. полів	1,66±0,03	1,21	2,83	-	-
Кв. полів / Зор. бц.	2,77±0,12	2,35	3,17	4,2	ПНД
лісостеповий екотип / степовий екотип					
Зор. бц. / Ласт. од.	2,66±0,25	1,71	4,41	2,6	ПНД
♂Ласт. од.	1,38±0,04	0,64	2,25	-	-
Кв. полів / Ласт. од.	2,23±0,16	1,68	3,26	5,1	ПНД
Зор. бц. / Знах. од.	3,01±0,09	2,61	3,48	3,8	ПНД
♂Знах. од.	1,42±0,02	0,87	2,06	-	-
Кв. полів / Знах. од.	2,15±0,14	1,62	2,37	5,1	ПНД
степовий екотип / лісостеповий екотип					
Ласт.од. / Зор. бц.	2,86±0,16	2,35	3,60	3,2	ПНД
Знах. од. / Зор. бц.	3,29±0,28	2,82	3,80	4,6	ПНД
Знах. од. / Кв. полів	2,64±0,13	2,17	3,29	9,2	ПНД
Ласт. од. / Кв. полів	2,19±0,06	2,00	2,45	4,8	ПНД
степовий екотип / степовий екотип					
Знах. од. / Ласт. од.	2,18±0,10	1,65	3,01	39,0	ПНД
Ласт. од. / Знах. од.	2,31±0,05	2,16	2,51	45,5	ПНД

Таблиця 2

Ступінь прояву і варіювання маси зерна з головного колоса батьківських форм і реципрокних F_1, отриманих залученням до гібридизації західноєвропейського екотипу, 2022 р.

Комбінація схрещування та батьківські форми	$\bar{x}\pm S\bar{x}$, г	Lim, г		hp	Тип успадкування
		min	max		
лісостеповий екотип / західноєвропейський екотип					
Зор. бц. / Мулан	2,51±0,12	2,00	3,31	3,3	ПНД
♂ Мулан	1,72±0,04	1,04	2,65	-	-
Зор. бц. / Фіделіус	2,91±0,13	2,19	3,25	83,0	ПНД
♂Фіделіус	2,07±0,05	1,18	2,74	-	-
Кв. полів / Мулан	2,41±0,17	1,90	3,06	24,0	ПНД
Кв. полів / Фіделіус	2,50±0,16	1,39	3,33	3,2	ПНД
західноєвропейський екотип / лісостеповий екотип					
Мулан / Зор. бц.	2,67±0,21	2,16	3,74	4,2	ПНД
Фіделіус / Зор. бц.	2,91±0,15	2,08	3,69	83,0	ПНД
Фіделіус / Кв. полів	2,45±0,13	1,86	3,47	2,9	ПНД
степовий екотип / західноєвропейський екотип					
Знах. од. / Мулан	2,61±0,11	2,30	3,06	6,9	ПНД
Знах. од. / Фіделіус	3,49±0,16	2,62	4,31	5,4	ПНД
Ласт. од. / Мулан	2,29±0,15	2,15	2,44	4,4	ПНД
Ласт. од. / Фіделіус	2,88±0,12	1,94	3,77	3,4	ПНД
західноєвропейський екотип / степовий екотип					
Фіделіус / Знах. од.	2,76±0,22	1,43	3,89	3,2	ПНД
Фіделіус / Ласт. од.	3,01±0,10	2,70	3,26	3,8	ПНД
західноєвропейський екотип / західноєвропейський екотип					
Мулан / Фіделіус	1,93±0,16	1,42	2,36	0,2	ПУ
Фіделіус / Мулан	2,58±0,20	1,46	3,34	3,8	ПНД

популяцію Ластівка одеська / Квітка полів (4,14 г) з найбільшим максимальним проявом ознаки (табл. 3).

У восьми з 12 популяцій F_2 встановлено позитивний ступінь (0,3–40,8 %) з частотою вищеплення рекомбінантів від 60,0 до 100,0 %. Високі показники відмічені в популяцій Ластівка одеська / Квітка полів (Тс = 40,8 %; Тч = 73,3 %), Ластівка одеська / Знахідка одеська (Тс = 25,5 %; Тч = 60,0 %), Знахідка одеська / Зорепад білоцерківський (Тс = 18,6 %; Тч = 100,0 %).

За гібридизації лісостепового і степового екотипів нами встановлено позитивний на рівні помірного кореляційний взаємозв'язок ступеня фенотипового домінування з ступенем трансгресії (r = 0,313) і їх частотою – r = 0,345.

У гібридних популяцій F_2 створених залученням до гібридизації лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів, за винятком Зорепад білоцерківський / Фіделіус, Мулан / Зорепад білоцерківський, Ластівка / Мулан і Мулан ↔ Фіделіус крайні максимальні значення маси зерна з головного колоса (2,94–3,81 г) значно перевищували максимальні показники кращих батьківських форм (2,71–2,94 г). Значний формотворчий процес за масою зерна з головного колоса спостерігався у більшості популяцій. Водночас слід виділити комбінації створені за гібридизації сорту Квітка полів з генотипами західноєвропейського екотипу Фіделіус і Мулан, а саме: Квітка полів / Мулан і Фіделіус / Квітка полів з крайнім максимальним проявом ознаки 3,81, 3,80 г відповідно (табл. 4).

За гібридизації сортів лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів позитивний ступінь (Тс = 1,7–29,6 %) з частотою трансгресивних рекомбінантів (Тч = 50,0–86,7 %) за масою зерна з головного колоса визначили у 10 з 15 популяцій F_2. Серед яких з високими показниками виділились: Квітка полів / Мулан (Тс = 29,6 %; Тч = 86,7 %), Фіделіус / Квітка полів (Тс = 29,3 %; Тч = 73,3 %), Знахідка одеська / Мулан (Тс = 18,5 %; Тч = 83,3 %) і Фіделіус / Знахідка одеська (Тс = 18,5 %; Тч = 83,3 %).

При залучені до гібридизації західноєвропейського екотипу не встановлено тісних кореляційних взаємозв'язків. Так, між ступенем фенотипового домінування і ступенем трансгресії досліджено позитивна на рівні слабкої кореляційна залежність (r = 0,063), а з частотою трансгресії зі зміною знаку – r = -0,132.

Висновки. 1. Успадкування маси зерна з головного колоса пшениці м'якої озимої за реципрокних схрещувань лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів у більшості гібридів відбувалось за позитивним наддомінуванням (hp = 2,1–83,0) з модифікацією показників ступеня фенотипового домінування залежно від компонентів гібридизації.

2. У 18 з 27 популяцій F_2 за масою зерна з головного колоса визначили позитивний ступінь (Тс = 0,3–40,0 %) з частотою рекомбінантів – Тч = 50,0–100,0 %.

3. Залучення до гібридизації лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів сприяє формотворенню в популяцій F_2 з можливістю добору

Таблиця 3

Ступінь і частота позитивних трансгресій за масою зерна з головного колоса в популяцій F_2 за гібридизації сортів лісостепового і степового екотипів, 2023 р.

Популяція F_2	Маса зерна, г					Трансгресії, %	
	середнє			максимальний прояв			
	♀	♂	F_2	P	F_2	T_c	$T_ч$
♀ лісостеповий екотип / ♂ лісостеповий екотип							
Зор. бц. / Кв. полів	2,21	2,19	2,44	2,91	2,91	0,0	0,0
Кв. полів / Зор. бц.	2,19	2,21	2,36	2,91	2,90	-	-
♀ лісостеповий екотип / ♂ степовий екотип							
Зор. бц. / Ласт. од.	2,21	2,01	2,54	2,91	3,33	14,4	80,0
Кв. полів / Ласт. од.	2,19	2,01	2,31	2,94	2,95	0,3	63,3
Зор. бц. / Знах. од.	2,21	2,16	2,34	2,91	2,78	-	-
Кв. полів / Знах. од.	2,19	2,16	2,40	2,94	3,02	2,7	70,0
♀ степовий екотип / ♂ лісостеповий екотип							
Ласт. од. / Зор. бц.	2,01	2,21	2,47	2,91	2,79	-	-
Ласт. од. / Кв. полів	2,01	2,19	2,57	2,94	4,14	40,8	73,3
Знах. од. / Зор. бц.	2,16	2,21	2,67	2,91	3,45	18,6	100,0
Знах. од. / Кв. полів	2,16	2,19	2,32	2,94	3,31	12,6	60,0
♀ степовий екотип / ♂ степовий екотип							
Знах. од. / Ласт. од.	2,16	2,01	2,49	2,71	2,94	8,5	86,7
Ласт. од. / Знах. од.	2,01	2,16	2,37	2,71	3,40	25,5	60,0

Таблиця 4

Ступінь і частота позитивних трансгресій за масою зерна з головного колоса в популяцій F_2 за гібридизації сортів лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів, 2023 р.

Популяція F_2	Маса зерна, г					Трансгресії, %	
	середнє			максимальний прояв			
	♀	♂	F_2	P	F_2	T_c	$T_ч$
♀ лісостеповий екотип / ♂ західноєвропейський екотип							
Зор. бц. / Мулан	2,21	2,11	2,58	2,91	3,22	10,7	80,0
Зор. бц. / Фіделіус	2,21	2,08	2,09	2,91	2,70	-	-
Кв. полів / Мулан	2,19	2,11	2,66	2,94	3,81	29,6	86,7
Кв. полів / Фіделіус	2,19	2,08	2,59	2,94	3,33	13,3	83,3
♀ західноєвропейський екотип / ♂ лісостеповий екотип							
Мулан / Зор. бц.	2,11	2,21	2,43	2,91	2,81	-	-
Фіделіус / Зор. бц.	2,08	2,21	2,44	2,91	3,37	15,8	63,3
Фіделіус / Кв. полів	2,08	2,19	2,50	2,94	3,80	29,3	73,3
♀ степовий екотип / ♂ західноєвропейський екотип							
Знах. од. / Мулан	2,16	2,11	2,57	2,71	3,21	18,5	83,3
Знах. од. / Фіделіус	2,16	2,08	2,55	2,71	2,94	8,5	80,0
Ласт. од. / Мулан	2,01	2,11	1,84	3,57	2,19	-	-
Ласт. од. / Фіделіус	2,01	2,08	2,42	2,90	3,19	10,0	86,7
♀ західноєвропейський екотип / ♂ степовий екотип							
Фіделіус / Знах. од.	2,08	2,16	2,39	2,71	3,17	17,0	63,3
Фіделіус / Ласт. од.	2,08	2,01	2,05	2,90	2,95	1,7	50,0
західноєвропейський екотип / західноєвропейський екотип							
Мулан / Фіделіус	2,11	2,08	2,50	3,57	3,13	-	-
Фіделіус / Мулан	2,08	2,11	2,50	3,57	2,85	-	-

господарсько-цінних рекомбінантів за масою зерна з головного колоса, а саме за схрещування степового екотипу з лісостеповим: Ластівка одеська / Квітка полів (Тс = 40,8 %; Тч = 73,3 %), Знахідка одеська / Зорепад білоцерківський (Тс = 18,6 %; Тч = 100,0 %); степового екотипу з степовим: Ластівка одеська / Знахідка одеська (Тс = 25,5 %; Тч = 60,0 %); лісостепового екотипу з західноєвропейським: Квітка полів / Мулан (Тс = 29,6 %; Тч = 86,7 %); західноєвропейського екотипу з лісостеповим: Фіделіус / Квітка полів (Тс = 29,3 %; Тч = 73,3 %);

степового екотипу з західноєвропейським: Знахідка одеська / Мулан (Тс = 18,5 %; Тч = 83,3 %) і західноєвропейського екотипу з степовим: Фіделіус / Знахідка одеська (Тс = 18,5 %; Тч = 83,3 %).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Литвиненко М. А. Реалізація генетичного потенціалу. Проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів озимої пшениці. *Насінництво.* 2010. № 6. С. 1–6.
2. В. Т. Александров та ін. Зерновий та хлібопродуктовий товарообіг в Україні: енцикл. довід.: АртЕк, 2000. 544 с.
3. Гадзало Я. М., Кириченко В. В., Дзюбецький Б. В. Стратегія інноваційного розвитку селекції і насінництва зернових культур в Україні: наук. вид. Київ–Харків–Дніпро. 2016. 32 с.
4. Баган А. В., Юрченко С. О., Шакалій С. М. Мінливість потомства різних морфологічних частин колоса сортів пшениці озимої за кількісними ознаками. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 4. С. 33–35
5. Сайко В. Ф. Перспективи виробництва зерна в Україні. Вісник аграрної науки. 1997. № 9. С. 27–32.
6. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В., Дубова О. А. Особливості формування довжини стебла у селекційних номерів пшениці озимої залежно від їх генотипів та умов вирощування. *Агробіологія.* 2015. № 1. С. 11–15.
7. Egamov I. U., Siddikov R. I., Rakhimov T. A., Yusupov N. K. Creation of high-yielding winter wheat varieties with high yield and grain quality suitable for irrigated Conditions. *International Journal of Modern Agriculture*. 2021. № 10(2). P. 2491– 2506.
8. M. Lozinskiy et al. Evaluation of selected soft winter wheat lines for main ear grain weight. *Agronomy Research*. 2021. Vol. 19. № 2. P. 540–551. DOI: 10.15 159/ar.21.071
9. С. О. Хоменко та ін. Адаптивний потенціал вихідного матеріалу для селекції пшениці м'якої ярої. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Вип. 21. С. 221–224. DOI: 10.7124/FEEO.v21.839
10. В. М. Гудзенко та ін. Селекція ячменю ярого на підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу. *Селекція і насінництво*. 2017. Вип. 111. С. 51–60.
11. Лозінський М. В., Бурденюк-Тарасевич Л. А., Дубова О. А. Типи успадкування кількості зерен з рослини у гібридів F_1 і формотворчий процес в гібридних популяціях F_2 пшениці м'якої озимої, отриманих від гібридизації різних екотипів. *Агробіологія*. 2016. № 2(128). С. 45–51. URL: http://rep. btsau.edu. ua/handle/BNAU/1579
12. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В. Принципи підбору пар для гібридизації в селекції озимої пшениці *T. aestivum* L. на адаптивність до умов довкілля. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2015. Т. 16. С. 92–96.
13. Животков Л. О., Шелепов В. В., Коломієць Л. А., Чебаков М. П. Завдання, методи, результати селекції інтенсивних сортів озимої пшениці. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть: у 4 т. / редкол.: В. В. Моргун (гол. ред.) та ін. Київ : *Логос*, 2001. Т. 2. С. 394–397.
14. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колючий В. Т., Коломієць Л. А., Хоменко С. О., Солона В. Й. Селекційна еволюція миронівських пшениць. Миронівка, 2012. 330 с.
15. Коломієць Л. А., Гуменюк О. В., Юрченко Т. В., Замліла Н. П., Пірич А. В. Прояв адаптивних ознак у генотипів пшениці м'якої озимої за різних гідротермічних умов. *Миронівський вісник.* 2018. Вип. 6. С. 6–29.
16. Литвиненко М. А. Удосконалення програми селекції сортів озимої м'якої пшениці універсального типу для умов Півдня України в зв'язку зі змінами клімату. *Збірник наукових праць СП-НЦНС.* 2010. Вип. 16(56). С. 9–22.
17. Устинова Г. Л. Трансгресивна мінливість за кількістю колосків головного колоса у популяціях F_2 при схрещування різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2021. Вип. 99(1). С. 189–206.
18. Лозінський М. В., Устинова Г. Л. Успадкування в F_1 і трансгресивна мінливість в F_2 довжини головного колоса за схрещування різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. *Агробіологія*. 2020. № 2. С. 70–78.
19. Дубовик Н. С., Гуменюк О. В., Кириленко В. В., Вологдіна Г. Б. Успадкування елементів продуктивності та їх трансгресивна мінливість у гібридів пшениці м'якої озимої, створених схрещуванням сортів-носіїв пшенично-житніх транслокацій. *Миронівський вісник*. 2018. № 7. С. 26–38.
20. Власенко В. А., Бакуменко О. М. Генетична оцінка елементів продуктивності гібридів F_1, F_2 пшениці м'якої озимої, створених за участі носіїв інтрогресованих компонентів. *Миронівський вісник*. 2017. № 4. С. 88–101.
21. Базалій В., Домарацький Е., Бойчук І., Тетерук О., Козлова О., Базалій Г. Генетичний контроль і рекомбінація ознак стійкості до вилягання у гібридів пшениці озимої за різних умов вирощування. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 87– 93.
22. Коломієць Л. А. Використання вихідного матеріалу в селекції озимої пшениці на підвищення її адаптивного потенціалу в умовах Лісостепу України. Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції "Генетичні ресурси для адаптивного рослинництва: мобілізація, інвентаризація, збереження, використання". Оброшино, 2005. – С. 124–125.
23. Литвиненко М. А. Реалізація потенціалу пшеничного поля. *Насінництво.* 2011. № 6. С. 1–7.
24. Базалій В. В. Характер мінливості кількісних ознак озимої пшениці різних поколінь. *Таврійський науковий вісник*. 2000. Вип. 15. С. 7–10.
25. Орлюк А. П. Генетика пшениці з оновами селекції: монографія. Херсон: *Айлант,* 2012. 436 с
26. Ткачик С. О., Лещук Н. В., Присяжнюк О. І. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина. Український інститут експертизи сортів рослин. 4-те вид. Вінниця, 2016. – 120 с.
27. Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 35. 303–321.

28. Beil, G. M., Atkins, R. E. (1965). Inheritance ofquantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. 39. 3.
29. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур. Миронівка : *ПрАТ «Миронівська друкарня»*, 2016. 376 с.

REFERENCES:

1. Lytvynenko, M. A. (2010). Realizatsiia henetychnoho potentsialu. Problemy produktyvnosti ta yakosti zerna suchasnykh sortiv ozymoi pshenytsi. [Realization of genetic potential. Problems of productivity and grain quality of modern winter wheat varieties]. *Seed production.* 6. 1–6. [in Ukrainian].
2. Aleksandrov, V. T., Hladii, M. V., Lavrov, Ye. M., Rishniak, I. M. (2000). Zernovyi ta khliboproduktovyi tovaroobih v Ukraini. [rain and bread product turnover in Ukraine]. *ArtEk.* 544. [in Ukrainian].
3. Hadzalo, Ya. M., Kyrychenko, V. V., Dziubetskyi, B. V. (2016). Stratehiia innovatsiinoho rozvytku selektsii i nasinnytstva zernovykh kultur v Ukraini. [Strategy of innovative development of breeding and seed production of grain crops in Ukraine]. Kyiv–Kharkiv–Dnipro. 32. [in Ukrainian].
4. Bahan, A. V., Yurchenko, S. O., Shakalii, S. M. (2012). Minlyvist potomstva riznykh morfolohichnykh chastyn kolosa sortiv pshenytsi ozymoi za kilkisnymy oznakamy. [Shakaliy Variability of progeny of different morphological parts of the ear of winter wheat varieties according to quantitative characteristics]. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy.* 4. 33–35. [in Ukrainian].
5. Saiko, V. F. (1997). Perspektyvy vyrobnytstva zerna v Ukraini. [Prospects of grain production in Ukraine]. *Herald of Agrarian Science*. 9. 27–32. [in Ukrainian].
6. Burdeniuk-Tarasevych, L. A., Lozinskyi, M. V., Dubova, O. A. (2015). Osoblyvosti formuvannia dovzhyny stebla u selektsiinykh nomeriv pshenytsi ozymoi zalezhno vid yikh henotypiv ta umov vyroshchuvannia. [Peculiarities of stem length formation in selection numbers of winter wheat depending on their genotypes and growing conditions]. *Agrobiology.* 1. 11–15. [in Ukrainian].
7. Egamov, I. U., Siddikov, R. I., Rakhimov, T. A., Yusupov, N. K. (2021). Creation of high-yielding winter wheat varieties with high yield and grain quality suitable for irrigated Conditions. International Journal of Modern Agriculture. Vol. 10 (2), pp. 2491–2506.
8. Lozinskiy, M., Burdenyuk-Tarasevych, L., Grabovskyi, M., Lozinska, T., Sabadyn, V., Sidorova, I., Panchenko, T., Fedoruk, Y., Kumanska, Y. (2021). Evaluation of selected soft winter wheat lines for main ear grain weight. Agronomy Research. Vol. 19 (2), pp. 540–551. DOI: 10.15 159/ar.21.071. [in Ukrainian].
9. Khomenko, S. O., Fedorenko, I. V., Fedorenko, M. V., Blyzniuk, R. M., Kuzmenko, Ye. A. (2017). Adaptyvnyi potentsial vykhidnoho materialu dlia selektsii pshenytsi miakoi yaroi. [Adaptive potential of the source material for the selection of soft spring wheat]. *Factors of experimental evolution of organisms.* 21. 221–224. DOI: 10.7124/FEEO.v21.839. [in Ukrainian].
10. Hudzenko, V. M., Vasylkivskyi, S. P., Demydov, O. A., Polishchuk, T. P., Babii, O. O. (2017). Selektsiia yachmeniu yaroho na pidvyshchennia produktyvnoho ta adaptyvnoho potentsialu. [Selection of spring barley to increase productive and adaptive potential]. *Breeding and seed production.* 111. 51–60. [in Ukrainian].
11. Lozinskyi, M. V., Burdeniuk-Tarasevych, L. A., Dubova, O. A. (2016). Typy uspadkuvannia kilkosti zeren z roslyny u hibrydiv F1 i formotvorchyi protses v hibrydnykh populiatsiiakh F2 pshenytsi miakoi ozymoi, otrymanykh vid hibrydyzatsii riznykh ekotypiv. [Types of inheritance of the number of grains from a plant in F_1 hybrids and the form-forming process in hybrid populations of F_2 soft winter wheat obtained from hybridization of different ecotypes]. *Agrobiology.* 2(128). 45–51. URL: http://rep. btsau.edu.ua/handle/BNAU/1579. [in Ukrainian].
12. Burdeniuk-Tarasevych, L. A., Lozinskyi, M. V. (2015). Pryntsypy pidboru par dlia hibrydyzatsii v selektsii ozymoi pshenytsi T. aestivum L. na adaptyvnist do umov dovkillia. [Principles of selection of pairs for hybridization in the selection of winter wheat T. aestivum L. for adaptability to environmental conditions]. Factors of experimental evolution of organisms. 16. 92–96. [in Ukrainian].
13. Zhyvotkov, L. O., Shelepov, V. V., Kolomiiets, L. A., Chebakov, M. P. (2001). Zavdannia, metody, rezultaty selektsii intensyvnykh sortiv ozymoi pshenytsi. Henetyka i selektsiia v Ukraini na mezhi tysiacholit. [Tasks, methods, results of selection of intensive varieties of winter wheat. Genetics and breeding in Ukraine at the turn of the millennium]. Kyiv: *Logos*. 2. 394–397. [in Ukrainian].
14. Vlasenko, V. A., Kochmarskyi, V. S., Koliuchyi, V. T., Kolomiiets, L. A., Khomenko, S. O., Solona, V. Y. (2012). Selektsiina evoliutsiia myronivskykh pshenyts. [Breeding evolution of Myron wheats]. Myronivka, 330. [in Ukrainian].
15. Kolomiiets, L. A., Humeniuk, O. V., Yurchenko, T. V., Zamlila, N. P., Pirych, A. V. (2018). Proiav adaptyvnykh oznak u henotypiv pshenytsi miakoi ozymoi za riznykh hidrotermichnykh umov. [Manifestation of adaptive traits in soft winter wheat genotypes under different hydrothermal conditions]. *Myronivsky herald.* 6. 6– 29. [in Ukrainian].
16. Lytvynenko, M. A. (2010). Udoskonalennia prohramy selektsii sortiv ozymoi miakoi pshenytsi universalnoho typu dlia umov Pivdnia Ukrainy v zviazku zi zminamy klimatu. [Improvement of the selection program of winter soft wheat varieties of the universal type for the conditions of the South of Ukraine in connection with climate changes]. *Collection of scientific works of SP-NCNS.* 16(56). 9–22. [in Ukrainian].
17. Ustynova, H. L. (2021). Transhresyvna minlyvist za kilkistiu koloskiv holovnoho kolosa u populiatsiiakh F_2 pry skhreshchuvannia riznykh za skorostyhlistiu sortiv pshenytsi miakoi ozymoi. [Transgressive variability in the number of ears of the main ear in F_2 populations when crossing varieties of soft winter wheat with different precocity]. *Collection of scientific works of the Uman National Academy of Sciences.* 99(1). 189–206. [in Ukrainian].
18. Lozinskyi, M. V., Ustynova, H. L. (2020). Uspadkuvannia v F_1 i transhresyvna minlyvist v F_2 dovzhyny holovnoho kolosa za skhreshchuvannia riznykh za skorostyhlistiu sortiv pshenytsi miakoi ozymoi. [Inheritance in F_1 and

transgressive variability in F_2 of the length of the main spike in crosses of varieties of soft winter wheat with different precocity]. *Agrobiology.* 2. 70–78. [in Ukrainian].

19. Dubovyk, N. S., Humeniuk, O. V., Kyrylenko, V. V., Volohdina, H. B. (2018). Uspadkuvannia elementiv produktyvnosti ta yikh transhresyvna minlyvist u hibrydiv pshenytsi miakoi ozymoi, stvorenykh skhreshchuvanniam sortiv-nosiiv pshenychno-zhytnikh translokatsii. [Inheritance of productivity elements and their transgressive variability in soft winter wheat hybrids created by crossing varieties carrying wheat-rye translocations]. *Myronivsky herald.* 7. 26–38. [in Ukrainian].
20. Vlasenko, V. A., Bakumenko, O. M. (2017). Henetychna otsinka elementiv produktyvnosti hibrydiv F_1, F_2 pshenytsi miakoi ozymoi, stvorenykh za uchasti nosiiv introhresovanykh komponentiv. [Genetic evaluation of elements of productivity of hybrids F_1, F_2 of soft winter wheat, created with the participation of carriers of introgressed components]. *Myronivsky herald.* 4. 88–101. [in Ukrainian].
21. Bazalii, V., Domaratskyi, E., Boichuk, I., Teteruk, O., Kozlova, O., Bazalii, H. (2020). Henetychnyi kontrol i rekombinatsiia oznak stiikosti do vyliahannia u hibrydiv pshenytsi ozymoi za riznykh umov vyroshchuvannia. [Genetic control and recombination of lodging resistance traits in winter wheat hybrids under different growing conditions]. *Agrarian innovations.* 4. 87–93. [in Ukrainian].
22. Kolomiiets, L. A. (2005). Vykorystannia vykhidnoho materialu v selektsii ozymoi pshenytsi na pidvyshchennia yii adaptyvnoho potentsialu v umovakh Lisostepu Ukrainy. [Use of source material in breeding winter wheat to increase its adaptive potential in the conditions of the Forest Steppe of Ukraine]. Obroshino. 124-125. [in Ukrainian].
23. Lytvynenko, M. A. (2011). Realizatsiia potentsialu pshenychnoho polia. [Realization of the potential of a wheat field]. *Seed production.* 6. 1–7. [in Ukrainian].
24. Bazalii, V. V. (2000). Kharakter minlyvosti kilkisnykh oznak ozymoi pshenytsi riznykh pokolin. [Character of variability of quantitative traits of winter wheat of different generations]. *Taurian Scientific Bulletin.* 15. 7–10. [in Ukrainian].
25. Orliuk, A. P. (2012). Henetyka pshenytsi z onovamy selektsii. [Genetics of wheat with methods of selection]. Kherson: *Ailant.* 436. [in Ukrainian].
26. Tkachyk, S. O., Leshchuk, N. V., Prysiazhniuk, O. I. (2016). Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. [Methodology of qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine]. *Ukrainian Institute of Expertise of Plant Varieties.* 4. 120. [in Ukrainian].
27. Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 35. 303–321.
28. Beil, G. M., Atkins, R. E. (1965). Inheritance ofquantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. 39. 3.
29. Vasylkivskyi, S. P., Kochmarskyi, V. S. (2016). Selektsiia i nasinnytstvo polovykh kultur. [Breeding and seed production of field crops]. Myronivka: *PJSC "Myronivska Printing House"*. 376. [in Ukrainian].

Самойлик М.О., Лозінський М.В. Особливості успадкування в F_1 і трансгресивна мінливість у популяцій F_2 маси зерна з головного колоса за схрещування пшениці м'якої озимої різних екотипів

Мета досліджень – визначення характеру успадкування маси зерна з головного колоса в F_1 і встановлення трансгресивної мінливості в популяціях F_2, створених схрещуванням сортів пшениці м'якої озимої лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів.

Методи. У 2022–2023 р. в умовах дослідного поля науково-виробничого центру Білоцерківського НАУ досліджували 27 гібридів і гібридні популяції F_2, створені за гібридизації сортів пшениці м'якої озимої: Зорепад білоцерківський (Зор. бц.), Квітка полів (Кв. полів) – лісостепового екотипу; Ластівка одеська (Ласт. од.), Знахідка одеська (Знах. од.) – степового екотипу; Мулан, Фіделіус – західноєвропейського екотипу.

Насіння F_1 і популяцій F_2 висівали ручною сівалкою за схемою ♀ (материнська форма) – F_{1-2} – ♂ (чоловіча форма). Біометричний аналіз досліджуваного матеріалу проводили за середнім зразком 25 рослин у триразовій повторності. Ступінь фенотипового домінування маси зерна з головного колоса визначали за формулою B. Griffing. Отримані дані групували за класифікацією G. M. Beil, R. E. Atkins. Ступінь (Тс, %) та частоту (Тч, %) позитивних трансгресій визначали за загальноприйнятою методикою.

Результати. За гібридизації лісостепового і степового екотипів нами встановлено позитивний на рівні помірного кореляційний взаємозв'язок ступеня фенотипового домінування з ступенем трансгресії (r = 0,313) і їх частотою – r = 0,345.

При залучені до гібридизації західноєвропейського екотипу не встановлено тісних кореляційних взаємозв'язків. Так, між ступенем фенотипового домінування і ступенем трансгресії досліджено позитивна на рівні слабкої кореляційна залежність (r = 0,063), а з частотою трансгресії зі зміною знаку – r = -0,132.

Висновки. 1. Успадкування маси зерна з головного колоса пшениці м'якої озимої за реципрокних схрещувань лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів у більшості гібридів відбувалось за позитивним наддомінуванням (hp = 2,1–83,0) з модифікацією показників ступеня фенотипового домінування залежно від компонентів гібридизації.

2. У 18 з 27 популяцій F_2 за масою зерна з головного колоса визначили позитивний ступінь (Тс = 0,3–40,0) з частотою рекомбінантів – Тч = 50,0–100,0 %.

3. Залучення до гібридизації лісостепового, степового і західноєвропейського екотипів сприяє формотворенню в популяцій F_2 з можливістю добору господарсько-цінних рекомбінантів за масою зерна з головного колоса, а саме за схрещування степового екотипу з лісостеповим: Ластівка одеська / Квітка полів (Тс = 40,8 %; Тч = 73,3 %), Знахідка одеська / Зорепад білоцерківський (Тс = 18,6 %; Тч = 100,0 %); степового екотипу з степовим: Ластівка одеська / Знахідка одеська (Тс = 25,5 %; Тч = 60,0 %); лісостепового екотипу з західноєвропейським: Квітка полів / Мулан (Тс = 29,6 %; Тч = 86,7 %); західноєвропейського екотипу з лісостеповим: Фіделіус / Квітка полів (Тс = 29,3 %; Тч = 73,3 %); степового екотипу з західноєвропейським: Знахідка одеська / Мулан (Тс = 18,5 %; Тч = 83,3 %) і західноєвропейського екотипу з степовим: Фіделіус / Знахідка одеська (Тс = 18,5 %; Тч = 83,3 %).

Ключові слова: батьківські форми, маса зерна, гібриди, ступінь домінування, тип успадкування, популяції, ступінь і частота трансгресії.

Samoilyk M.O., Lozinskyi M.V. Peculiarities of inheritance in F_1 and transgressive variability in F_2 populations of grain weight per main spike in crosses of winter wheat of different ecotypes

The purpose – determining the nature of inheritance of grain weight from the main ear in F_1 and establishing transgressive variability in F_2 populations created by crossing soft winter wheat varieties of forest-steppe, steppe and western european ecotypes.

Methods. In 2022–2023, 27 hybrids and F_2 hybrid populations created by hybridisation of winter bread wheat varieties were studied in the experimental field of the research and production centre of Bila Tserkva NAU: Zorepad bilotserkivskyi (Zor. bts.), Kvitka poliv (Kv. poliv) – forest-steppe ecotype; Lastivka odeska (Last. od.), Znakhidka odeska (Znakh. od.) – steppe ecotype; Mulan, Fidelius – western european ecotype.

Seeds of F_1 and F_2 populations were sown with a manual sowing machine according to the scheme ♀ (maternal form) – F_{1-2} – ♂ (male form). The biometric analysis of the studied material was carried out using an average sample of 25 plants in triplicate. The degree of phenotypic dominance of grain weight from the main ear was determined by the formula B. Griffing. The obtained data were grouped according to the classification of G. M. Beil, R. E. Atkins. The degree (Ts, %) and frequency (Tch, %) of positive transgressions were determined by the conventional method.

Results. In the hybridisation of forest-steppe and steppe ecotypes, we found a positive correlation at the level of moderate correlation between the degree of phenotypic dominance and the degree of transgression (r = 0.313) and their frequency (r = 0.345).

No close correlations were found when the Western European ecotype was involved in hybridisation. For example, a positive, weak correlation was found between the degree of phenotypic dominance and the degree of transgression (r = 0.063), and a positive correlation with the frequency of transgression with a change in sign (r = – 0.132).

Conclusions.1. The inheritance of grain weight from the main ear of winter bread wheat in recurrent crosses of forest-steppe, steppe and western european ecotypes in most hybrids was positive superdominance (hp = 2.1–83.0) with modification of phenotypic dominance depending on the components of hybridisation.

2. In 18 out of 27 F_2 populations, a positive degree (Tc = 0.3–40.0) was determined by the weight of grain from the main ear with the frequency of recombinants – Тч = 50.0–100.0 %.

3. The involvement of forest-steppe, steppe and western european ecotypes in hybridisation promotes the formation of F_2 populations with the possibility of selecting economically valuable recombinants by grain weight per head, namely, by crossing the steppe ecotype with the forest-steppe ecotype: Lastivka odeska / Kvitka poliv (Ts = 40,8 %; Tch = 73,3 %), Znakhidka odeska / Zorepad bilotserkivskyi (Ts = 18.6%; Tch = 100.0%); steppe ecotype with steppe ecotype: Lastivka odeska / Znakhidka odeska (Ts = 25.5 %; Tch = 60.0 %); forest-steppe ecotype with western european ecotype: Kvitka poliv / Mulan (Ts = 29.6 %; Tch = 86.7 %); western european ecotype with forest-steppe ecotype: Fidelius / Kvitka poliv (Ts = 29.3 %; Tch = 73.3 %); steppe ecotype with western european ecotype: Znakhidka odeska / Mulan (Ts = 18.5 %; Tch = 83.3 %) and western european ecotype with steppe ecotype: Fidelius / Znakhidka odeska (Ts = 18.5 %; Tch = 83.3 %).

Key words: parental forms, grain weight, hybrids, degree of dominance, type of inheritance, populations, degree and frequency of transgression.

УДК 633.81:631.52:631.67
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.25

РЕАКЦІЯ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКА РАННЬОЇ ГРУПИ СТИГЛОСТІ НА ДЕФІЦИТ ВОЛОГИ В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

ТИЩЕНКО А.В. – доктор сільськогосподарських наук, старший дослідник
orcid.org/0000-0003-1918-6223
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
СТЕПАНОВ С.С. – аспірант
orcid.org/0009-0001-8327-8870
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
ТИЩЕНКО О.Д. – кандидат сільськогосподарських наук, с.н.с.
orcid.org/0000-0002-8095-9195
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
ОЧКАЛА О.С. – PhD (Doctor of Philosophy)
orcid.org/0000-0002-1609-5679
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Соняшник (*Helianthus annuus*) – одна з найважливіших олійних культур у світі [12] та протягом останніх кількох десятиліть площі та виробництво соняшнику зросли через його нейтральність довжини дня, ширшу адаптивність та чутливість до додаткових ресурсів [15]. Виробництво та переробка насіння олійних культур в Україні є найбільш перспективним напрямом аграрно-продовольчого сектора. У структурі загальних посівних площ у 2021 р. соняшником було зайнято 6,51 млн га. Завдяки специфічній будові основних органів (корінь, стебло, листя, качан) соняшник успішно вирощується на маргінальних ґрунтах і в напівпосушливих умовах і є стійким до абіотичних стресів [26].

Незважаючи на те, що соняшник класифікується як культура, стійка до посухи [24], його виробництво суттєво страждає від впливу водного стресу. Обмежена кількість опадів або нестача води для поливу протягом вегетаційного періоду обмежує врожайність соняшнику зі значним скороченням [13].

В останні десятиліття спостерігаються зміни клімату, так зване «глобальне потепління», внаслідок якого відбувається підвищення температурного режиму, частішають посушливі періоди та збільшується їх тривалість [35, 36, 38], що призводить до значних коливань урожайності сільськогосподарських культур як у просторі, так і в часі [1, 16, 32]. Підвищення температури в сільськогосподарських регіонах світу значно впливає на кількість опадів і їх перерозподіл протягом вегетаційного періоду, що призводить до значного зниження врожайності сільськогосподарських культур [6, 28, 37, 39]. Посушливі умови є одним з основних абіотичних стрес-чинників, які спричиняють серйозні проблеми у всьому світі і призводять до значного зниження врожайності сільськогосподарських культур [4, 20, 34]. Однак, проблема, пов'язана з дефіцитом води, не є непереборною. Фактично, негативні наслідки посухи можна подолати шляхом виявлення та використання стійких до посухи сортів та гібридів [40].

Тому, зусилля селекціонерів необхідно направити на створення не тільки високопродуктивних сортів і гібридів, а й тих, що забезпечують стійкість урожаю в різних агрокліматичних умовах [27, 42, 43]. На сьогодні вченими вже досліджено агрономічні та фізіологічні механізми, що відповідають за стабільність урожаю [23, 17, 41, 44]. Отже, різні сорти і гібриди можуть демонструвати контрастні реакції на умови довкілля внаслідок їхньої взаємодії [29, 33, 46].

Метою досліджень було вивчення і аналіз екологічної стійкості та адаптивності до нестачі вологи ранньостиглих гібридів соняшника в умовах Півдня України.

Матеріали і методи досліджень. Реакцію гібридів соняшника на різні умови вирощування вивчали в ТОВ «Агропроект Юг» у с. Подовка, Херсонська область (46°39′25″N; 33°48′54″E; 39 м над рівнем моря) протягом 2020–2021 рр.

Вивчали 10 гібридів соняшника ранньої групи стиглості, що зазвичай вирощуються на півдні України та занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Гібриди були протестовані на ділянках площею 50 м^2 у трьох повтореннях методом рендомізованих повторень (блоків), норма висіву була скоригована до 55 тисяч життєздатного насіння на га. Дослідження проводилися за загальноприйнятою методикою, кількість хімічних обробок була скоригована відповідно до умов вирощування та наявності бур'янів та хвороб і шкідників. Досліджувані зразки були посіяні у другій декаді квітня, а збирання врожаю – у серпні.

Дослідження проводилися на двох ділянках на протязі 2020–2021 рр.: Ділянка 1 – ґрунт темно-каштановий, середньо-суглинковий, залишково-слабо-солонцюватий. В орному шарі міститься 2,5 % гумусу, мінерального азоту 3,3 мг в 100 г ґрунту, рухомого фосфору – 4,8 та обмінного калію 51 мг у 100 г ґрунту, pH водної витяжки 6,9–7,3, рівноважна щільність складення – 1,38 г/см^3, пористість – 49,5%, водопроникність – 1,26 мм/хв. Попередники кукурудза і соя, добрива $N_{40}P_{20}$. Ділянка 2 – ґрунт темно-каштановий, середньо-суглинковий, залишково-слабо-солонцюватий. В орному шарі міститься 1,9 % гумусу, мінерального азоту 2,4 мг в 100 г ґрунту, рухомого фосфору –3,9 та обмінного калію 37 мг у 100 г ґрунту, pH водної витяжки 6,3–6,7, рівноважна щільність складення – 1,43 г/см^3, пористість – 43,6%, водопроникність – 1,12 мм/хв. Попередники озимий ріпак і соняшник, без добрив.

Середні температури, сума опадів та відносна вологість повітря для всіх експериментальних сезонів наведені у таблиці 1 разом із середніми довгостроковими значеннями.

Статистичний аналіз. Аналіз стійкості гібридів соняшника до стресу проводили за допомогою індексів посухостійкості: *MP* – середньої врожайності [25], *D* – інтенсивності посухи [2], *SSI* – сприйнятливості до посухи [10], *TOL* –толерантності до посухи [25], *YSI* – стабільності врожаю [3], *YI* – врожайності [11, 21], *STI* – толерантності до стресу [9], *GMP* – середньої геометричної (пропорційної) врожайності [9, 18], *RDI* – відносної стійкості до посухи [10], *DI* – посухостійкості [2, 19], *SSPI* – схильності до стресу [22], *MSTI*, M_1STI, M_2STI – модифікованих індексів толерантності до стресу [8], *ATI* – абіотичної толерантності [22], *HMP* – гармонічної середньої продуктивності [5, 14, 18], *ISR* – стійкості до стресу [33, 30, 45] та індексу умов зовнішнього середовища (екологічний індекс), отриманий як середнє значення всіх сортів у *j*-му середовищі мінус загальне середнє (*Ij*), коефіцієнту регресії сорту на середовище (b_i), дисперсії відхилення від лінії регресії (s^2_{di}) [7], показнику стійкості до стресу (*RS*), генетичної гнучкості (*Gf*) [25], загальної гомеостатичності (*Hom*), селекційної цінності (*Sc*), коефіцієнта адаптивності (*CA*), ефектів загальної адаптаційної здатності (GAC_i), специфічної адаптаційної здатності (SAC_i), варіанси взаємодії генотипу та середовища ($\sigma^2_{(G\times E)gi}$), варіанси специфічної адаптаційної здатності (σ^2_{SACi}), відносної стабільності генотипу (s_{gi}), селекційного значення генотипу (SVG_i), коефіцієнта компенсації-дестабілізації генотипу (K_{gi}), коефіцієнта нелінійності реакції генотипу на навколишнє середовище (I_{gi}) [31].

Проведено кореляційний та кластерний аналізи між індексами врожайності насіння та посухостійкості і показниками адаптивності для визначення найкращих посухостійких гібридів, індексів та показників адаптивності. Аналіз головних компонентів (PCA) проводили на основі спостережень. Кореляційний, кластерний аналізи, так і PCA проводили за допомогою Microsoft ® Excel 2016/XLSTAT © -Pro (Version 2016.02.28451, 2016, Addinsoft, Inc., Бруклін, Нью-Йорк, США), Statistica data analysis software system v.8. (Sta Stof Inc., North Melbourne, Australia) та SPSS 20.00 statistical software (SPSS/PC-20, SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Результати дослідження та їх обговорення. Отримані експериментальні дані за інтенсивності посухи 0,520 дозволили виділити гібриди соняшника, що істотно перевищують середньогібридну за урожайністю в стресових умовах: *Agora* і *Bella* 1,570–1,651 т/га, а за умов достатнього зволоження: *Bella*, *Cabana* і *Niagara* з урожайністю 2,864–3,037 т/га (табл. 2).

За індексами чутливості до посухи (*SSI*) зі значенням 0,66, толерантності до посухи (*TOL*) – 0,827, стабільності врожаю (*YSI*) – 0,65, відносної посухостійкості (*RDI*) – 1,36, посухостійкості (*DI*) – 0,84, схильності до стресу (*SSPI*) – 16,2 та стійкості до стресу (*ISR*) – 13,2 був виділений гібрид *Agora*.

За індексами середньої врожайності *MP* (2,298), урожайності *YI* (134,8), толерантності до стресу *STI* (0,75), середньої геометричної урожайності *GMP* (2,21), модифікованими індексами толерантності до стресу *MSTI*, M_1STI і M_2STI (1,00, 1,36 і 1,35, відповідно) та гармонійної продуктивності *HMP* (2,12) був виділений гібрид *Bella*.

За індексом абіотичної толерантності (*ATI*) зі значеннями 1,67 був виділений мабуть найбільш інтенсивний гібрид *Niagara*.

Гібриди *Agora* і *Bella* були виділені, як найбільш посухостійкі, за сімома і вісьмома індексами, відповідно.

Індекс стресового середовища становив -0,663, а при достатньому зволоженні 0,663. Найбільшою середньою врожайністю (*Ymean*) характеризувався гібрид *Bella* – 2,299 т/га (табл. 3).

Таблиця 1

Погодні умови проведення досліджень

	Середньобагаторічні			2020			2021		
	T (°C)	P (мм)	j	T (°C)	P (мм)	j	T (°C)	P (мм)	j
квітень	9,6	28,0	73	9,5	7,5	54	8,9	41,4	71
травень	15,6	38,0	68	14,9	32,4	66	16,9	97,7	69
червень	20,0	46,0	64	22,2	49,3	64	20,7	89,2	77
липень	22,4	42,0	59	24,7	44,2	53	25,3	76,7	62
серпень	21,6	35,0	59	23,1	36,4	51	24,4	25,3	61
вересень	16,4	28,0	67	20,4	21,5	55	16,9	1,1	61
квітень − серпень	17,8	189,0	65	18,9	169,8	58	19,2	330,3	68
квітень − вересень	17,6	217,0	65	19,1	191,3	57	18,8	331,4	67

Таблиця 2

Урожайність гібридів насіння соняшника за різних умов зволоження та індекси посухостійкості (2020, 2021 рр.)

Гібрид	Позначення	Y_{opt}	Y_{lim}	*MP*	*SSI*	*TOL*	*YSI*	*YI*	*STI*	*GMP*	*RDI*	*DI*	*SSPI*	M_1STI	M_2STI	*MSTI*	*ATI*	*HMP*	*ISR*
Agora	G1	2,397	1,570	1,983	0,66	0,827	0,65	128,2	0,58	1,94	1,36	0,84	16,2	0,51	0,95	0,48	0,77	1,90	13,2
Agraris	G2	2,315	1,052	1,683	1,05	1,263	0,45	85,9	0,37	1,56	0,95	0,39	24,7	0,31	0,28	0,09	0,95	1,45	3,5
Andromeda	G3	2,725	1,039	1,882	1,19	1,686	0,38	84,9	0,44	1,68	0,79	0,32	33,0	0,50	0,31	0,16	1,36	1,50	2,7
Bella	G4	2,946	1,651	2,298	0,85	1,296	0,56	134,8	0,75	2,21	1,17	0,76	25,4	1,00	1,36	1,35	1,37	2,12	8,5
Cabana	G5	2,864	1,383	2,123	0,99	1,482	0,48	112,9	0,61	1,99	1,01	0,55	29,0	0,77	0,78	0,60	1,42	1,86	5,2
Niagara	G6	3,037	1,259	2,148	1,13	1,778	0,41	102,8	0,59	1,95	0,86	0,43	34,9	0,83	0,62	0,52	1,67	1,78	3,7
Regata	G7	2,175	1,004	1,589	1,04	1,172	0,46	82,0	0,34	1,48	0,96	0,38	23,0	0,24	0,23	0,05	0,83	1,37	3,5
LG 5377	G8	2,109	0,973	1,541	1,04	1,136	0,46	79,5	0,32	1,43	0,96	0,37	22,3	0,22	0,20	0,04	0,78	1,33	3,4
Латитуда	G9	2,477	1,129	1,803	1,05	1,349	0,46	92,2	0,43	1,67	0,95	0,42	26,4	0,41	0,37	0,15	1,08	1,55	3,8
Раптор НСХ7258	G10	2,464	1,186	1,825	1,00	1,278	0,48	96,9	0,45	1,71	1,00	0,47	25,0	0,42	0,42	0,18	1,05	1,60	4,4
Середнє		**2,551**	**1,224**	**1,887**	**1,00**	**1,326**	**0,48**	**100,0**	**0,49**	**1,76**	**1,00**	**0,49**	**26,0**	**0,52**	**0,55**	**0,36**	**1,13**	**1,65**	**5,2**
Інтенсивність посухи, D		0,520																	
V, %		12,73	19,52	13,25	14,88	20,64	15,91	19,50	28,46	14,56	15,99	35,34	20,65	50,54	68,28	111,47	27,56	15,69	62,60
$S\dot{x}_{абс.}$		0,10	0,08	0,08	0,05	0,09	0,02	6,17	0,04	0,08	0,05	0,06	1,70	0,08	0,12	0,13	0,10	0,08	1,03
$S\dot{x}_{віднос.}$		4,03	6,17	4,19	4,71	6,53	5,03	6,17	9,00	4,51	5,06	11,18	6,53	15,98	21,59	35,25	8,71	4,96	19,80
$НІР_{01}$		0,33	0,24	0,25	0,15	0,27	0,08	19,55	0,14	0,25	0,16	0,17	5,38	0,26	0,38	0,40	0,31	0,26	3,26
$НІР_{05}$		0,24	0,17	0,18	0,11	0,20	0,06	14,12	0,10	0,18	0,12	0,13	3,89	0,19	0,27	0,29	0,23	0,19	2,35

Таблиця 3

Гомеостатичність, екологічна пластичність і адаптивність гібридів соняшника за ознакою урожайності насіння (2020, 2021 рр.)

Гібрид	Позначення	Урожайність, т/га		Параметри адаптивності					
		Y_{lim}- Y_{opt}	Y_{mean}	*RS*	*Sc*	*Gf*	b_i	*CA*	*Hom*
Agora	G1	1,570–2,397	1,984	0,830	1,30	1,98	0,62	105,1	13,2
Agraris	G2	1,052–2,315	1,684	1,260	0,77	1,68	0,95	89,2	6,2
Andromeda	G3	1,039–2,725	1,882	1,690	0,72	1,88	1,27	99,7	5,8
Bella	G4	1,651–2,946	2,299	1,300	1,29	2,30	0,98	121,8	11,3
Cabana	G5	1,383–2,864	2,124	1,480	1,03	2,12	1,12	112,5	8,4
Niagara	G6	1,259–3,037	2,148	1,780	0,89	2,15	1,34	113,8	7,2
Regata	G7	1,004–2,175	1,590	1,170	0,73	1,59	0,88	84,2	6,0
LG 5377	G8	0,973–2,109	1,541	1,140	0,71	1,54	0,86	81,6	5,8
Латитуда	G9	1,129–2,477	1,803	1,350	0,82	1,80	1,02	95,5	6,7
Раптор HCX7258	G10	1,186–2,464	1,825	1,280	0,88	1,83	0,96	96,7	7,2
Середнє		**1,225–2,551**	**1,888**	**1,330**	**0,91**	**1,89**	**1,00**	**100,0**	**7,8**
V, %		19,52–12,73	13,25	20,62	24,42	13,28	20,71	13,26	32,49
$S\dot{x}_{абс.}$		0,08–0,10	0,08	0,09	0,07	0,08	0,06	4,19	0,80
$S\dot{x}_{віднос.}$		6,17–4,03	4,19	6,52	7,72	4,20	6,55	4,19	10,27
HIP_{01}		0,24–0,33	0,25	0,27	0,22	0,25	0,21	13,30	2,53
HIP_{05}		0,17–0,23	0,18	0,20	0,16	0,18	0,15	9,61	1,83

Таблиця 4

Параметри адаптивних властивостей гібридів соняшника за ознакою урожайності насіння (2020, 2021 рр.)

Гібрид	Позначення	Урожайність, т/га		Параметри адаптивності						
		Y_{lim}- Y_{opt}	Y_{mean}	GAC_i	$\sigma^2_{(G\times E)gi}$	σ^2_{SACi}	s_{gi}	SVG_i	K_{gi}	I_{gi}
Agora	G1	1,570–2,397	1,984	0,10	0,0138	0,038	9,8	1,40	0,39	0,36435
Agraris	G2	1,052–2,315	1,684	-0,20	0,0002	0,089	17,7	0,79	0,91	0,00226
Andromeda	G3	1,039–2,725	1,882	-0,01	0,0072	0,158	21,1	0,69	1,62	0,04539
Bella	G4	1,651–2,946	2,299	0,41	0,0000	0,093	13,3	1,38	0,95	0,00034
Cabana	G5	1,383–2,864	2,124	0,24	0,0013	0,122	16,4	1,08	1,25	0,01073
Niagara	G6	1,259–3,037	2,148	0,26	0,0113	0,176	19,5	0,89	1,80	0,06443
Regata	G7	1,004–2,175	1,590	-0,30	0,0013	0,076	17,4	0,76	0,78	0,01730
LG 5377	G8	0,973–2,109	1,541	-0,35	0,0020	0,072	17,4	0,74	0,73	0,02776
Латитуда	G9	1,129–2,477	1,803	-0,08	0,0000	0,101	17,6	0,85	1,03	0,00003
Раптор HCX7258	G10	1,186–2,464	1,825	-0,06	0,0001	0,091	16,5	0,92	0,93	0,00118
Середнє		**1,225–2,551**	**1,888**	**0,00**	**0,0040**	**0,101**	**16,7**	**0,95**	**1,04**	**0,05338**
V, %		19,52–12,73	13,25	25075	130,26	40,25	18,89	27,00	40,35	208,68
$S\dot{x}_{абс.}$		0,08–0,10	0,08	0,08	0,01	0,01	1,00	0,08	0,13	0,03
$S\dot{x}_{віднос.}$		6,17–4,03	4,19	7929	40,19	12,73	5,97	8,54	12,76	65,99
HIP_{01}		0,24–0,33	0,25	0,25	0,005	0,04	3,16	0,26	0,42	0,11
HIP_{05}		0,17–0,23	0,18	0,18	0,003	0,03	2,28	0,19	0,30	0,08

Найбільшим рівнем стійкості досліджуваних гібридів до стресових умов (*RS*), а відповідно і найменшим значенням характеризувався *Agora* – 0,830. Гібрид *Niagara* зі значенням 1,780 виявився найбільш нестійким до стресових умов.

За селекційною цінністю сорту (*Sc*) виділені гібриди *Agora* – 1,30 та *Bella* – 1,29. За генетичною гнучкістю (*Gf*) виділений гібрид *Bella* – 2,30.

За коефіцієнтом регресії (b_i), що є критерієм оцінки рівня екологічної пластичності і вказує на реакцію генотипу на зміну умов середовища, виділений гібрид інтенсивного типу (b_i > 1) *Niagara* – 1,34, стабільного типу (b_i < 1) *Agora* – 0,62. Якщо b_i = 1, то гібрид добре адаптований до різноманітних умов вирощування, найбільш наближеними є гібриди *Bella* – 0,98 та *Латитуда* – 1,02.

За коефіцієнтом адаптивності (*CA*) виділилися гібрид *Bella* – 121,8. Найвищими значеннями гомеостатичності (*Hom*) характеризувалися гібриди *Agora* – 13,2 та *Bella* – 11,3.

Найвищим ефектом загальної адаптивної здатності (GAC_i) відзначився гібрид *Bella* – 0,41, найменшим значенням – *LG 5377* – -0,35 (табл. 4).

Стабільність реакції генотипу на зміни умов середовища за продуктивністю визначається величиною

Таблиця 5

Матриця кореляційних зв'язків між урожайністю насіння гібридів соняшника за різних умов зволоження та індексами посухостійкості (2020, 2021 рр.)

	Y_{opt}	Y_{lim}	*MP*	*SSI*	*TOL*	*YSI*	*YI*	*STI*	*GMP*	*RDI*	*DI*	*SSPI*	M_1STI	M_2STI	*MSTI*	*ATI*	*HMP*	*ISR*
Y_{opt}	**1,000**	0,565	0,919	0,087	0,694	-0,095	0,564	0,823	0,830	-0,089	0,270	0,694	0,936	0,623	0,715	0,951	0,736	0,097
Y_{lim}	0,565	**1,000**	0,844	-0,768	-0,203	0,765	1,000	0,929	0,928	0,769	0,945	-0,203	0,782	0,980	0,883	0,289	0,973	0,840
MP	0,919	0,844	**1,000**	-0,310	0,354	0,304	0,844	0,978	0,982	0,309	0,627	0,354	0,982	0,872	0,886	0,756	0,943	0,463
SSI	0,087	-0,768	-0,310	**1,000**	0,774	-0,999	-0,769	-0,479	-0,477	-1,000	-0,934	0,774	-0,209	-0,684	-0,477	0,384	-0,602	-0,960
TOL	0,694	-0,203	0,354	0,774	**1,000**	-0,780	-0,203	0,166	0,175	-0,777	-0,504	1,000	0,429	-0,116	0,078	0,876	0,024	-0,618
YSI	-0,095	0,765	0,304	-0,999	-0,780	**1,000**	0,766	0,475	0,472	0,999	0,931	-0,780	0,205	0,685	0,482	-0,391	0,598	0,955
YI	0,564	1,000	0,844	-0,769	-0,203	0,766	**1,000**	0,929	0,928	0,769	0,945	-0,203	0,782	0,980	0,883	0,288	0,973	0,840
STI	0,823	0,929	0,978	-0,479	0,166	0,475	0,929	**1,000**	0,998	0,481	0,759	0,166	0,956	0,953	0,944	0,617	0,988	0,599
GMP	0,830	0,928	0,982	-0,477	0,175	0,472	0,928	0,998	**1,000**	0,477	0,757	0,175	0,951	0,943	0,924	0,623	0,988	0,601
RDI	-0,089	0,769	0,309	-1,000	-0,777	0,999	0,769	0,481	0,477	**1,000**	0,934	-0,777	0,212	0,689	0,486	-0,385	0,603	0,955
DI	0,270	0,945	0,627	-0,934	-0,504	0,931	0,945	0,759	0,757	0,934	**1,000**	-0,504	0,541	0,894	0,736	-0,035	0,845	0,960
SSPI	0,694	-0,203	0,354	0,774	1,000	-0,780	-0,203	0,166	0,175	-0,777	-0,504	**1,000**	0,429	-0,116	0,079	0,877	0,024	-0,618
M_1STI	0,936	0,782	0,982	-0,209	0,429	0,205	0,782	0,956	0,951	0,212	0,541	0,429	**1,000**	0,843	0,908	0,807	0,901	0,350
M_2STI	0,623	0,980	0,872	-0,684	-0,116	0,685	0,980	0,953	0,943	0,689	0,894	-0,116	0,843	**1,000**	0,957	0,366	0,975	0,758
MSTI	0,715	0,883	0,886	-0,477	0,078	0,482	0,883	0,944	0,924	0,486	0,736	0,079	0,908	0,957	**1,000**	0,516	0,928	0,550
ATI	0,951	0,289	0,756	0,384	0,876	-0,391	0,288	0,617	0,623	-0,385	-0,035	0,877	0,807	0,366	0,516	**1,000**	0,499	-0,208
HMP	0,736	0,973	0,943	-0,602	0,024	0,598	0,973	0,988	0,988	0,603	0,845	0,024	0,901	0,975	0,928	0,499	**1,000**	0,702
ISR	0,097	0,840	0,463	-0,960	-0,618	0,955	0,840	0,599	0,601	0,955	0,960	-0,618	0,350	0,758	0,550	-0,208	0,702	**1,000**

** – Confidence interval (%): 95*

Таблиця 6

Матриця кореляційних зв'язків між максимальною і мінімальною урожайністю насіння гібридів соняшника та гомеостатичністю, екологічною пластичністю і параметрами адаптивності (2016–2020 рр.)

	Y_{lim}	Y_{opt}	Y_{mean}	b_i	*RS*	*Sc*	*Gf*	*CA*	*Hom*	GAC_i	$\sigma^2_{(G\times E)gi}$	σ^2_{SACi}	s_{gi}	SVG_i	K_{gi}	I_{gi}
Y_{lim}	**1,000**	0,565	0,844	-0,200	-0,203	0,988	0,843	0,845	0,939	0,847	0,288	-0,166	-0,765	0,976	-0,164	0,460
Y_{opt}	0,565	**1,000**	0,919	0,696	0,694	0,434	0,920	0,919	0,294	0,917	0,239	0,714	0,097	0,372	0,715	-0,101
Y_{mean}	0,844	0,919	**1,000**	0,355	0,354	0,754	1,000	1,000	0,640	1,000	0,293	0,384	-0,303	0,708	0,385	0,155
b_i	-0,200	0,694	0,355	**1,000**	1,000	-0,345	0,358	0,355	-0,470	0,351	0,026	0,991	0,781	-0,408	0,991	-0,526
RS	-0,203	0,696	0,354	1,000	**1,000**	-0,344	0,358	0,356	-0,468	0,351	0,035	0,992	0,781	-0,408	0,992	-0,519
Sc	0,988	0,434	0,754	-0,345	-0,344	**1,000**	0,752	0,754	0,978	0,757	0,302	-0,306	-0,852	0,997	-0,305	0,547
Gf	0,843	0,920	1,000	0,358	0,358	0,752	**1,000**	1,000	0,637	1,000	0,291	0,386	-0,301	0,706	0,387	0,151
CA	0,845	0,919	1,000	0,355	0,356	0,754	1,000	**1,000**	0,640	1,000	0,293	0,384	-0,303	0,708	0,385	0,155
Hom	0,939	0,294	0,640	-0,470	-0,468	0,978	0,637	0,640	**1,000**	0,643	0,411	-0,415	-0,907	0,979	-0,413	0,697
GAC_i	0,847	0,917	1,000	0,351	0,351	0,757	1,000	1,000	0,643	**1,000**	0,291	0,380	-0,308	0,711	0,381	0,157
$\sigma^2_{(G\times E)gi}$	0,288	0,239	0,293	0,026	0,035	0,302	0,291	0,293	0,411	0,291	**1,000**	0,158	-0,196	0,263	0,160	0,811
σ^2_{SACi}	-0,166	0,714	0,384	0,991	0,992	-0,306	0,386	0,384	-0,415	0,380	0,158	**1,000**	0,749	-0,374	1,000	-0,412
s_{gi}	-0,765	0,097	-0,303	0,781	0,781	-0,852	-0,301	-0,303	-0,907	-0,308	-0,196	0,749	**1,000**	-0,886	0,748	-0,662
SVG_i	0,976	0,372	0,708	-0,408	-0,408	0,997	0,706	0,708	0,979	0,711	0,263	-0,374	-0,886	**1,000**	-0,373	0,546
K_{gi}	-0,164	0,715	0,385	0,991	0,992	-0,305	0,387	0,385	-0,413	0,381	0,160	1,000	0,748	-0,373	**1,000**	-0,410
I_{gi}	0,460	-0,101	0,155	-0,526	-0,519	0,547	0,151	0,155	0,697	0,157	0,811	-0,412	-0,662	0,546	-0,410	**1,000**

** – Confidence interval (%): 95*

варіанси (σ^2_{CA3i}), встановлено найбільш стабільні гібрид *Agora* – 0,038. Гібриди *Andromeda* – 0,158 та *Niagara* – 0,176 є нестабільним.

За показником відносної стабільності генотипу (s_{gi}), з найменшими його значеннями, був виділений гібрид *Agora* – 9,8, а за селекційною цінністю генотипу (SVG_i) виділилися гібриди *Agora* – 1,40 та *Bella* – 1,38.

Гібриди *Bella* та *Латитуда* характеризувалися найменшими значеннями (0,0000) варіанси взаємодії генотипу та середовища ($\sigma^2_{(G\times E)gi}$), і володіли лінійною реакцією (l_{gi}) на зміну умов середовища (0,00003–0,00034). Проте тільки у гібрида *Bella* K_{gi} < 1, а у гібрида *Латитуда* він був більше одиниці, що свідчить про переважання ефекту дестабілізації. Найнижчим значенням коефіцієнту компенсації (K_{gi}) характеризувався гібрид *Agora* – 0,39, натомість гібрид *Niagara* найвищим значенням 1,80.

Між врожайністю за різних умов зволоження має місце середня позитивна кореляційна залежність r = 0,565. Урожайність гібридів соняшника за обох умов зволоження має високий позитивний кореляційний зв'язок (r = 0,715–0,973) з індексами *MP* (Y_{mean}), *STI*, *GMP*, M_1*STI*, *MSTI*, *HMP*, *Gf*, *CA* та GAC_i. Індекси Урожайність за стресових умов характеризується високою позитивною залежністю з індексами *YSI*, *YI*, *RDI*, *DI* та *ISR* (r = 0,765–1,000) та показниками адаптивності *Sc*, *Hom* і SVG_i (r = 0,939–0,988), а з індексом *SSI* та s_{gi} високу від'ємну r = -0,765–-0,768, натомість з урожайністю при оптимальних умовах зволоження залежність або відсутня, або середня (*YI*, *Sc* і SVG_i). Урожайність за оптимальних умов мала високу кореляцію з показниками *ATI*, σ^2_{SACi} і K_{gi} (r = 0,714–0,951) та середню (r = 0,694–0,696) з – *TOL*, *SSPI*, b_i і *RS* натомість низьку з врожайністю при стресі (табл. 5, 6).

За результатами GGE біплот-аналізу гібрид соняшника *Agora* (G1), що знаходиться в одній чверті з вектором урожайності при стресі (Y_{lim}) та наближений до його вершини, формує високу урожайність за стресових умов зволоження і його можна віднести до стабільних гібридів. Гібрид соняшника *Bella* (G4), що також знаходяться в одній чверті з вектором урожайності при стресі (Y_{lim}), але наближений до осі абсцис, тобто між векторами умов середовища, формує високу урожайність за обох умов зволоження. Цей гібрид можна віднести до пластичних, що добре пристосований до різних умов зволоження (рис. 1).

Гібрид соняшника *Niagara* (G6), що знаходиться в одній чверті з вектором урожайності за кращих умов зволоження (Y_{opt}) та максимально наближений до його вершини характеризуються високою продуктивністю за достатнього вологозабезпечення і його можна характеризувати як гібрид інтенсивного типу по відношенню до вологи. Гібрид соняшника Cabana (G5), що також знаходяться в одній чверті з вектором урожайності за кращих умов зволоження (Y_{opt}), але наближений до осі абсцис, тобто між векторами умов середовища, формує добру урожайність за обох умов зволоження. Цей гібрид формує добру урожайність за обох умов зволоження та його можна віднести до пластичних, проте у нього насіннєва продуктивність нижча ніж у гібрида *Bella* (G4).

За агломеративним ієрархічним кластерним аналізом ранньостиглі гібриди соняшника були поділені на три кластера по відношенню до посухи (рис. 2).

Найбільш посухостійкими виявилися гібриди G1 – *Agora* і G4 – *Bella*, що утворили кластер 1 на відстані 224. Гібриди G5 – *Cabana* і G6 – *Niagara* є інтенсивними до вологи та на відстані 76 утворили 3 кластер. Останні вісім гібридів виявилися пластичними та об'єдналися у 2 кластер на відстані 382.

Також був проведений кластерний аналіз гібридів соняшника методом k-середніх. До 1 кластера увійшли

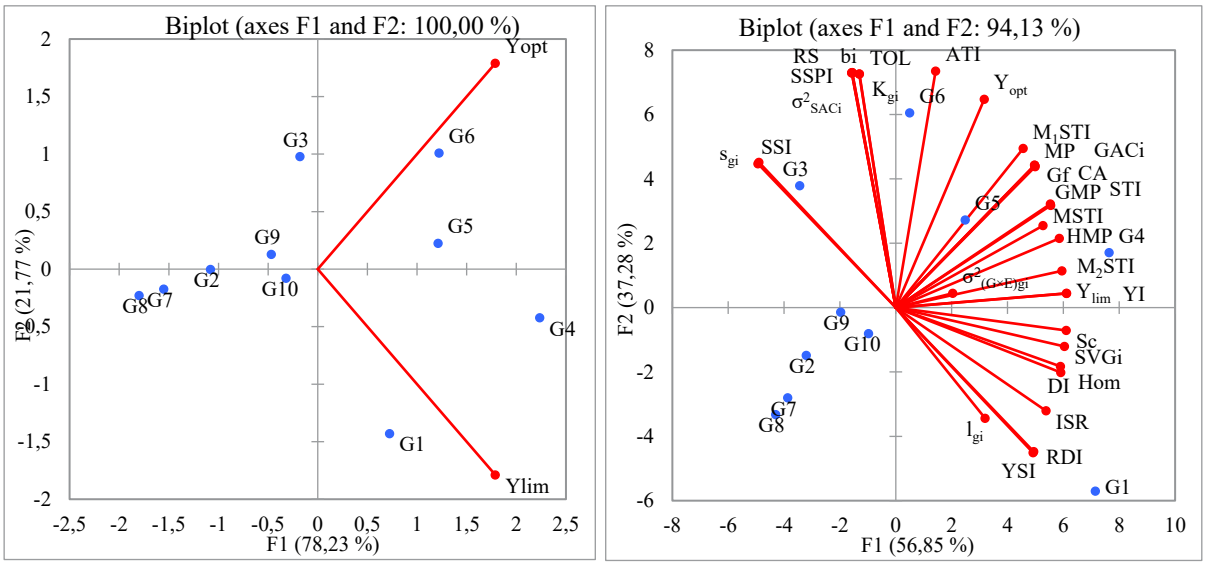


Рис. 1. Генотип-середовищна взаємодія гібридів соняшника і середовищ (метод біплот-аналіз). Лініями показані власні вектори провідних факторних навантажень для середовищ:
● – умови зволоження; ● – гібриди

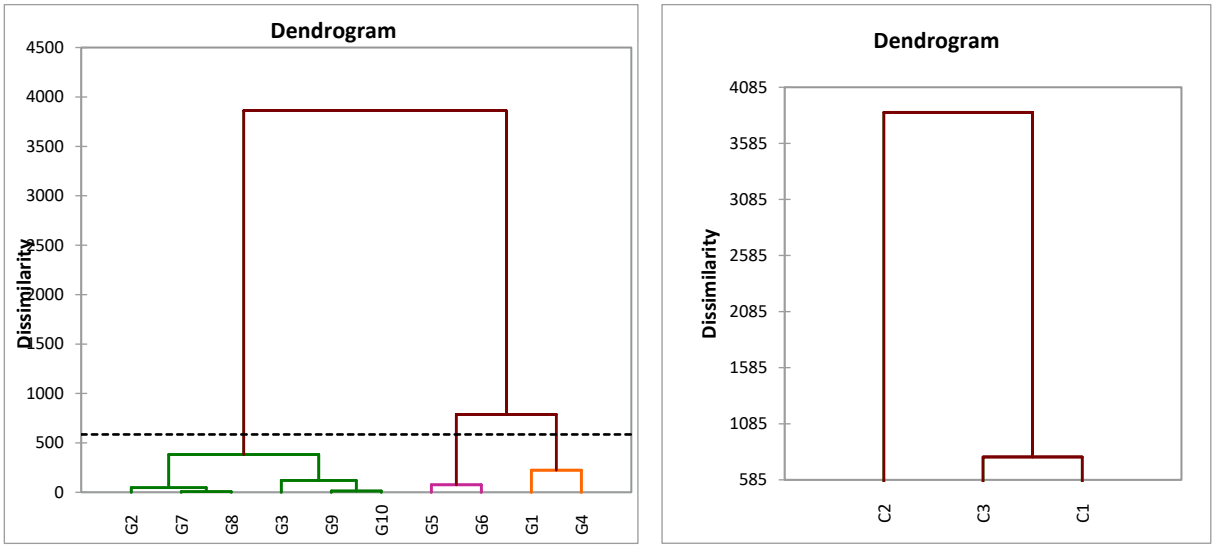


Рис. 2. Дендрограма кластерізації десяти гібридів соняшника за посухостійкістю

Таблиця 7

Кластерізації десяти гібридів соняшника за посухостійкістю методом k-середніх і агломеративного ієрархічного кластерного аналізу

Гібрид	Позначення	Кластеризація k-середніх		Агломеративна ієрархічна кластеризація
		Кластер	Відстань до центру кластера	Кластер
Agora	G1	1	17,636	1
Agraris	G2	2	7,793	2
Andromeda	G3	2	9,398	2
Bella	G4	1	17,532	1
Cabana	G5	1	8,062	3
Niagara	G6	1	20,138	3
Regata	G7	3	1,842	2
LG 5377	G8	3	1,842	2
Латитуда	G9	2	2,504	2
Раптор HCX7258	G10	2	7,710	2

чотири різних за толерантністю до посухи гібрида, порівняно з агломеративним ієрархічним кластерним аналізом, до стійких G1 – *Agora* і G4 – *Bella* добавилися гібриди інтенсивного типу G5 – *Cabana* і G6 – *Niagara*, що перейшли з третього кластеру. Найменша відстань до центру кластера спостерігалася у гібрида G5 – *Cabana* на рівні 8,062, натомість найбільша 20,138 у гібрида G6 – *Niagara* (табл. 7).

До 2 кластера увійшли чотири гібрида пластичного типу (G2 – *Agraris*, G3 – *Andromeda*, G9 – *Латитуда* та G10 – *Раптор HCX7258*), але з меншою резистентністю до посухи, ніж гібриди G7 – *Regata* і G8 – *LG 5377*, що увійшли до 3 кластера.

Висновки. Виділені індекси *YSI*, *YI*, *SSI*, *RDI*, *DI*, *ISR* та показники адаптивності *Sc*, *Hom*, s_{gi} і SVG_i, що найбільш повно характеризують стійкість гібридів соняшника до посухи. Показники адаптивності b_i, σ^2_{SACi} і K_{gi} розділяють гібриди на інтенсивні, пластичні та стабільні за їх реакцією на стрес дефіциту вологи.

За індексами посухостійкості, показниками адаптивності до посухи та біплот-аналізом, як найбільш посухостійкий виділений гібрид *Agora*, гібрид *Bella* виділений як пластичний, а гібрид *Niagara* як найбільш нестійкий до посухи, або гібрид інтенсивного типу.

За допомогою кластерного аналізу десять гібридів соняшника були розподілені на три кластера: стійкі до посухи, середньої стійкості, не стійкі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Anderson W.K., Brennan R.F., Jayasena K.W., Micic S., Moore J.H., Nordblom T. Tactical crop management for improved productivity in winter-dominant rainfall regions: a review. *Crop & Pasture Science*. 2020, Vol. 71, P. 621–644. https://doi.org/10.1071/CP19315
2. Blum A. Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 1988
3. 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
4. Ceglar A., Toreti A., Lecerf R., Van der Velde M., Dentener F. Impact of meteorological drivers on regional inter-annual crop yield variability in France. *Agric. For. Meteorol*. 2016, Vol. 216, 58–67. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.10.004
5. Chakherchaman S.A., Mostafaei H., Imanparast L. and 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
6. Chawade A., Armonienė R., Berg G., Brazauskas G., Frostgård G., Geleta M., Gorash A., Henriksson T., Himanen K., Ingver A. A transnational and holistic breeding approach is needed for sustainable wheat production in the Baltic Sea region. *Physiol. Plant*. 2018, Vol. 164, 442–451. https://doi.org/10.1111/ppl.12726
7. Eberhart S.A, Rassell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sc*. 1966. Vol. 6. № 1. P. 36–40.
8. 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
9. 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.
10. 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
11. 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.
12. González-Alonso A., Ramírez-Tortosa C., Varela-López A., Roche E., Arribas M. et al. Sunflower Oil but Not Fish Oil Resembles Positive Effects of Virgin Olive Oil on Aged Pancreas after Life-Long Coenzyme Q Addition. *Int. J. Mol. Sci*. 2015. Vol. 16. P. 23425–23445
13. Iqbal N., Ashraf M., Ashraf M.Y. and Azam F. Effect of exogenous application of glycinebetaine on capitulum size and achene number of sunflower under water stress. *International Journal of Biology and Biotechnology*. 2005. Vol. 2, Issue 3. P. 765-771.
14. 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.
15. Khatun M., Hossain T.M., Miah M.M., Khandoker S., Rashid M.A. Profitability of sunflower cultivation in some selected sites of Bangladesh. *Bangladesh J. Agric. Res*. 2016. Vol. 41. P. 599–623.
16. Konovalova V.M., Tyshchenko A.V., Bazalii H.G., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D. et al. Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (Part 2 – drought years). *Аграрні інновації*. 2023. № 20. С. 82–92. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.20.13
17. Konovalova V.M., Tyshchenko A.V., Bazalii H.H., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D., et al. Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (part 1 – years with sufficient moisture). *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С. 140–150. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.22
18. Kristin A.S., Serna R.R., Perez F.I., Enriquez B.C., Gallegos J.A.A., et al. Improving common bean performance under drought stress. *CropSci*. 1997. Vol. 37. P. 43-50.
19. Lan J. Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*. 1998. Vol. 7. P. 85–87.
20. Lavrynenko Y., Tyshchenko A., Bazalii H., Konovalova V., Zhupyna A., et al. Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of Southern Ukraine. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LXVI, No. 2, 2023. P. 294–301. ISSN 2285-5785
21. 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
22. 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.
23. Ojha A. & Ojha B.R. Assessment of Morpho-Physiological, Yield and Yield Attributing Traits Related to Post Anthesis Drought in Wheat Genotypes Under Rainfed Condition in Rampur, Chitwan. *Int. J. Appl. Sci. Biotechnol*. 2020, Vol. 8, Issue 3, P. 323-335. DOI: 10.3126/ijasbt.v8i3.31609
24. Rauf S. Breeding sunflower (*Helianthus annuus* L.) for drought tolerance, Commun. *Biom. Crop Sci.*, 2008, Vol. 3, P. 29-44
25. 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
26. Škorić D. Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses. *Helia*. 2009. Vol.32(50). P. 1-16.
27. Subira J., Álvaro F., del Moral L.F.G., & Royo C. Breeding effects on the cultivar × environment interaction of durum wheat yield. *European Journal of Agronomy*, 2015, Vol. 68, 78-88. https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.04.009
28. Team B.A. Second assessment of climate change for the Baltic Sea basin. In Regional Climate Studies; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2015, Vol. 6, pp. 131–144.
29. Tyshchenko A.V., Konovalova V.M., Bazalii H.H., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D. et al. Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine (part 1 – years with sufficient moisture). *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С. 190–200. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.29
30. Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Konovalova V.M., Fundirat K.S., Piliarska O.O. Methods of determining the drought resistance of plants. *Scientific Collection «InterConf+»*, 33(155): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Modern Knowledge: Research and Discoveries» (May 19-20, 2023; Vancouver, Canada) by the SPC «InterConf». A.T. International, 2023. P. 343-361. https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2023.030

31. Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Konovalova V.M., Fundirat K.S., Piliarska O.O. Methods of determining the adaptability and ecological stability of plants. *Scientific Collection «InterConf+»*, 33(155): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Modern Knowledge: Research and Discoveries» (May 19-20, 2023; Vancouver, Canada) by the SPC «InterConf». A.T. International, 2023. P. 324-342. https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2023.029
32. 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. Vol. 9, No. 2, P. 353-358. ISSN 2285-5718
33. 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.
34. Yuyi Zhou, Rui He, Yuling Guo, Keke Liu, Guanmin Huang et al. A novel ABA functional analogue B2 enhances drought tolerance in wheat. *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. P. 2887. https://doi.org/10.1038/s41598-019-39013-8
35. 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. https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.1
36. 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
37. 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
38. 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 адаптивних ознак. *Аграрні інновації*. 2022. № 16. С. 94–103. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.15
39. 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. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.20
40. 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
41. 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. *Аграрні інновації*. 2023. № 17. С. 25–36. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.4
42. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Формування стійкості рослин насіннєвої люцерни в умовах різного екологічного градієнта. *Вісник аграрної науки.* 2023. № 3 (840). С. 53–62. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-08
43. 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
44. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Фундират К.С., Коновалова В.М. Адаптивні ознаки та їх прояв у популяцій люцерни другого року за кормового використання. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 143–155. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.20
45. 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. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21
46. Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Люта Ю.О., Пілярська О.О. Адаптивна здатність – важлива ознака в селекції рослин. *Зрошуване землеробство*. 2021. № 75, С. 101–109. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.19

REFERENCES:

1. Anderson, W.K., Brennan, R.F., Jayasena, K.W., Micic, S., Moore, J.H. & Nordblom, T. (2020). Tactical crop management for improved productivity in winter-dominant rainfall regions: a review. *Crop & Pasture Science*, 71, 621–644. https://doi.org/10.1071/CP19315
2. Blum, A. (1988). Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. ISBN 9781351075718.
3. 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
4. Ceglar, A. et al. (2016). Impact of meteorological drivers on regional inter-annual crop yield variability in France. *Agric. For. Meteorol.*, 216, 58–67. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.10.004
5. 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.
6. Chawade, A. et al. (2018). A transnational and holistic breeding approach is needed for sustainable wheat production in the Baltic Sea region. *Physiol. Plant*, 164, 442–451. https://doi.org/10.1111/ppl.12726
7. Eberhart, S.A & Rassell, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sc.*, 6(1), 36–40.
8. Farshadfar, E., & Sutka, J. (2002). Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. *Cereal Res Commun.*, 31, 33–40. https://www.jstor.org/stable/23787201

9. 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.
10. 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
11. Gavuzzi, P. et al. (1997). Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Canadian Journals of Plant Science*, 77(4), 523–531.
12. González-Alonso, A., Ramírez-Tortosa, C., Varela-López, A., Roche, E., Arribas, M. et al. (2015). Sunflower Oil but Not Fish Oil Resembles Positive Effects of Virgin Olive Oil on Aged Pancreas after Life-Long Coenzyme Q Addition. *Int. J. Mol. Sci*., 16, 23425–23445
13. Iqbal, N., Ashraf, M., Ashraf, M.Y. & Azam, F. (2005). Effect of exogenous application of glycinebetaine on capitulum size and achene number of sunflower under water stress. *International Journal of Biology and Biotechnology*, 2(3), 765-771.
14. 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.
15. Khatun, M., Hossain, T.M., Miah, M.M., Khandoker, S. & Rashid M.A. (2016). Profitability of sunflower cultivation in some selected sites of Bangladesh. *Bangladesh J. Agric. Res*., 41, 599–623.
16. Konovalova, V.M., Tyshchenko, A.V., Bazalii, H.G., Fundirat, K.S., Tyshchenko, O.D. et al. (2023). Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (Part 2 – drought years). *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 20, 82–92. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.20.13
17. Konovalova, V.M., Tyshchenko, A.V., Bazalii, H.H., Fundirat, K.S., Tyshchenko, O.D. et al. (2023) Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (part 1 – years with sufficient moisture). *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 19, 140–150. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.22
18. Kristin, A.S. et al. (1997). Improving common bean performance under drought stress. *CropSci*., 37, 43-50.
19. Lan, J. (1998). Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 7, 85–87.
20. Lavrynenko, Y., Tyshchenko, A., Bazalii, H., Konovalova, V., Zhupyna, A. et al. (2023). Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of Southern Ukraine. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, LXVI(2), 294–301. ISSN 2285-5785
21. Lin, C.S. & Binns, M.R. (1988). A superiority measure of cultivar performance for cultivar × location data. *Can. J. PlantSci*., 68, 193–198. https://doi.org/10.4141/cjps88-018
22. 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.
23. Ojha, A. & Ojha, B.R. (2020). Assessment of Morpho-Physiological, Yield and Yield Attributing Traits Related to Post Anthesis Drought in Wheat Genotypes Under Rainfed Condition in Rampur, Chitwan. *Int. J. Appl. Sci. Biotechnol*., 8(3), 323-335. doi.org/10.3126/ijasbt.v8i3.31609
24. Rauf, S. (2008). Breeding sunflower (*Helianthus annuus* L.) for drought tolerance, Commun. *Biom. Crop Sci.*, 3, 29-44
25. 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
26. Škorić, D. (2009). Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses. *Helia*, 32(50), 1-16.
27. Subira, J., Álvaro, F., del Moral, L.F.G. & Royo, C. (2015). Breeding effects on the cultivar × environment interaction of durum wheat yield. *European Journal of Agronomy*, 68, 78-88. https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.04.009
28. Team, B.A. (2015). Second assessment of climate change for the Baltic Sea basin. In Regional Climate Studies; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 6, 131–144.
29. Tyshchenko, A.V., Konovalova, V.M., Bazalii, H.H., Fundirat, K.S., Tyshchenko, O.D. et al. (2023). Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine (part 1 – years with sufficient moisture). *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 19, 190–200. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.29
30. Tyshchenko A.V. et al. (2023). Methods of determining the drought resistance of plants. *Scientific Collection «InterConf+», 33(155): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Modern Knowledge: Research and Discoveries» by the SPC «InterConf»*. (pp. 343-361) A.T. International. Vancouver, Canada. https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2023.030 ISSN 2709-4685
31. Tyshchenko A.V. et al. (2023). Methods of determining the adaptability and ecological stability of plants. *Scientific Collection «InterConf+», 33(155): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Modern Knowledge: Research and Discoveries» by the SPC «InterConf»*. (pp. 324-342) A.T. International. Vancouver, Canada. https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2023.029 ISSN 2709-4685
32. 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. ISSN 2285-5718
33. Vozhehova, R. et al. (2021). Evaluation of breeding indices for drought tolerance in alfalfa (*Medicago*) genotypes. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, LXIV(2), 435-444.
34. Yuyi, Z. et al. (2019). A novel ABA functional analogue B2 enhances drought tolerance in wheat. *Scientific Reports*. 9:2887. https://doi.org/10.1038/s41598-019-39013-8
35. 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. https://doi.org/10.32845/ agrobio.2021.2.1 [in Ukrainian].

36. 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].
37. 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].
38. 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].
39. 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].
40. 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].
41. Vozhehova, R.A. et al. (2023). Posukhostiikist populiatsii liutserny druhoho roku za kormovoho vykorystannia [Drought resistance of second-year alfalfa populations for fodder use]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 17, 25–36. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.4 [in Ukrainian].
42. Vozhehova, R.A. et al. (2023). Formuvannia stiikosti roslyn nasinnievoi liutserny v umovakh riznoho ekolohichnoho hradiienta [Formation of resistance of seed alfalfa plants in conditions of different environmental gradients]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 3(840), 53–62. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-08 [in Ukrainian].
43. 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].
44. Vozhehova, R.A. et al. (2023). Adaptyvni oznaky ta yikh proiav u populiatsii liutserny druhoho roku za kormovoho vykorystannia [Adaptive traits and their manifestation in alfalfa populations of the second year for fodder use]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 18, 143–155. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.20 [in Ukrainian].
45. 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. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21. [in Ukrainian].
46. 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].

Тищенко А.В., Степанов С.С., Тищенко О.Д., Коновалова В.М., Очкала О.С. Реакція гібридів соняшника ранньої групи стиглості на дефіцит вологи в умовах Степу України

Метою досліджень було вивчення і аналіз екологічної стійкості та адаптивності до нестачі вологи ранньостиглих гібридів соняшника в умовах Півдня України. **Матеріали і методи досліджень.** Реакцію десяти гібридів соняшника ранньої групи стиглості на різні умови вирощування вивчали в ТОВ «Агропроект Юг» Херсонської області протягом 2020–2021 рр. Дослідження проводилися на двох різних за показниками ґрунту ділянках. Аналіз стійкості гібридів соняшника до дефіцити вологи проводили за допомогою різних математичних індексів посухостійкості та показників адаптивності і екологічної стійкості. **Результати дослідження та їх обговорення.** Отримані експериментальні дані за інтенсивності посухи 0,520 дозволили виділити гібриди соняшника, що істотно перевищують середньогібридну за урожайністю в стресових умовах: Agora і Bella 1,570–1,651 т/га, а за умов достатнього зволоження: Bella, Cabana і Niagara з урожайністю 2,864–3,037 т/га. За SSI, TOL, YSI, RDI, DI, SSPI та ISR виділений гібрид Agora. За індексами MP, YI, STI, GMP, MSTI, M_1STI і M_2STI та HMP виділений гібрид Bella, а індексом абіотичної толерантності виділений гібрид Niagara. За коефіцієнтом регресії (b_i) виділений гібрид інтенсивного типу Niagara, стабільного типу – Agora та гібрид добре адаптований до різноманітних умов вирощування Bella і Латитуда. **Висновки.** Виділені індекси YSI, YI, SSI, RDI, DI, ISR та показники адаптивності Sc, Hom, s_{gi} і SVG_i, що найбільш повно характеризують стійкість гібридів соняшника до посухи. Показники адаптивності b_i, σ^2_{SACi} і K_{gi} розділяють гібриди на інтенсивні, пластичні та стабільні за їх реакцією на стрес дефіциту вологи. Виділений найбільш посухостійкий гібрид Agora, гібрид Bella – пластичний, а гібрид Niagara – найбільш нестійкий до посухи, або гібрид інтенсивного типу.

Ключові слова: соняшник, гібрид, урожайність, посухостійкість, індекси посухостійкості, адаптивність, екологічна стійкість.

Tyshchenko A.V., Stepanov S.S., Tyshchenko O.D., Konovalova V.M., Ochkala O.S. Reaction of sunflower hybrids of the early maturity group to moisture deficit in the conditions of the Steppe of Ukraine

The purpose of the research was to study and analyze the environmental stability and adaptability to moisture shortage of early-ripening sunflower hybrids in the conditions of Southern Ukraine. **Research materials and**

methods. The reaction of ten sunflower hybrids of the early maturity group to different growing conditions was studied at Agroproekt Yug LLC of the Kherson region during 2020–2021. The research was conducted on two sites with different soil parameters. Analysis of the resistance of sunflower hybrids to moisture deficit was carried out with the help of various mathematical indices of drought resistance and indicators of adaptability and environmental stability. **Research results and their discussion.** The obtained experimental data at a drought intensity of 0.520 made it possible to identify sunflower hybrids that significantly exceed the average hybrid yield in stressful conditions: Agora and Bella 1.570–1.651 t/ha, and under conditions of sufficient moisture: Bella, Cabana and Niagara with a yield of 2.864–3.037 t/ha. For SSI, TOL, YSI, RDI, DI, SSPI and ISR, the Agora hybrid is selected. According to the MP, YI, STI, GMP, MSTI, M_1STI and M_2STI and HMP indices, the Bella hybrid was selected, and the Niagara hybrid was selected according to the abiotic tolerance index. According to the regression coefficient (b_i), the intensive Niagara type hybrid, the stable Agora type and the hybrid well adapted to various growing conditions of Bella and Latytude were selected. **Conclusions.** The indices YSI, YI, SSI, RDI, DI, ISR and adaptability indicators Sc, Hom, s_{gi} and SVG_i, which most fully characterize the resistance of sunflower hybrids to drought, are highlighted. Adaptability indicators b_i, σ^2_{SACi} and K_{gi} divide the hybrids into intensive, plastic and stable according to their response to moisture deficit stress. The most drought-resistant Agora hybrid, the Bella hybrid is plastic, and the Niagara hybrid is the most drought-resistant, or intensive type hybrid.

Key words: sunflower, hybrid, productivity, drought resistance, drought resistance indices, adaptability, environmental sustainability.

УДК 339.9:338.439.02:338/24(477)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.26

РОЛЬ ІННОВАЦІЙ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

АНТОЩЕНКОВА В.В. – доктор економічних наук, доцент,
доцент кафедри глобальної економіки
orcid.org/0000-0002-3963-6263
Державний біотехнологічний університет
ПЕРЕСАДА М.О. – аспірант кафедри глобальної економіки
orcid.org/0009-0007-0229-737X
Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. Сільське господарство завжди було одним із найважливіших секторів світової економіки. За останні роки з розвитком технологій галузь зазнала значних змін. Так, інновації допомогли підвищити врожайність, зменшити кількість відходів і покращити екологічність вирощування. Впровадження інновацій в аграрному секторі має ряд особливостей: 1) інновації пов'язані переважно з новими породами тварин, з новими сортами рослин, новими технологіями, новою технікою, які, зазвичай, змінюють властивості одержуваного продукту, але не ведуть до його нового виду; 2) найчастіше потрібна адаптація нововведення до конкретних агрокліматичних та технологічних особливостей діяльності кожного окремого регіону або аграрного підприємства, а також нерідко потрібна адаптація форм та методів передачі нових знань сільськогосподарським товаровиробникам відповідно до їх рівня підготовленості та світогляду [1]; 3) інновації означають перше використання нововведення на підприємстві незалежно від того, чи застосовувалося воно десь раніше і чи є воно нововведенням для інших підприємств, тобто мінімальною ознакою інновації є вимога того, щоб продукт, процес, метод маркетингу чи організації був новим (чи значно покращеним) для практики конкретного підприємства. Це включає в категорію інновацій продукти, процеси та методи, які підприємства створили першими, та (або) запозичені від інших підприємств [2, с. 27]; 4) сільське господарство належить до галузей, які за своєю природою мають низьку інноваційну активність. У цій галузі продуктові інновації не є ключовим фактором успіху для бізнесу, а технології та обладнання закуповуються у провідних виробників (найчастіше іноземних).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У вітчизняній літературі наведено досить широке коло результатів досліджень інноваційної діяльності. Питанням ролі інновацій в сільськогосподарських підприємствах присвячені праці Гуторова А.О., Онегіної В.М., Смулки О.І., Сіренко Н.М., Матковського П., Шеленко Д., Сас Л., Баланюк І. та інших. Слід зазначити, що дослідження вітчизняних вчених у галузі інноваційної діяльності не є завершеними. Досвід і результати досліджень зарубіжних економістів орієнтовані на розвинені ринкові відносини, внаслідок цього результати даних досліджень можуть бути застосовані в умовах становлення ринку лише після достатньої адаптації до сучасних умов української економіки.

Мета. Обґрунтувати роль інновацій і наслідки інноваційної діяльності в сільськогосподарських підприємствах.

Результати досліджень. Проводячи аналіз аграрного сектору в світі, дуже часто використовують поняття «Зелена революція». В 30-х роках минулого століття на основі науково-технічного прогресу почали відбуватися, особливо в рослинництві, переоснащення технологічних процесів з використанням новітньої агротехніки та агротехнологій. Одна машина почала замінювати працю сотень людей і значно підвищувала продуктивність праці.

У 1830-х роках Джон Дір винайшов залізний плуг і тим самим відкрив нову еру в землеробстві. У 20-х роках минулого століття Генрі Форд відкрив нову віху в механізації сільськогосподарських робіт – освоїв випуск тракторів Fordson [3, с. 47; 4, с. 195]. В даний час існують світові сільськогосподарські тренди – впровадження no till і точного землеробства. Нажаль за останні роки в США великі ферми процвітають, а дрібні занепадають. Спостерігається світова тенденція до укрупнення ферм [5]. Кількість ферм у США в 2018 році скоротилася на 12 800 – до 2 млн. А в 2019 році кількість банкрутств фермерських господарств зросла на 20% і досягла свого критичного максимуму за останні 8 років. Як результат численні психологічні зриви та самогубства.

У США, Канаді, Великобританії та інших економічно розвинених країнах «зелена революція» відбулася ще перед Другою світовою війною та протягом перших післявоєнних десятиліть. Механізація сільськогосподарського виробництва, запровадження передової агротехніки, укрупнення фермерських господарств викликали небачений до того рівень продуктивності сільськогосподарської праці. «Зелена революція» згодом почала розгортатися і в країнах, що розвиваються. Їхнє примітивне сільське господарство рухалося шляхом, який уже пройшли країни Заходу. А в розвинених країнах у цей час почався наступний етап «зеленої революції», під назвою «біотехнологічна революція», що передбачала широке застосування біотехнології, комп'ютерів, нових засобів захисту рослин, способів обробітку ґрун-

тів тощо. Інакше кажучи, поки країни, що розвиваються, механізують сільське господарство, розвинені країни світу здійснюють його біотехнологізацію [6, с. 165].

Після Другої світової війни, коли Європа почала відновлювати свої розірвані війною землі, вона звернулася до США, щоб ті забезпечили Європу продуктами харчування. Зросло інвестування в сільськогосподарські дослідження, щоб задовольнити прохання урядів країн Європи в забезпеченні сільськогосподарською сировиною та готовою продукцією. Як наслідок науково-технічних розробок з'являються нові технології вирощування продукції рослинництва (з використанням ефективних добрив та пестицидів). У поєднанні з попередньою революцією в галузі сільського господарства – появою новітньої техніки, ці нові хімічні речовини дозволяли одній людині обробляти більше землі, ніж будь-коли раніше, при цьому досягати значного зростання врожайності культур і зменшення втрат при зборі врожаю. Поєднання техніки та технологій дало світові надію, що за допомогою такої сильної технології в світі ніколи не виникне дефіцит продовольства [7]. Однак кожен науково-технічний прогрес (що є двигуном економіки) має і свої негативні сторони і наразі це відчувається у всіх країнах з розвиненим сільським господарством: безробіття, екологічні та техногенні катастрофи, зашкалюючий вміст заборонених хімічних речовин в сільськогосподарській продукції, використання генно-модифікованих організмів в сільському господарстві [8, с. 188].

Починаючи з періоду «Зеленої революції» та технологічного прориву, значно зросла урожайність та продуктивність. Адже головне завдання кожного виробника сільськогосподарської продукції було і залишається збільшення обсягів виробництва продукції, застосовуючи нові технології, сучасну техніку, сучасні добрива, пестициди та інше.

Віллард Кокрейн [7] запропонував бігову доріжку сільськогосподарських технологій у 1958 році, щоб пояснити наслідки «Зеленої революції» та зростаюче домінування технологій у сільському господарстві. Сьогодні його бігова доріжка дає можливе пояснити зростаючу індустріалізацію американського землеробства. Сільськогосподарські технології продовжують розвиватися. Це не припинилося «Зеленою революцією» і тому бігова доріжка продовжує рухатися. А точніше вона навпаки прискорилася, автоматизація, робототехнології, комп'ютеризація, інноваційні технології та процеси тільки прискорили її рух. Інвестувати в нові технології вигідно лише для великих фермерських господарств, які зараз є основним джерелом продовольства в США. Бігова доріжка Кокрейна, пояснюється чотирма основними кроками:

Крок 1: Фермер застосовує нові технології, техніку для збільшення обсягів випуску продукції.

Крок 2: Збільшене виробництво продукції фермерами, які застосовують нову технологію, призводить до підвищення врожаїв, продуктивності та надвиробництва і як результат зростаючої пропозиції – зниження закупівельних цін на сільськогосподарську продукцію.

Крок 3: Замість того, щоб отримувати більший дохід від зростання обсягів виробництва, фермери заробляють менше через низькі закупівельні ціни. Вони продовжують вкладати кошти в підвищення врожайності, продуктивності та збільшувати обсяги виробництва, щоб хоч якось, мінімізувати собівартість виробництва одиниці продукції та сплатити борги.

Крок 4: надвиробництво виснажує їх ґрунти, фермери потребують більше добрив, пестицидів, щоб підтримувати свою ферму на рівні, як і раніше і вони повертаються до кроку 1.

Віллард Кокрейн – професор Гарвардського університету. Видатний економіст-аграрник та провідний «архітектор» сільськогосподарської політики в США. Наприкінці 1930-х та в 40-х роках він працював в урядових і сільськогосподарських організаціях ООН. Протягом 1960-х він був головним економістом при Міністерстві сільського господарства США. Він був прихильником сталого сімейного землеробства та винайшов концепцію бігової технології «Бігової доріжки Кокрейна». Нажаль через лобіювання інтересів крупного аграрного бізнесу в Сенаті, його пропозиції щодо функціонування виключно невеликих фермерських господарств, запровадження заходів проти укрупнення фермерських господарств (латифундизму) і накладення квот на надвиробництво – зустріли вороже, і звинуватили науковця в прокомуністичній ідеології. В. Кокрейн покинув політику та продовжив викладати в університеті. А його прогнози щодо банкрутства численних фермерських господарств, їх поглинання, значне зниження якості продукції, що вплинуло і на здоров'я нації вцілому, надвиробництво, глобальні економічні кризи, ціновий «бардак» – здійснились. І варто зауважити, що наразі на цій біговій доріжці вже не можуть утриматися навіть великі підприємства США.

Незважаючи на збільшення виробництва, реальні прибутки в американських господарствах протягом десятиліть зменшувалися. Наприклад, американське виробництво пшениці вдвічі збільшилося з 1960 по 2000 рік, але американська частка на світовому ринку пшениці зменшилась, оскільки інші країни прийняли нові технології та приєдналися до конкуренції, запустивши вже світову бігову доріжку Кокрейна. Це проблема, з якою стикаються багато окремих фермерів. Якщо вони не зможуть постійно удосконалювати виробництво та утримувати конкурентоспроможність, їхні прибутки повільно зникають, як і самі підприємства (тобто вини «злетіли» з бігової доріжки не витримавши навантаження). Сільськогосподарська техніка та технології постійно удосконалюються, хоча і не так швидко як рухається «бігова доріжка».

А отже, висновки видатного науковця Віларда Кокрейна підтверджуються результатами, які розвинені країни світу вже відчувають на собі протягом останніх як мінімум 30 років: жорстку конкуренцію, надвиробництво, занижені закупівельні ціни на сировину, численні факти банкрутства. Доки одні країни переживали надвиробництво продукції, перевищення обсягів пропозиції над попитом, інші, особливо постсоціалістичні країни із задоволенням відкривали ринки для імпортної продукції, задовольняючи дефіцитний внутрішній ринок і поступово знищуючи власне виробництво та перетворюючи його на сировинний придаток.

Наразі черга соціально-науково прогресу в аграрному секторі яка полягає в системному осмисленні функціонування фермерських господарств чи проєктів нового рівня, які зможуть себе підтримувати, досягати екологічного, економічного, соціального ефекту та бути поза конкуренцією на своїй ніші ринку (наприклад міські еко-ферми) [9, с. 168; 10, с. 77]. Протягом минулого століття середній розмір фермерських господарств в США мав тенденцію до зростання. Наприклад в 1910 році розмір середньої ферми становив до 60 га, а в 2010 році – приблизно 170 га, в 2017 р. – 197 га з незначною диференціацією по штатах. «Бігова доріжка Кокрейна» пояснює таку тенденцію до зростання розмірів фермерських господарств так: намагаючись залишатися економічно конкурентоспроможними, сільськогосподарські підприємства повинні мати достатній капітал для швидкого впровадження нових технологій, через що невеликі ферми (з меншими обсягами капіталу) стають неконкурентоспроможними та випадають з ринку. Так і сталося, за 100 років в США кількість фермерських господарств скоротилась в 3 рази. Наразі наукова спільнота світу розуміє, що потрібно боротися з монополізацією агропромислового виробництва і варто всіляко підтримувати функціонування невеликих фермерських господарств (сімейних ферм) [11].

Теорія бігової доріжки Кокрейна припускає, що товар, який продається фермерами, є ідентичним, і тому єдиний спосіб конкурувати за споживачів – пропонувати нижчу ціну. Якщо у вас є можливість придбати продукцію однакової якості різних виробників, ви звичайно оберете дешевший варіант. Якщо ж звичайно продукція матиме різну якість і відповідно різну ціну, то ви обираєте залежно від власних потреб та вподобань. Якщо покупець продукції своїми пріоритетами обирає якість продукції, то звичайно він захоче купити якісну продукцію, навіть і в менших обсягах.

Висновки. Останніми роками в сільському господарстві з'явилися величезні інновації, які перетворюють галузь на більш ефективну та сталу. Сільськогосподарські виробники постійно шукають нові способи ефективного управління своїми господарствами. Однак, як показує практика українських переробників, пріоритетом наразі все ж таки виступає ціна. Формуючи сучасну сільськогосподарську галузь, потрібно створити гнучку та відкриту конкуренцію між сільськогосподарськими виробниками, які пропонують широкий асортимент продукції. Оскільки бажання та запити споживачів різноманітні, саме це і формує широке коло виробників різноасортиментної та різнозапитної продукції. І в такому випадку кожен товар має обов'язково знайти свого покупця, уникаючи проблему «Бігової доріжки Кокрейна». Отже, як подолати «Бігову доріжку Кокрейна» і створити аграрний сектор, в якому можуть ефективно функціонувати невеликі фермерські господарства. Функціонування агропромислового сектору України за роки незалежності підтверджує дану ситуацію. Нажаль виживають фінансово спроможні, які вчасно змогли оновити основні засоби, використовувати сучасні засоби виробництва, вчасно купувати необхідні предмети праці, в тому числі хімічні добрива, пестициди та гербіциди. Це підвищувало технологічну та виробничу конкурентоспроможність і як наслідок досягали собівартості виробництва одиниці продукції набагато нижчої ніж в сільськогосподарських підприємствах, які вчасно не змогли досягти підвищення продуктивності праці та стрімкого зростання обсягів виробництва. Надлишковий перекіс у бік закупівлі готового обладнання та технологій за кордоном на шкоду впровадженню своїх нових розробок, абсолютне домінування найменш передових типів інноваційної поведінки характеризують українську інноваційну систему в аграрному секторі як орієнтовану на імітаційний характер. Таким чином, з погляду інноваційного режиму, що характеризує середовище, в якому функціонує аграрний сектор економіки, що дає уявлення про специфіку його інноваційної активності, є режим інерційного імпортоорієнтованого технологічного розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Матковський П., Шеленко Д., Сас Л., Баланюк І. Інноватизація сільськогосподарських підприємств в умовах модернізації економіки. *European Journal of Economics and Management.* 2019. Vol. 5, Issue 2. p. 79–85.
2. Друкер П. Як забезпечити успіх у бізнесі: новаторство і підприємництво. Київ : Україна, 1994. 319 с.
3. Дахно І. І. Міжнародна економіка: Навч. посіб. 2-ге ид., випр. і допов. К.: МАУП, 2006. 248 с.
4. Антощенков Р. В., Антощенков В. М., Галич І. В., Антощенкова В. В., Козлов О. С. Україна: ринок сільськогосподарської техніки, аналіз та перспективи. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка: Технічні науки.* Харків: ХНТУСГ, 2019. Вип. 198. С. 194-201.
5. Blank Steven C. The Economics of American Agriculture: Evolution and Global Development. Armonk N.Y.: M.E. Sharpe, 2008.
6. Антощенкова В. В. Організаційно-економічний механізм інноваційного розвиткусільськогосподарських підприємств. *Вісник ХНАУ. Серія «Економічні науки».* Х.: ХНАУ, 2021. № 2. Том. 1. С. 161-170.
7. Levins Richard A., Willard W. Cochrane. Revisiting the Treadmill. Land Economics 72.4. 1996.
8. Гуторов А. О. Інноваційний потенціал розвитку аграрного сектора економіки. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки.* 2018. № 3(2). С. 183-192.
9. Онегіна В. М., Антощенкова В. В., Кравченко Ю. М. Сучасний стан та перспективи інноваційного розвитку сільськогосподарських підприємств, які спеціалізуються на виробництві продукції тваринництва. *Український журнал прикладної економіки.* 2021. № 4. С. 164-170.
10. Батюк Л. А., Антощенкова В. В. Інноваційно-технологічні чинники глобального економічного розвитку. Науковий економічний журнал «Інтелект XXI». Київ: Видавничий дім «Гельветика», 2019. № 1. С. 76-80.
11. Крилов Д. В. Аналіз рейтингового оцінювання розвитку інноваційної діяльності в Україні. *Ефективна економіка.* 2022. № 5. URL: http://www.economy.nayka.

REFERENCES:

1. Matkovskyi, P., Shelenko, D., Sas L., & Balaniuk, I. (2019). Innovatyzatsiia silskohospodarskykh pidpryiemstv v umovakh modernizatsii ekonomiky [Innovation of agricultural enterprises in the conditions of modernization of the economy]. *European Journal of Economics and Management.* Vol. 5, Issue 2. 79–85 [in Ukrainian].
2. Druker, P. (1994). *Yak zabezpechyty uspikh u biznesi: novatorstvo i pidpryiemnytstvo [How to ensure success in business: innovation and entrepreneurship].* Kyiv : Ukraina, 319 [in Ukrainian].
3. Dakhno, I.I. (2006). *Mizhnarodna ekonomika [International Economics].* K.: MAUP, 2006. 248 p. [in Ukrainian].
4. Antoshchenkov, R.V., Antoshchenkov, V.M., Halych, I.V., Antoshchenkova, V.V., & Kozlov, O.S. (2019). Ukraina: rynok silskohospodarskoi tekhniky, analiz ta perspektyvy [Ukraine: agricultural machinery market, analysis and prospects]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka: Tekhnichni nauky – Bulletin of the Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture: Technical Sciences, 198, 194-201* [in Ukrainian].
5. Blank, Steven C. (2008). The Economics of American Agriculture: Evolution and Global Development. Armonk, NY: M.E. Sharpe.
6. Antoshhenkova, V.V. (2021). Orghanizaciino-ekonomichnyi mekhanizm innovaciinoho rozvytku silskohospodarskykh pidpryiemstv [Organizational and economic mechanism of innovative development of agricultural enterprises]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu im. V.V. Dokuchaieva, Ser. Ekonomichni nauky – KHNAU Bulletin. Series "Economic Sciences", 2, 1, 161-170* [in Ukrainian].
7. Levins, Richard A., & Willard, W. (1996). Cochrane. Revisiting the Treadmill. Land Economics 72.4.
8. Hutorov, A.O. (2018). Innovatsiinyi potentsial rozvytku ahrarnoho sektora ekonomiky [Innovative potential of the development of the agrarian sector of the economy]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Ekonomichni nauky – Bulletin of the Khmelnytskyi National University. Economic sciences, 3(2), 183-192* [in Ukrainian].
9. Onehina, V.M., Antoshchenkova, V.V., & Kravchenko, Yu.M. (2021). Suchasnyi stan ta perspektyvy innovatsiinoho rozvytku silskohospodarskykh pidpryiemstv, yaki spetsializuiutsia na vyrobnytstvi produktsii tvarynnytstva [The current state and prospects of innovative development of agricultural enterprises specializing in the production of livestock products]. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky – Ukrainian Journal of Applied Economics*, *4, 164-170* [in Ukrainian].
10. Batiuk, L.A., & Antoshchenkova, V.V. (2019). Innovatsiino-tekhnolohichni chynnyky hlobalnoho ekonomichnoho rozvytku [Innovative and technological factors of global economic development]. *Naukovyi ekonomichnyi zhurnal «Intelekt XXI» – Scientific economic magazine "Intellect XXI", 1,* 76-80 [in Ukrainian].
11. Krylov, D.V. (2022). Analiz reitynhovoho otsiniuvannia rozvytku innovatsiinoi diialnosti v Ukraini [Analysis of the rating assessment of the development of innovative activity in Ukraine]. *Efektyvna ekonomika – Efficient economy,* 5. URL: http://www.economy.nayka [in Ukrainian].

Антощенкова В.В., Пересада М.О. Роль інновацій у сільському господарстві

Мета. Метою проведених досліджень було обґрунтування ролі інновацій і наслідків інноваційної діяльності в сільськогосподарських підприємствах. **Методи.** Методологічною основою дослідження послужили праці вітчизняних та зарубіжних учених-економістів, присвячені питанням управління підприємством, організації інноваційної діяльності. При розробці та вирішенні поставлених завдань використовувалися абстрактно-логічні методи. **Результати.** Проводячи аналіз аграрного сектору в світі, дуже часто використовують поняття «Зелена революція». Зелена революція – перетворення сільського господарства на основі сучасної агротехніки. Включає три основні компоненти: виведення нових швидкостиглих сортів зернових; розширення іригації; ширше застосування сучасної техніки, добрив та інших хімікатів. В 30-х роках минулого століття на основі науково-технічного прогресу почали відбуватися, особливо в рослинництві, переоснащення технологічних процесів з використанням новітньої агротехніки та агротехнологій. Одна машина почала замінювати працю сотень людей і значно підвищувала продуктивність праці. На основі теорії «бігової доріжки» Кокрейна обгруновано роль інновацій та наслідки інноваційної діяльності. Теорія бігової доріжки Кокрейна припускає, що товар, який продається фермерами, є ідентичним, і тому єдиний спосіб конкурувати за споживачів – пропонувати нижчу ціну. Якщо у вас є можливість придбати продукцію однакової якості різних виробників, ви звичайно оберете дешевший варіант. Якщо ж звичайно продукція матиме різну якість і відповідно різну ціну, то ви обираєте залежно від власних потреб та вподобань. Якщо покупець продукції своїми пріоритетами обирає якість продукції, то звичайно він захоче купити якісну продукцію, навіть і в менших обсягах. Однак, як показує практика українських переробників, пріоритетом наразі все ж таки виступає ціна. Формуючи сучасну сільськогосподарську галузь, потрібно створити гнучку та відкриту конкуренцію між сільськогосподарськими виробниками, які пропонують широкий асортимент продукції. Оскільки бажання та запити споживачів різноманітні, саме це і формує широке коло виробників різноасортиментної та різнозапитної продукції. І в такому випадку кожен товар має обов'язково знайти свого покупця, уникаючи проблему «Бігової доріжки Кокрейна». **Висновки.** Останніми роками в сільському господарстві з'явилися значні інноваційні зрушення та інновації, які перетворюють галузь на більш ефективну та сталу. Сільськогосподарські виробники постійно шукають нові способи ефективного управління своїми господарствами. В Україні спостерігається надлишковий перекіс в сторону закупівлі готового обладнання та технологій за кордоном на шкоду впровадженню вітчизняних нових розробок. Абсолютне домінування найменш передових типів інноваційної поведінки характеризують українську інноваційну систему в аграрному секторі як орієнтовану на імітаційний характер. Таким чином, з погляду інноваційного режиму, що характеризує середовище, в якому функціонує аграрний сектор економіки, що дає уявлення про специфіку його інноваційної активності, є режим інерційного імпортоорієнтованого технологічного розвитку.

Ключові слова: інновації, інноваційна діяльність, зелена революція, теорія «бігової доріжки» Кокрейна, сільське господарство.

Antoshchenkova V.V., Peresada M.O. The role of innovations in agriculture

Purpose. The purpose of the conducted research was to substantiate the role of innovations and the consequences of innovative activities in agricultural enterprises. **Methods.** The methodological basis of the study was the works of domestic and foreign economists, devoted to issues of enterprise management, organization of innovative activities, abstract-logical methods were used in the development and solving of the tasks. **The results.** When analyzing the agricultural sector in the world, the term "Green Revolution" is often used. The Green Revolution is the transformation of agriculture based on modern agricultural technology. It includes three main components: the development of new quick-ripening varieties of cereals; expansion of irrigation; wider use of modern technology, fertilizers and other chemicals. In the 30s of the last century, on the basis of scientific and technical progress, re-equipment of technological processes with the use of the latest agricultural machinery and agro-technologies began to take place, especially in crop production. One machine began to replace the work of hundreds of people and significantly increased labor productivity. On the basis of Cochrane's "treadmill" theory, the role of innovation and the consequences of innovative activity are substantiated. Cochrane's treadmill theory suggests that the product sold by farmers is identical, and therefore the only way to compete for consumers is to offer a lower price. If you have the opportunity to purchase products of the same quality from different manufacturers, you will usually choose the cheaper option. If, of course, the products will have different quality and, accordingly, different prices, then you choose depending on your own needs and preferences. If the buyer of products chooses product quality as his priorities, then of course he will want to buy quality products, even in smaller quantities. However, as the practice of Ukrainian processors shows, price is still the priority at the moment. Forming a modern agricultural industry, it is necessary to create flexible and open competition between agricultural producers who offer a wide range of products. Since the wishes and requests of consumers are diverse, this is precisely what forms a wide range of manufacturers of various assortments and various demand products. And in this case, each product must find its buyer, avoiding the problem of the "Cochrane Treadmill". **Conclusions.** In recent years, agriculture has seen significant innovation shifts and innovations that are transforming the industry into a more efficient and sustainable one. Agricultural producers are constantly looking for new ways to effectively manage their farms. In Ukraine, there is an excessive bias towards the purchase of ready-made equipment and technologies abroad to the detriment of the introduction of domestic new developments. The absolute dominance of the least advanced types of innovative behavior characterizes the Ukrainian innovation system in the agricultural sector as being imitative in nature. Thus, from the point of view of the innovation regime, which characterizes the environment in which the agrarian sector of the economy functions, which gives an idea of the specifics of its innovative activity, there is a regime of inertial import-oriented technological development.

Key words: innovation, innovative activity, green revolution, Cochrane's "treadmill" theory, agriculture.

УДК 633.17:631.86:631.671
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.28

ВПЛИВ БІОДОБРИВ ТА КОМПЛЕКСНИХ БІОПРЕПАРАТІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ ПРОСА В УМОВАХ РІЗНОЇ ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ

НІКІТЕНКО М.П. – аспірант, асистент кафедри землеробства
orcid.org/0000-0001-7453-6682
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Підвищення врожайності та стійкості сільськогосподарських культур до негативних наслідків глобальних змін клімату є важливою задачею перед сучасною наукою. При вирішенні якої, дослідники звертають увагу на розробку технологій вирощування, що максимально використовують потенціал продуктивності сучасних видів та сортів рослин за різних ґрунтових і погодних умов.

Важливим завданням для забезпечення продовольчої безпеки та збільшення експортного потенціалу країни полягає у підвищенні врожайності високоякісного продовольчого зерна. Просо вважається зерном номер один серед злаків завдяки своїм добрим смаковим якостям і харчовій цінності. У харчуванні людей, пшоно – зерно готове до споживання, важливе джерело енергії, білків, вітамінів і мінералів. Тому його використовують для виробництва хліба, круп, макаронних виробів, каш і багатьох інших продуктів. Широкий спектр використання пшона робить його універсальною культурою не лише у харчовій промисловості, але й у технічних процесах таких як виробництво кормів для тварин. Останнім часом компанії, що займаються генетикою рослин по всьому світу, активно працюють над тим, щоб перетворити його в енергетичну рослину. Наведені переваги, роблять просо однією з ключових культур у світовому сільському господарстві, харчовому та промисловому виробництві.

Багатофункціональність використання зерна просо обумовлена екологічною стійкістю, легкій адаптації рослини до різних кліматичних умов, мінімальних вимогах до ґрунту та води, а також в невеликому обсязі догляду за посівами, що робить її привабливою для органічного вирощування.

Просо добре пристосовується до українських агрокліматичних умов, його широке виробництво зосереджено переважно у центральній та південній частин країни, де здебільшого рівнинний ландшафт. Культура просо стійка до посух та не потребує додаткових умов зволоження. У порівнянні з іншими зерновими культурами, просо вимагає для вирощування менше води та добрив, що робить його більш економічним у виробництві. Одним із ключових напрямків у цьому контексті є розвиток елементів адаптованих агротехнологій, які сприяють оптимізації вирощування сільськогосподарських культур залежно від кліматичних умов території, таких як температура навколишнього середовища, світловий режим, опади, вологість повітря та вітер. Доцільність застосування конкретних агротехнічних прийомів та адаптованих технологій оцінюється з точки зору їхнього впливу на врожайність та стійкість рослин до стресових умов [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Початок впровадження елементів адаптивних технологій у сільськогосподарському виробництві можна віднести до останніх десятиліть. У цей період відзначаються тенденції до пошуку інноваційних підходів, спрямованих на оптимізацію сільськогосподарського виробництва з урахуванням змін клімату, ресурсного забезпечення та вимог ринку.

Зокрема, зростає зацікавленість у використанні сучасних методів та технологій, що дозволяють адаптувати сільське господарство до тривалих зміни, оптимізувати використання ресурсів [2], підвищувати врожайність та стійкість культур до стресових умов [3]. Зокрема, досліджуються технології крапельного та мікро зрошення [4], використання сучасних гібридних та генетично модифікованих стійких сортів рослин [5], впровадження точного землеробства [6] та сільськогосподарських дронів [7-9], а також використання агроекологічної інтенсифікації виробничого процесу [10].

Процес впровадження елементів адаптивних технологій у сільськогосподарське виробництво безперервно еволюціонує, оскільки вимагає постійного аналізу та пристосування до нових викликів і можливостей, що відкриваються завдяки науковим дослідженням та інноваціям у галузі сільського господарства.

Мета досліджень полягала у вивченні впливу біокліматичних умов регіону на процес формування врожайності просо посівного *(Panicum miliaceum L)* за умов використання біологічних добрив та багатофункціональних комплексних препаратів.

Об'єкт дослідження процесу формування продуктивності проса, ріст та його розвиток, а також розробка адаптивних технології та методів, які дозволять оптимізувати цей процес в залежності від конкретних кліматичних умов та екологічних факторів.

Матеріали та методика досліджень Польові дослідження проводилися впродовж 2021–2023 рр. у Миколаївської області. Просо посівне *(Panicum miliaceum L)* сорту Денвікське вирощували за схемою трифакторного польового досліду, до складу якого входило змінний показник ширини міжрядь та використання біодобрив та багатофункціональних комплексних препаратів дія яких підвищувала врожайність

культури. До виконання наших завдань входило досліди формування урожаю та якості зерна проса залежно від ширини міжрядь, методів внесення біологічних добрив і багатофункціональних комплексних препаратів у відповідності до впливу погодно-кліматичних умов регіону.

Врожайність рослинної продукції підсумковий показник, за яким проводять об'єктивний аналіз ефективності та доцільності застосування певних агрозаходів та оцінки дієвості конкретно-визначеного елементу видової чи сортової технології. Проведення аналізу врожайності рослинної продукції дозволяє оцінити ефективність та доцільність застосування певних агротехнічних заходів, таких як внесення біодобрив або застосування інших захисних препаратів. Порівнюючи результати різних агротехнологій визначають найбільш ефективні методи, з точки зору врожайності та якості продукції, що є ключовим показником для прийняття управлінських рішень в сільськогосподарських підприємствах.

Результати досліджень показали, що максимальна температура повітря припадає у період з другої половини липня по першу декаду серпня, а перші осінні заморозки відбуваються наприкінці вересня. За теплий період року сума активних температур повітря коливається в межах 3140-4925°С, а сума ефективних температур від 1705 до 1875°С, тривалість сонячного світла 16-20 годин/день. Середня багаторічна кількість опадів за вегетаційний період становить 220 мм. Середньорічна характеристика сонячного режиму для південної частини Степової зони України варіюється в залежності від місяця та області в межах 1704-1955 годин (табл. 1).

Окрім цього для нормального розвитку культур вагоме значення має лише частина сонячного спектру (ФАР), яка впливає на процеси фотосинтезу та дихання рослин, а також накопичення органічних речовин в них [11]. Для ефективного стимулювання останнього показника інтенсивність сонячної радіації визначається за накопиченням певної кількості органічної речовини рослин.

Ступінь вологозабезпеченості території впливає на температурний режим через опади, що позначається на фізіологічних процесах у рослин. Рівень вологості ґрунту безпосередньо впливає на етапи розвитку культури, на процеси фотосинтезу та живлення рослин. З достатньою кількістю продуктивної вологи в ґрунті рослини здатні охолоджуються і не перегріваються навіть у спекотні дні. Хоча, просо є посухостійкою культурою, забезпечення вологістю має важливе значення для формування врожаю у певні періоди його росту. Впродовж вегетаційного періоду просо потребує різної кількості вологи, тому достатнє вологозабезпечення – важливий фактор, особливо на критичних етапах росту. Дослідження динаміки вологості ґрунту показало, що її накопичення має пряму залежність від метеорологічних умов, а також інших факторів, таких як зміна ширини міжрядь та використання біологічних добрив та багатофункціональних комплексних препаратів.

Середньорічна кількість опадів не дозволяє точно оцінити вологість території та достатнє водопостачання для ефективного розвитку проса. Тому під час років досліджень ми виявили нерівномірний розподіл атмосферних опадів протягом вегетаційного періоду проса. Нами було зазначено, що більша частина опадів, яка в основному мала характер зливів, припадала на кінець весни та початок літа, тоді як у другій половині літа опади були значно меншими, ніж середньорічні показники. Такий подекадний розгляд дозволяє нам зробити оцінку щодо ефективності надходження опадів для рослин, в залежності від критичних фаз розвитку проса у вологозабезпеченні (рис. 1).

Провівши моніторингове дослідження, було виявлено, що найбільш критичний вегетаційний період проса у забезпечені вологою відбуваються у фазу розвитку стеблування, цей момент припадає на третю декаду червня. На рис. 1 приведено чітку характеристику того, що червень місяць має високу забезпеченість опадів у 2021 році – 111 мм, що в свою чергу позитивно вплинуло на формування урожайності культури в цьому році. Найменшою сума опадів за третю декаду червня спостерігалось у 2022 році, забезпечення опадами було на рівні10 мм.

Метод системного аналізу, дозволяє надати точну оцінку стану вологості ґрунту в умовах змін клімату, прояв якого стає більш жарким і схильним до посухи, розглядаючи комплексну взаємодію температурного режиму та вологозабезпечення. Загальне підвищення температур в приземному шарі атмосфери призводить до швидкого випаровування вологи з ґрунту, що

Таблиця 1

Термосолярний режим Миколаївської області за 2021-2023 рр.

Місяці	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Всього за період
Сума активних температур за 2021 р. °С	80,0	482,1	626,1	796,7	760,7	481,3	147,6	3375
Сума активних температур за 2022 р. °С	140,6	494,8	676,6	922,1	990,6	551,1	149,2	3925
Сума активних температур за 2023 р. °С	224,3	475,9	627,9	740,7	775,7	622,9	439,0	3140
Тривалість сонячного сяяння за вегетаційний період рослин, години	203	272	289	336	317	248	166	1900
Середньомісячні та річні значення ФАР для Степової зони України, кДж/см^2	23,46	32,26	33,52	36,45	30,16	22,66	14,24	167,6

ускладнює його зволоження. Крім того, опади зливового характеру не сприяють ефективному зберіганню вологи в ґрунті, оскільки велика кількість води швидко стікає і не встигає вбиратися в ґрунт, що призводить до затоплення, ерозії або утворення ґрунтової кірки.

Згідно з агрометеорологічними даними регіону, які враховують показники температурного режиму та вологості впродовж вегетаційного періоду культури, особливу увагу приділяли критичним періодам розвитку рослин. Комплексну оцінку здійснювали, використовуючи показник гідротермічного коефіцієнту (ГТК) за Селяніновим, щомісяця протягом років дослідження. За визначеним показником ГТК надавали загальну характеристику кожному року дослідження, а помісячне визначення цього показника визначало не тільки прибуткову частину водного балансу, у вигляді опадів, а й непродуктивну витрату вологи, випаровуваність з поверхні ґрунту та рослин.

За даними таблиці 2, у 2021 р. сума опадів склала 525 мм, відповідно показник ГТК за Селяніновим – 1,40, увесь рік характеризувався, як достатньо-вологий. Проте відзначалось коливання показника ГТК у межах 0,13 – 2,83. За 2022 р. загальна сума опадів була 276 мм, за показником ГТК рік характеризувався, як середньо-посушливий значенням 0,65, коливання ГТК за період вегетації 0,13-2,12. В 2023 р. загальна сума опадів склала 416 мм та за показником ГТК 0,99 рік характеризувався, як слабко-посушливий з коливанням показника ГТК за період вегетації 0,16-3,23, тому для оптимального розвитку культури, нестачі тепла не відзначалось, проте постерігається мінливість волого-забезпеченя території.

У роки дослідження відзначались різкі перепади середньодобових температур, а також нерівномірний розподіл опадів за сезонами, що спричинило велику розбіжність значень ГТК Селянинова від 0,11 до 3,23, особливо це було відчутно у 2021 році. За основною характеристикою в усі роки спостереження, найбільш високий коефіцієнт ГТК відзначався у весняний період – квітень місяць, найбільш посушливий період за всі роки

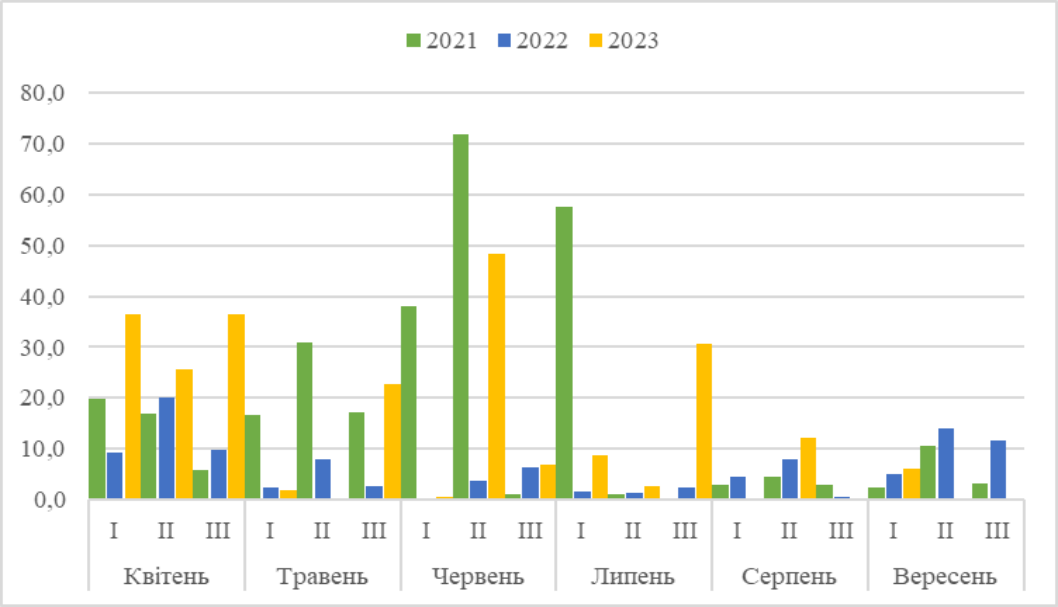


Рис. 1. Подекадний розподіл опадів за вегетаційний період проса за період 2021-2023 років

Таблиця 2

Режим волого-забезпечення вирощування проса посівного

Місяць та періоди	2021			2022			2023		
	ГТК	Вміст продуктивної вологи в ґрунті, мм		ГТК	Вміст продуктивної вологи в ґрунті, мм		ГТК	Вміст продуктивної вологи в ґрунті, мм	
		0-5 см	0-100 см		0-5 см	0-100 см		0-5 см	0-100 см
Квітень	2,83	12,5	127,3	2,12	11,4	124,9	3,23	13,2	131,1
Травень	1,34	10,6	110,2	0,26	5,4	79,1	0,52	7,8	94,5
за весну	**1,55**			**0,67**			**1,30**		
Червень	1,77	8,4	125,4	0,15	1,8	47,6	0,89	9,6	129,4
Липень	0,74	4,3	95,2	0,16	1,9	42,5	0,57	8,1	119,7
Серпень	0,13	1,5	41,7	0,13	1,6	32,4	0,16	2,2	68,5
за літо	**0,82**			**0,11**			**0,51**		

дослідження був літній період з найменшим показником ГТК у серпні.

Фактори, які досліджувалися в роботі, були ключовими для розуміння та для управління процесами росту, розвитку та врожайності просо. Вони включали основні аспекти, як кліматичні умови, природні властивості території, використання біологічних добрив та багатофункціональні комплексні препарати, генетичний матеріал сорту, а також технологічні заходи, які залежали зміни міжрядного інтервалу. Ефективність застосування кожного з вищезгаданих агротехнічних факторів наведено у таблиці 3.

Рівень урожайності за використанням біологічних добрив та багатофункціональних комплексних препаратів у позакореневому підживлені був в межах 2,1-3,5 т/га. Найкращі результати врожайності відзначались у варіанті з використанням біостимулятора ХЕЛАФІТ-Комбі, в межах 3,2-3,5 т/га. Таким чином, найбільша врожайність культури відмічалася у 2021 році – 2,8 т/га за використанням біостимулятора ХЕЛАФІТ-Комбі при ширині міжрядь 15 см.

Технологічність даного поєднання використання біостимуляторів полягає в тому, що вони ефективно проявляють свою дію у критичні, для рослин, ситуації, згладжуючи розбіжність між реальним станом та необхідних умов для оптимального розвитку. За оцінкою контрольного варіанту, у якому не передбачалось використання біодобрив, було продемонстровано конкретну реакцію рослин на стан довкілля з результатами 2,3 т/га, що на 28 %, менше за варіанти з добривами (рис. 2).

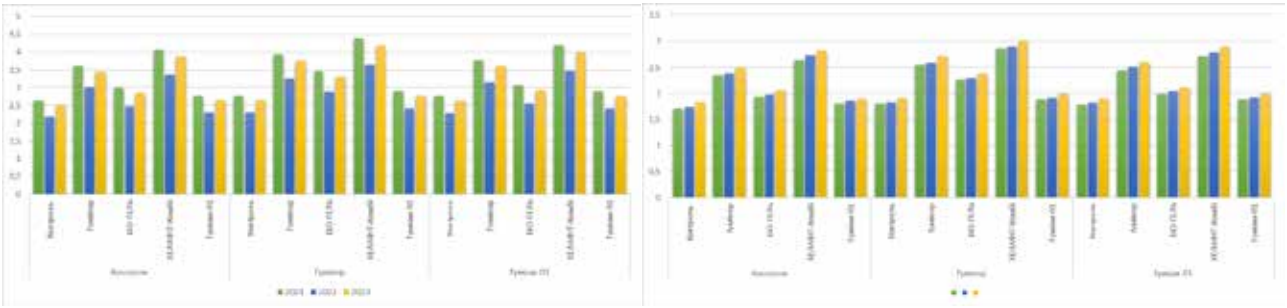
Висновки. Дослідження впливу дії біологічних добрив та багатофункціональних комплексних препаратів які використовувалися у дослідженні (БІО-ГЕЛЬ, ХЕЛАФІТ-Комбі, Гумікор та Гуміам-01), на процес формування урожайності проса є важливим для оцінки і вибору адаптаційних технологій вирощування. Наші спостереження показали, що за умови різної вологозабезпеченості роки мали вплив на формування урожайності.

Дослід виконувався за різних погодних умов у роки спостережень, як раніше зазначалось 2021 рік за показником ГДК характеризувався, як достатньо-вологий

Таблиця 3

Урожайність зерна проса за варіантами досліду, т/га (середнє за 2021–2023 рр.)

Фактор А – передпосівна обробка насіння	Фактор С-позакореневе підживлення	Фактор В – ширина міжрядь, см	
		15	30
Контроль	Контроль (обробка водою)	2,4	2,1
	Гумікор	3,4	2,9
	БІО-ГЕЛЬ	2,8	2,4
	ХЕЛАФІТ-Комбі	3,8	3,3
	Гуміам-01	2,6	2,2
Гумікор	Контроль (обробка водою)	2,6	2,2
	Гумікор	3,7	3,2
	БІО-ГЕЛЬ	3,2	2,8
	ХЕЛАФІТ-Комбі	4,1	3,6
	Гуміам-01	2,7	2,3
Гуміам-01	Контроль (обробка водою)	2,6	2,2
	Гумікор	3,5	3,1
	БІО-ГЕЛЬ	2,8	2,5
	ХЕЛАФІТ-Комбі	3,9	3,4
	Гуміам-01	2,7	2,3
$НІР_{05}$, г/м^2: А – 0,13; В – 0,15; С – 0,20; АВ – 0,22; АС – 0,28; ВС – 0,34; АВС –0,49.			



15 см *30 см*

Рис. 2. Динаміка урожайності проса (середнє за 2021-2023 рр.), т/га

середня урожайність за рік склала 2,8 т/га, 2022 рік за показником ГДК – середньо-посушливий, урожайність – 2,5 т/га, 2023 рік дослідження характеризувався як слабко-посушливий та урожайність за рік становила 2,7 т/га. Здійснення передпосівної обробки насіння просо біодобривами відбувалось з метою підвищення його врожайності та захисту рослин від шкідників, хворіб, а також від негативного впливу довкілля. Такі дії сприяли швидшому та рівномірному проростанню насіння, що дозволило рослинам швидше розвиватися та конкурувати з бур'янами. Допомагали рослинам краще адаптуватися до стресових умов, таких як посуха або високі температури, що сприяло їхньому кращому виживанню та розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аверчев, О.В. (2012). Адаптивні технології вирощування гречки. навч. Посіб. Херсон: Грінь Д.С. 254 с.
2. Калетнік, Г.М., Мазур, В.А., Браніцький, Ю.Ю., & Мазур, О.В. (2020). Оптимізація технологічних прийомів вирощування проса лозовидного (світчграс) для умов Лісостепу Правобережного: монографія. Вінниця: ВНАУ. 212 с.
3. Каленська, С.М., & Черній, В.П. (2016). Передумови органічного вирощування проса. Органічне виробництво і продовольча безпека: зб. матеріалів доп. учасн. IV Міжнар. наук.-практ. конф. Житомир: О.О. Євенок. С. 286–291.
4. Ковальов, М.М., Резніченко В.П. (2020). Оцінка якісних показників підземних вод для систем ін'єкційного мікрозрошення за вирощування томату розсадним способом. Таврійський науковий вісник. Вип 115. Херсон. ХДАЕУ. С. 76-84.
5. Шевченко, О.А., & Сидякіна, О.В. (2023). Впровадження інноваційних технологій в селекції та насінництві сільськогосподарських культур як аспект економічного розвитку України. Генетика та селекція сільськогосподарських культур – від молекули до сорту: матеріали VI інтернет-конференції молодих учених м. Київ. С. 32–33.
6. Писаренко, В.М., Писаренко, П.В., & Писаренко, В.В. (2019). Напрями адаптування землеробства до змін клімату. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції: Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти. ДУ НМЦ «Агроосвіта». С. 9-22.
7. Васильковська, К., Андрієнко, О., & Шепілова, Т. (2023). Ефективність агродронів в системі точного землеробства. Аграрні інновації, (17). Вид. дім «Гельветика». С. 13-18
8. Пономаренко, І.О., Тарасов, В.А., Ігнатченко, А.С., Игнатченко, А.С., Химченко, Ю.В., & Ковальов, Б.Л. (2021). Економічна ефективність використання дронів у сільському господарстві. Вісник СумДУ (4). С. 235-240
9. Гапон, В. (2023). Особливості впровадження цифрових технологій в сільському господарстві. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції Формування механізму зміцнення конкурентних позицій національних економічних систем у глобальному, регіональному та локальному вимірах. С. 32-33.
10. Добряк, Д.С. (2016). Науково-методичні погляди до інтенсифікації використання земельних ресурсів сільськогосподарських підприємств. Вісник ХНАУ. (1), 64-69.
11. Скиба, В., Туряк, К. (2023). Динаміка врожайності основних сільськогосподарських культур та перерозподілу посівних площ під їх вирощування в умовах адаптивності до зміни клімату. Збірник матеріалів VI Міжнародної науково-практичної конференції. НМЦ ВФПО. Київ. С. 4-8.

REFERENCES:

1. Averchev, O.V. (2012). *Adaptyvni tekhnolohii vyroshchuvannia hrechky. navch. posib.*[Adaptive buckwheat growing technologies: a textbook] Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian]
2. Kaletnik, H.M., Mazur, V.A., Branitskyi, Yu.lu., & Mazur, O.V. (2020). *Optymizatsiia tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia prosa lozovydnoho (svitchhras) dlia umov Lisostepu Pravoberezhnoho: monohrafiia.* [Optimization of technological methods of cultivation of vine-shaped millet (switchgrass) for the conditions of the Pravoberezhny Forest Steppe: monograph] Vinnytsia: VNAU. [in Ukrainian]
3. Kalenska, S.M., & Chernii, V.P. (2016). *Peredumovy orhanichnoho vyroshchuvannia prosa.* [Prerequisites of organic millet cultivation.] Orhanichne vyrobnytstvo i prodovolcha bezpeka: zb. materialiv dop. uchasn. IV Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Zhytomyr: O.O. Yevenok. [in Ukrainian]
4. Kovalov, M.M., Reznichenko V.P. (2020). *Otsinka yakisnykh pokaznykiv pidzemnykh vod dlia system iniektsiinoho mikrozroshennia za vyroshchuvannia tomatu rozsadnym sposobom.* [Assessment of groundwater quality indicators for injection micro-irrigation systems for growing tomato by the seedling method.] Tavriiskyi naukovyi visnyk. Vyp 115.Kherson. KhDAEU. [in Ukrainian]
5. Shevchenko, O.A., & Sydiakina, O.V. (2023). *Vprovadzhennia innovatsiinykh tekhnolohii v selektsii ta nasinnytstvi silskohospodarskykh kultur yak aspekt ekonomichnoho rozvytku Ukrainy.* [Implementation of innovative technologies in the breeding and seeding of agricultural crops as an aspect of the economic development of Ukraine]. Henetyka ta selektsiia silskohospodarskykh kultur – vid molekuly do sortu: materialy VI internet-konferentsii molodykh uchenykh m. Kyiv. S. 32–33. [in Ukrainian]
6. Pysarenko, V.M., Pysarenko, P.V., & Pysarenko, V.V. (2019). *Napriamy adaptuvannia zemlerobstva do zmin klimatu.* [Directions of adaptation of agriculture to climate change]. Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii: Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vyklyky dlia ahrarnoi nauky ta osvity. DU NMTs «Ahroosvita». [in Ukrainian]
7. Vasylkovska, K., Andriienko, O., & Shepilova, T. (2023). *Efektyvnist ahrodroniv v systemi tochnoho zemlerobstva.* [The effectiveness of agricultural drones in the system of precision agriculture.]. Ahrarni innovatsii, (17).Vyd. dim «Helvetyka». [in Ukrainian]
8. Ponomarenko, I.O., Tarasov, V.A., Ihnatchenko, A.S., Yhnatchenko, A.S., Khymchenko, Yu.V., & Kovalov, B.L. (2021). Ekonomichna efektyvnist vykorystannia droniv u silskomu hospodarstvi. [Economic efficiency of using drones in agriculture]. Visnyk SumDU (4). [in Ukrainian]
9. Hapon, V. (2023). *Osoblyvosti vprovadzhennia tsyfrovykh tekhnolohii v silskomu hospodarstvi.* [Features of the implementation of digital technologies in agriculture.] Materialy XI Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi

konferentsii Formuvannia mekhanizmu zmitsnennia konkurentnykh pozytsii natsionalnykh ekonomichnykh system u hlobalnomu, rehionalnomu ta lokalnomu vymirakh. [in Ukrainian]

10. Dobriak, D.S. (2016). *Naukovo-metodychni pohliady do intensyfikatsii vykorystannia zemelnykh resursiv silskohospodarskykh pidpryiemstv.* [Scientific and methodological approaches to the intensification of the use of land resources of agricultural enterprises]. Visnyk KhNAU. (1). [in Ukrainian]
11. Skyba, V., Turiak, K. (2023). *Dynamika vrozhainosti osnovnykh silskohospodarskykh kultur ta pererozpodilu posivnykh ploshch pid yikh vyroshchuvannia v umovakh adaptyvnosti do zminy klimatu.* [The dynamics of the yield of the main agricultural crops and the redistribution of acreage for their cultivation in conditions of adaptability to climate change]. Zbirnyk materialiv VI Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. NMTs VFPO. Kyiv. [in Ukrainian]

Нікітенко М.П. Вплив біодобрив та комплексних біопрепаратів на урожайність проса в умовах різної вологозабезпеченості

Мета дослідити вплив біокліматичних умов регіону на процес формування урожайності просо посівного *(Panicum miliaceum L)* при використанні біологічних добрив та багатофункціональних комплексних препаратів. Ми досліджували процес формування врожайності проса, його ріст та розвиток за період вегетації, а також працювали над розробкою адаптивних технологій і методів оптимізації процесу вирощування враховуючи конкретні біокліматичні та екологічні умови регіону. **Результати.** Рівень урожайності за використанням біологічних добрив та багатофункціональних комплексних препаратів у позакореневому підживлені була вищою за контроль на 13,4 %. Також було зазначено, що найвища врожайність проса відзначається у варіанті із міжрядним інтервалом у 15 см, що на пряму залежало від кількості рослин на 1 гектар. Від так, урожайність просо з міжрядним інтервалом 15 см у роки дослідження змінювалась від 2,8-3,3 т/га, що була майже у два рази вищою за висів з 30 см інтервалом. У варіанті, на якому висів здійснювали інтервалом 30 см урожайність спостерігалась в межах від 2,2 до 2,3 т/га. При застосуванні, у передпосівній обробці насіння біодобрив та багатоцільових комплексних препаратів вища урожайність була на варіантах застосування біостимулятора Гумікор 2,6-2,9 т/га, а при застосуванні Гуміам-01 отримана урожайність склала 2,5-2,7 т/га.

У варіантах застосування біодобрив та багатофункціональних препаратів при позакореневому підживленні найкращій результат було отримано за використання біостимулятору ХЕЛАФІТ-Комбі 3,2-3,5 т/га. Інші варіанти: біостимулятор-коренеутворювач Гумікор урожайність 2,8-3,1 т/га, органічний препарат БІО-ГЕЛЬ 2,4-2,6 т/га та біостимулятор-адаптоген Гуміам-01 – 2,1-2,3 т/га.

У 2021 р. сума опадів склала 525 мм, відповідно показник ГТК за Селяніновим – 1,40, увесь рік характеризувався, як достатньо-вологий. Проте відзначалось річні коливання показника ГТК у межах 0,13 – 2,83, урожайність проса посівного 2,8 т/га. За 2022 р. загальна сума опадів була 276 мм, за показником ГТК рік характеризувався, як середньо-посушливий значенням 0,65, річні коливання ГТК за період вегетації 0,13-2,12, урожайність – 2,5 т/га. В 2023 р. загальна сума опадів склала 416 мм та за показником ГТК 0,99 рік характеризувався, як слабко-посушливий з коливанням показника ГТК за період вегетації 0,16-3,23, кінцева урожайність проса становила 2,7 т/га. **Висновки.** Таким чином, найбільша врожайність культури відмічалася у 2021 році – 4,4 т/га за використанням біостимулятора ХЕЛАФІТ-Комбі з шириною міжрядь 15 см. та передпосівної обробки насіння біостимулятором Гумікор.

Ключові слова: Просо посівне *(Panicum miliaceum L)*, адаптивні технології вирощування, зміна клімату, посухостійкість, біологізація, органічна технологія вирощування, екологічна безпека.

Nikitenko M.P. The effect of biofertilizers and complex biopreparations on millet productivity under conditions of different moisture availability

The aim is to investigate the influence of the bioclimatic conditions of the region on the process of formation of yield of seed millet *(Panicum miliaceum L)* when using biological fertilizers and multifunctional complex preparations. We studied the process of formation of millet yield, its growth and development during the growing season, and also worked on the development of adaptive technologies and methods for optimizing the growing process, taking into account the specific bioclimatic and ecological conditions of the region. **The results.** The level of productivity with the use of biological fertilizers and multifunctional complex preparations in foliar fertilization was higher than the control by 13.4%. It was also noted that the highest yield of millet is noted in the variant with an inter-row interval of 15 cm, which directly depended on the number of plants per 1 hectare. Thus, the yield of millet with an inter-row interval of 15 cm in the years of the study varied from 2.8-3.3 t/ha, which was almost two times higher than that of sowing with an interval of 30 cm. In the variant in which sowing was carried out at 30 cm intervals, the productivity was observed in the range from 2.2 to 2.3 t/ha. When applying, in the pre-sowing treatment of seeds, biofertilizers and multi-purpose complex preparations, the yield was higher on the variants of using the biostimulant Gumikor 2.6-2.9 t/ha, and when using Gumiam-01 the yield was 2.5-2.7 t/ha.

In options for the use of biofertilizers and multifunctional preparations in foliar feeding, the best result was obtained with the use of the HELAFIT-Combi biostimulator 3.2-3.5 t/ha. Other options: biostimulator-rooting Gumikor yield 2.8-3.1 t/ha, organic preparation BIO-GEL 2.4-2.6 t/ha and biostimulator-adaptogen Gumiam-01 – 2.1-2.3 t/ha.

In 2021, the amount of precipitation amounted to 525 mm, accordingly, the GTK indicator according to Selyaninov is 1.40, the whole year was characterized as sufficiently wet. However, annual fluctuations of the GTK index were noted in the range of 0.13 – 2.83, the yield of seed millet was 2.8 t/ha. In 2022, the total amount of precipitation was 276 mm, according to the GTK indicator, the year was characterized as an average-dry one with a value of 0.65, the annual fluctuations of GTK during the growing season were 0.13-2.12, and the yield was 2.5 t/ha. In 2023, the total amount of precipitation amounted to 416 mm, and according to the GTK indicator of 0.99, the year was characterized as weakly arid with fluctuations in the GTK indicator during the growing season of 0.16-3.23, the final yield of millet was 2.7 t/ha. **Conclusions.** Thus, the highest crop yield was recorded in 2021 – 4.4 t/ha using the HELAFIT-Combi biostimulator with a row width of 15 cm and pre-sowing seed treatment with the Gumikor biostimulator.

Key words: Seed millet (Panicum miliaceum L), adaptive growing technologies, climate change, drought resistance, biologization, organic growing technology, environmental safety.

НЕКРОЛОГ

DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.27

КОВАЛЕНКО АНАТОЛІЙ МИХАЙЛОВИЧ (1948–2023 рр.)
кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

Коваленко Анатолій Михайлович – відомий вчений аграрної науки України народився 19 жовтня 1948 року в с. Білянка Шебекінського району Білгородської області. У 1966 році закінчив Білянську середню школу.

У 1971 році Анатолій Михайлович після завершення навчання на агрономічному факультеті Харківського сільськогосподарського інституту ім. В.В. Докучаєва, здобув вищу освіту за кваліфікацією учений агроном. У 1972 році був прийнятий на роботу в лабораторію сівозмін Інституту зрошуваного землеробства УААН на посаду молодшого, а в 1977 році переведений на посаду старшого наукового співробітника. З 1999 року він обіймав посади керівника наукового підрозділу: завідувача лабораторії неполивного землеробства, завідувача відділу апробації та розробок, завідувача лабораторії неполивного землеробства та землекористування. У 2018 році був переведений на посаду провідного наукового співробітника відділу агротехнологій і неполивного землеробства Інституту зрошуваного землеробства НААН, а з 2022 року – провідного наукового співробітника відділу кліматично орієнтованих агротехнологій Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН.

У 1977 році Анатолій Михайлович отримав диплом кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.02 «Сільськогосподарські меліорації», а в 1984 році йому присвоєно вчене звання старший науковий співробітник за спеціальністю 06.01.02 «Сільськогосподарські меліорації».

За роки роботи в установі А.М. Коваленко займався питаннями землекористування, побудови площ і сівозмін для зрошуваних систем різної вологозабезпеченості та неполивних земель господарств різної спеціалізації. Розробляв структуру короткоротаційних сівозмін зернового напряму, в яких визначено співвідношення зернових і технічних культур та насичення посухостійкими культурами. Ним розроблені наукові підходи оптимізації систем основного обробітку ґрунту, його мінімалізації та застосування No-till, інноваційних ресурсозберігаючих екологічно безпечних технологій вирощування основних зернових, зернобобових і технічних культур на неполивних землях півдня України за умов зміни клімату, розробка та удосконалення біологічних основ продукційних процесів зернових, зернобобових і круп'яних культур в умовах нестійкого зволоження півдня України при застосуванні біологічних препаратів в системі органічного землеробства. Сумісно з Херсонським національним технічним університетом згідно Державної науково-технічної програми він розробив технологію вирощування конопель з якістю стебел, придатних для виробництва целюлозовмісних матеріалів, та визначив основні параметри одержання целюлози.

За багаторічну сумлінну працю та видатні результати в науці та виробництві відомий вчений занесений до Книги Пошани Інституту зрошуваного землеробства НААН (нині – Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН).

Результати наукових досліджень опубліковані в більш ніж 500 наукових працях, в тому числі в 26 монографіях, 17 авторських свідоцтва і патентів та понад 20 рекомендацій виробництву. За його наукового керівництва підготовлено 4 кандидати сільськогосподарських наук.

За сумлінну багаторічну працю Анатолій Михайлович отримував подяки та почесні грамоти від дирекції Інституту, Головного управління агропромислового розвитку Херсонської ОДА, обласної державної адміністрації, Південного наукового центру НАН України та Президії Національної академії аграрних наук. За багаторічну та сумлінну наукову працю та з нагоди 75-річчя 19 жовтня 2023 року Коваленко Анатолій Михайлович нагороджений Почесною Відзнакою Національної академії аграрних наук України.

В пам'яті рідних, близьких, друзів, колег він залишиться справжнім чоловіком, науковцем, педагогом, який поєднував величезний кругозір відомого в Україні і Світі вченого та практика, з життєвим досвідом звичайної людини з щирою любов'ю до рідної землі і життя!

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

АВЕРЧЕВ О.В. 7
АНТОЩЕНКОВА В.В. 175
БАШТА О.В. 92
БОЙКО М.О. 15
ВУЙКО О.М. 20
ГАВРИЛЕНКО В.С. 25
ГОНЧАР М.В. 31
ГУРТОВЕНКО В.О. 36
ЄВПАК К.Є. 41
ЗАСУХА А.А. 46
ІГНАТЕНКО О.О. 125
ЙОСИПЕНКО І.В. 7
КИРНАСІВСЬКА Н.В. 55
КИРНАСІВСЬКИЙ О.О. 55
КОВАЛЬОВ М.М. 63
КОНОВАЛОВА В.М. 132, 162
КРАСЮК Л.М. 80
КРИКУНОВ І.В. 80
КРОПІВНИЙ В.М. 63
ЛЕУС В.В. 69
ЛОЗІНСЬКИЙ М.В. 154
МАРИНЧЕНКО Є.О. 74, 97
МЕДВЕДЄВА О.В. 63
МІРЗАК Т.П. 63
МОЙСЕЙЧЕНКО Н.В. 125
МОСТОВ'ЯК І.І. 80
МУЛЄНОК Я.О. 69
МУНТЯН С.В. 85
НАЗАРЕНКО М.М. 144
НІКІТЕНКО М.П. 7, 180
НІКІТІН П.С. 55
ОКСЕЛЕНКО О.М. 144
ОСТАПЧУК Я.В. 108
ОЧКАЛА О.С. 162
ПЕРЕСАДА М.О. 175
ПОБЕРЕЖСЬКИЙ О.Р. 92
САЙДАК Р.В. 85
САМОЙЛИК М.О. 154
СЕНИК І.І. 80
СИДОРУК Г.П. 80
СТЕПАНОВ С.С. 162
ТИЩЕНКО А.В. 132, 162
ТИЩЕНКО О.Д. 132, 162
ТОЛМАЧОВ В.С. 97
ФЕДОРЧУК М.І. 85
ХРОМОВА А.В. 101
ЦИЛЮРИК О.І. 108
ЦЮК О.А. 36
ШАТКОВСЬКИЙ А.П. 85
ШУБЕНКО Л.А. 69
ЮВЧИК Н.О. 118
ЯЩЕНКО Л.А. 118
BAZALII H.G. 132
FUNDIRAT K.S. 132
KONOVALOV V.O. 132
REZNICHENKO N.D. 132
SADYGOV ALADDIN NEMET OGLU 150

Наукове видання

АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

Випуск 22

Підписано до друку 22.12.2023 р. Формат 60×84 1/8.
Папір офсетний. Гарнітура Arial. Цифровий друк.
Умовно друк. арк. 21,86. Наклад 300. Зам. № 0224/143
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.