АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

№ 16

Видавничий дім
«Гельветика»
2022

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

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН (протокол № 8 від 28.12.2022 року).

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор:
Вожегова Раїса Анатоліївна, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Заслужений діяч науки і техніки України, директор, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН.

Члени редакційної колегії:
Грановська Л.М., доктор економічних наук, професор (відповідальний секретар);
Лавриненко Ю.О., доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН;
Базалій В.В., доктор сільськогосподарських наук, професор;
Вожегов С.Г., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Жуйков О.Г., доктор сільськогосподарських наук, професор;
Балашова Г.С., доктор сільськогосподарських наук, професор;
Біляєва І.М., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Ma Xiangfei, доктор філософії, професор (Ханчжóу, Китай);
Марковська О.Є., доктор сільськогосподарських наук, професор;
Khandakar Rafiq Islam, доктор філософії, старший науковий співробітник, професор (Огайо, США);
Сидоренко С.Г., кандидат сільськогосподарських наук;
Лиховид П.В., кандидат сільськогосподарських наук;
Мельник А.В., доктор сільськогосподарських наук;
Стефан Петрзак, доктор наук, професор (Рашин, Польща);
Писаренко П.В., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Гашимов А.Д., доктор сільськогосподарських наук, професор (Азербайджан);
Малярчук М.П., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Кюрчев В.М., доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НААН;
Пілярська О.О., кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник;
Власов В.В., доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН;
Яковенко Р.В., кандидат сільськогосподарських наук;
Вдовиченко Ю.В., доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН.

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

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

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

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

ISSN 2709-4405

© Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України, 2022

ЗМІСТ

МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО.....5

Бояркіна Л.В., Боровик В.О., Шабля О.С., Шарій В.О., Біднина І.О. Сучасний стан зрошуваних сільськогосподарських земель в Україні.....5

Вожегова Р.А., Бояркіна Л.В., Боровик В.О., Біднина І.О., Шабля О.С., Шарій В.О. Стан та перспективи розвитку світового рисівництва.....11

Гуленко О.І., Калілей В.В. Особливості ростових процесів нуту і соняшнику за краплинного зрошення.....18

Єгорова Т.М., Бутрим О.В. Агроландшафтні засади гідромеліорації степових зон України.....24

Караулов В.Д., Юрасов С.М. Аналіз мінли-вості іригаційних властивостей вод Кучурганського і Барабойського водосховищ.....31

Ковальов М.М., Топольний Ф.П., Трикіна Н.М. Вплив способу використання чорноземів на їх фізичні властивості.....38

Кучер І.П. Продуктивність льону олійного залежно від сорту, норми висіву насіння та позакореневого підживлення в умовах західного Лісостепу.....44

Міленко О.Г., Сідаш А.А., Невкритий М.М., Плішко О.В., Костенко Р.В. Вплив препаратів на ефективність інокуляції посівного матеріалу сої.....49

Панфілова А.В. Продуктивність пшениці озимої залежно від сортових особливостей та умов зволоження.....54

Панфілова А.В., Бєлов Я.В. Поживний режим ґрунту залежно від деструктора Екостерн Класичний та способу основного обробітку ґрунту.....60

Радченко М.В. Особливості вирощування сіди багаторічної залежно від елементів технології.....66

Ткачук О.П., Дідур І.М., Мазур О.В. Адаптивність, стійкість і продуктивність середньоранньостиглих сортів сої.....70

Фурманець О.А. Розвиток та продуктивність соняшнику на дерново-підзолистих ґрунтах західного Полісся при застосуванні різних видів комплексних добрив.....80

СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО.....85

Вожегова Р.А., Боровик В.О., Бояркіна Л.В. Генетичні ресурси рослин – важливе підґрунтя для селекції нових сортів.....85

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.....94

Гавриш С.Л., Вінюков О.О., Бондарева О.Б. Застосування нових критеріїв добору селекційного матеріалу еспарцету.....104

Горщар В.І., Назаренко М.М. Порушення показників онтогенезу у першому поколінні пшениці озимої при дії азиду натрію.....110

Кулик М.І., Білявська Л.Г., Рожко І.І., Ритченко А.В. Урожайні властивості насіння сортів проса прутоподібного залежно від умов вирощування.....117

Ліннік З.П. Нові лінії кавуна в якості декоративних складових у формуванні озеленених територій міського середовища.....126

ІНТЕРВ'Ю.....131

Інтерв'ю доктора с.-г. наук, завідувачки відділу селекції сільськогосподарських рослин Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН Тетяни Марченко.....131

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО.....131

Скакун В.М., Марченко Т.Ю. Структура врожаю гібридів кукурудзи залежно від елементів агротехнології.....135

Філіцька О.О. Особливості успадкування довжини головного колоса за гібридизації різних за висотою сортів пшениці м'якої озимої.....143

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК.....150

CONTENTS

MELIORATION, ARABLE FARMING, HORTICULTURE.....5

Boiarkina L.V., Borovik V.O., Shablya O.S., Sharii V.O., Bidnyna I.O. The current state of irrigated agricultural land in Ukraine.....5

Vozhehova R.A., Boiarkina L.V., Borovyk V.O., Bidnyna I.O., Shablya O.S., Sharii V.O. The state and prospects for the development of world rice farming.....11

Gulenko O.I., Kalilei V.V. Peculiarities of chickpea and sunflower growth processes under drip irrigation.....18

Yehorova T.M., Butrym O.V. Agrolandscape plantings of hydromelioration of steppe zones of Ukraine.....24

Karaulov V.D., Yurasov S.M. Analysis of the variability of the irrigation properties of the waters of the Kuchurgansky and Baraboysky reservoirs.....31

Kovalov M.M., Topolnyi F.P., Trykina N.M. The influence of the method of using chernozems on their physical properties.....38

Kucher I.P. The productivity of oily flax depends on the variety, the rate of sowing seeds and extra-root nutrition in the conditions of the Western Forest Steppe.....44

Milenko O.H., Sidash A.A., Nevkrytyi M.M., Plishko O.V., Kostenko R.V. The influence of drugs on the effectiveness of inoculation of soybean seed.....49

Panfilova A. Productivity of winter wheat depending on varietal characteristics and moisture conditions.....54

Panfilova A.V., Byelov Ya.V. Nutrient mode of the soil depending on the destructor Ecostern Classic and the method of the main tillage.....60

Radchenko M.V. Peculiarities of growing perennial seeds depending on the elements of technology.....66

Tkachuk O.P., Didur I.M., Mazur O.V. Adaptability, sustainability and productivity of mid-early soybean varieties.....70

Furmanets O.A. Development and productivity of sunflower on sod-podzolic soils of Western Polissia with the application of various types of complex fertilizers.....80

BREEDING, SEED PRODUCTION.....85

Vozhehova R.A., Borovyk V.O., Boyarkina L.V. Genetic resources of plants are an important basis for the selection of new varieties.....85

Vozhehova R.A., Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Piliarska O.O., Fundirat K.S., Konovalova V.M. Seed productivity of alfalfa populations in the second year of life and the peculiarities of the manifestation of adaptive traits in them.....94

Havrish S.L., Vinyukov O.O., Bondareva O.B. Application of new criteria for selection of breeding material of safflower.....104

Horshchar V.I., Nazarenko M.M. Disturbance of ontogenesis parameters in the first generation of winter wheat under the action of sodium azide.....110

Kulyk M.I., Biliavska L.H., Rozhko I.I., Rytchenko A.V. Yield properties of switchgrass seeds depending on growing conditions.....117

Linnik Z.P. New watermelon lines as decorative complex in the formation of green areas of the urban environment.....126

INTERVIEW.....131

Interview of Tetiana Marchenko, DSc (Agriculture), Head of the Department of Plant Breeding of the Institute of Climate-Oriented Agriculture of NAAS.....131

PAGE OF A YOUNG SCIENTIST.....131

Skakun V.M., Marchenko T.Yu. Structure of yield of corn hybrids depending on elements of agrotechnology.....135

Filitska O.O. Peculiarities of the inheritance of the length of the main spike in hybridisation of varieties of different height of soft winter wheat.....143

AUTHOR INDEX.....150

МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО

УДК 631.67
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.1

СУЧАСНИЙ СТАН ЗРОШУВАНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ В УКРАЇНІ

БОЯРКІНА Л.В. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-6605-8411
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
БОРОВИК В.О. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0003-0705-2105
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
ШАБЛЯ О.С. – кандидат економічних наук
orcid.org/0000-0002-2669-0711
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
ШАРІЙ В.О. – аспірант
orcid.org/0000-0003-1652-3159
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
БІДНИНА І.О. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
https://orcid.org/0000-0001-8351-2519
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. На сьогодні питання розвитку зрошення в умовах змін клімату стає все більш актуальним. Особливу увагу треба приділяти маловоддю, яке спостерігається останнім часом у багатьох річкових басейнах на території України, тому постає проблема щодо наявності ресурсу для цього зрошення.

Серед пріоритетів роботи Міністерства аграрної політики та продовольства є досягнення доброго стану вод і забезпечення населення питною водою. Але, при цьому ми маємо враховувати і потреби аграріїв, які забезпечують продовольчу безпеку країни і які теж повинні мати доступ до води й гарантії щодо цього. Крім того, на сьогодні однією із нагальних проблем водогосподарської галузі є реформування системи державного управління щодо зрошення [11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ефективне зрошення потребує інвестицій та правильного механізму їх залучення. Необхідне врегулювання питання розширення площ зрошуваних земель як в умовах дефіциту водних ресурсів, так і залучення інвестицій для їх збільшення. Зокрема, за попередніми оцінками, для збільшення площ зрошення ця галузь потребує величезних інвестицій у розмірі 3 млрд доларів США [1, 6, 10].

Відповідно до прогнозів фахівців, зміна клімату буде негативно впливати на природне забезпечення ґрунтів вологою. Внаслідок цього роль зрошення та дренажу у виробництві сільськогосподарської продукції лише зростатиме. Попри те, що в Україні вже є понад 1160 водосховищ з об'ємом води приблизно 55 км^3, мережа магістральних каналів (понад 1 тис. км) і водогонів (понад 2 тис. км), цього буде недостатньо для повноцінного розвитку сільського господарства [2, 3, 5, 8, 9, 10].

Мета статті – представити результати досліджень з питань сучасного стану зрошуваних сільськогосподарських земель та на основі їх аналізу сформовану базу даних.

Методи дослідження. У статті застосовано сукупність загальнонаукових методів і підходів емпіричного та теоретичного пізнання: абстрактно-логічний, системного підходу, статистичний, монографічний, комплексного аналізу, узагальнення.

Результати досліджень. В Україні обліковується 5485,3 тис. га меліорованих земель з відповідною інфраструктурою, зокрема 2178,3 тис. га зрошуваних земель і 3,307 млн га осушуваних земель, які потребують відновлення і значних інвестицій (рис. 1).

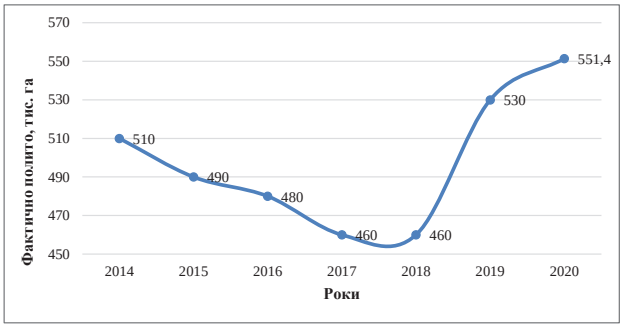


Рис. 1. Фактично політі землі в Україні в 2014–2020 рр., тис. га [4]

Постійного зрошення потребують майже 19 млн га орних земель, а водорегулювання – 4,8 млн га. У 2020-2021 рр. полив здійснювався лише на площі близько 550 тис. га.

За 2014–2017 рр., спостерігається скорочення земель які було фактично політі, з 0,51 млн га, до 0,46 млн га, або на 9,8%. Але з 2018 р. (0,46 млн га) кількість зрошувальних земель почала зростати й у 2020 р. було полито найбільшу площу – 0,55 млн га. На 2021 р. Державне агентство водних ресурсів України планувало полити 0,62 млн га, але площа, що забезпечує можливість подачі води для поливу сільгоспкультур, становила 0,61 млн га (96% до плану) [4].

За 2020 р. на сільськогосподарську діяльність та надання пов'язаних із ними послуг було використано 950,34 млн м³. Найбільше використано води на допоміжну діяльність у рослинництві – 667,81 млн м³, вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур – 242,93 млн м³. Значно менше використовувалось води на вирощування овочів і баштанних культур коренеплодів і бульбоплодів – 22,44 млн м³, вирощування зерняткових і кісточкових фруктів – 8,26 млн м³ та тваринництво – 4,34 млн м³.

Ціни на зрошення зростають кожного року. Так, у 2018 році тарифи на воду у порівнянні із 2017 роком зросли на 35%. У середньому по країні тариф становив 1,2 грн за 1 м³ води. Дорожче за всіх платили за полив у Одеській області – 1,8 грн/м³, у Запорізький області вода аграріям коштувала 1,05, у Херсонській – 0,94 грн/м³. Різниця у тарифах пояснюється середньою висотою, на яку подають воду на поля насосні станції, тобто на 75–80% тариф сформований цінами на електроенергію, яка витрачається на підйом води [4].

Площа, з якої зібрано врожай на політих землях, з кожним роком зростає. Так, з 2014 р. до 2020 р. найбільше зросли площі під зерновими та зернобобовими культурами, на 84% до 188,5 тис. га (рис. 2). У 2020 р. сюди входила пшениця – 74,0 тис га, кукурудза – 59,5, ячмінь – 35,2, рис – 11,2 тис га (рис. 3).

Площа зрошення овочевих культур зросла на 15%, до 22,7 тис га. У 2020 р. найбільше полито помідорів – 9,9 тис га, цибулі – 4,0 та моркви – 1,9 тис га. Окремо слід виділити соняшник, політі площі якого за 6 років зросли на 60%, до 72,1 тис га. Зворотну тенденцію показала соя, де полита площа в 2020 р. скоротилась на 25% у порівнянні з 2014 р., хоча до 2018 р. площа лише зростала і найбільша кількість политих земель під цією культурою була в 2017 р. – 134,4 тис га [4].

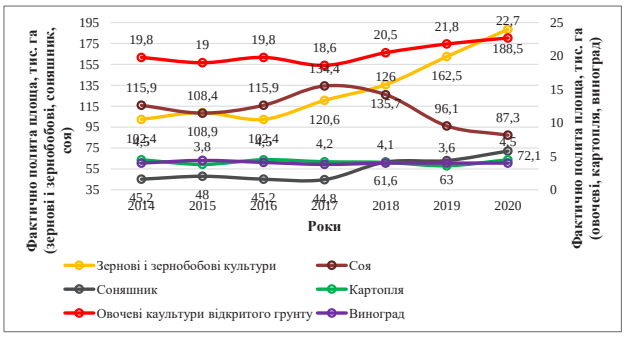


Рис. 2. Площа, з якої зібрано врожай культур сільськогосподарських на политих землях у 2014–2020 рр., тис. га [4]

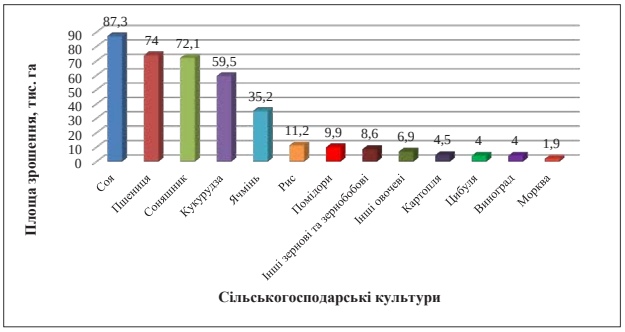


Рис. 3. Культури і площі зрошення в Україні в 2020 році, тис га [4]

Проаналізувавши джерела інформації (фондові та архівні матеріали й звітну документацію різноманітних відомств (в основному Держкомгеології та

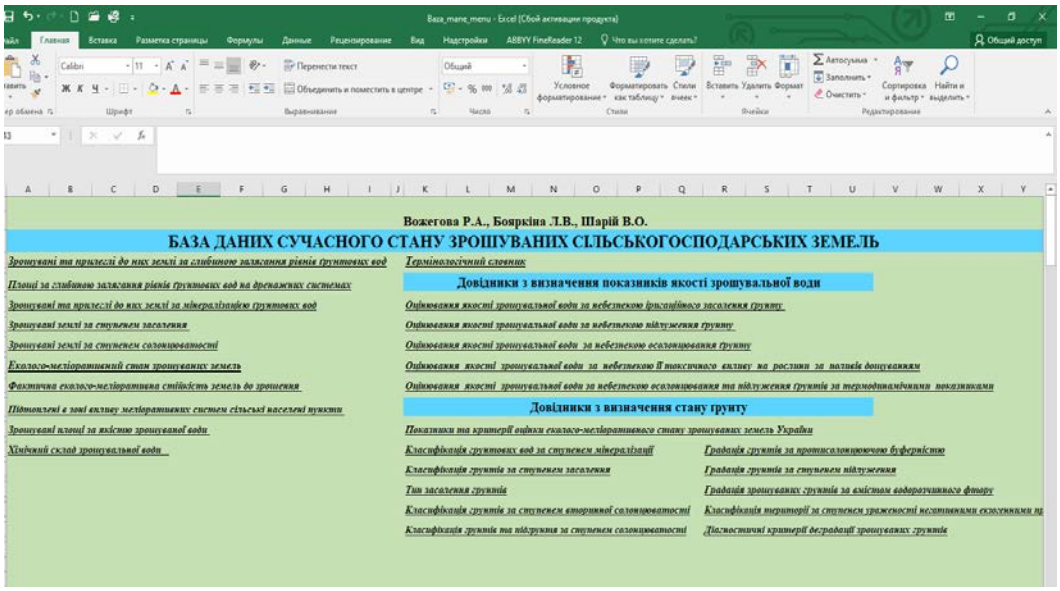


Рис. 4. Головне меню бази даних сучасного стану зрошуваних сільськогосподарських земель

Держводгоспу)), результати польових досліджень наукових установ ННЦ "ІГА ім. О.Н. Соколовського", ІВПіМ, І33 НААН [1, 6, 8, 9, 10], співробітниками відділу геоінформаційних технологій, агроекологічних і економічних досліджень в офісному редакторі електронних таблиць MS Excel 2016 сформовано базу даних сучасного стану зрошуваних земель, головне меню наведено на рис. 4.

База даних містить 25 довідників та термінологічний словник, доступ до яких організовано через гіперпосилання головного меню бази, або через відкриття окремих файлів. Для оцінки стану зрошуваних земель використовували комплекс показників, який включає:

1) якість зрошувальних вод;
2) глибину залягання ґрунтових вод;
3) мінералізацію ґрунтових вод;
4) ступінь засолення верхнього метрового шару ґрунтів та підґрунтя;
5) ступінь солонцюватості ґрунтів;
6) ступінь підлуження ґрунтів;
7) ступінь забруднення ґрунтів фтором, важкими металами та іншими забруднювачами;
8) склад і вміст гумусу;
9) щільність складення й структурно-агрегатний склад ґрунтів;
10) ступінь прояву негативних екзогенних процесів (підтоплення та заболочування, ерозія та зсуви, гідроморфна трансформація ґрунтів та підґрунтя, просадки та суфозії).

Граничні показники і методика їх визначення наведені у відповідних довідниках бази даних сучасного стану зрошуваних земель (рис. 5).

Деградація ґрунтів при зрошенні не стає неминучою стадією їх розвитку, а проявляється тільки за певних умов. Можна виділити такі найбільш розповсюджені деградаційні процеси: втрата поживних речовин і родючого шару ґрунту, водна і вітрова ерозія, утворення зсувів, забруднення ґрунтів хімічними елементами, ущіль-

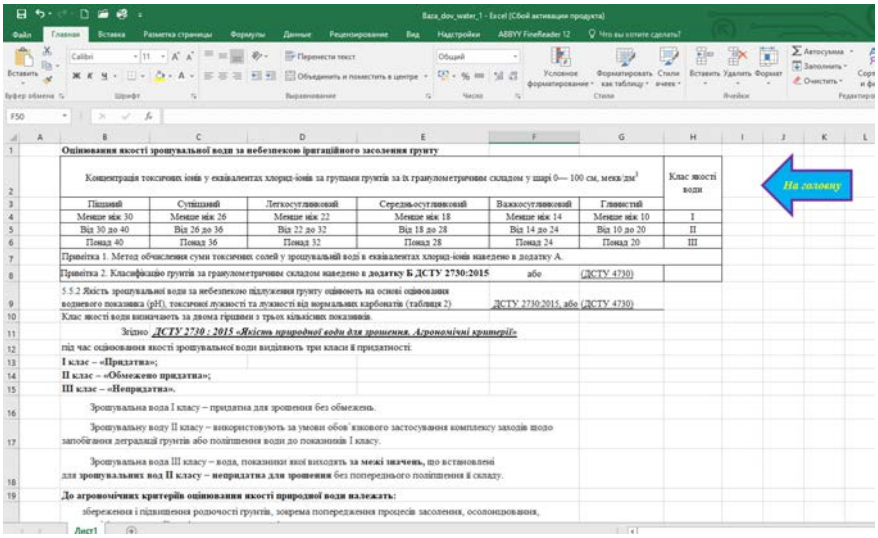


Рис. 5. Фрагмент довідника-визначника «Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою іригаційного засолення ґрунту»

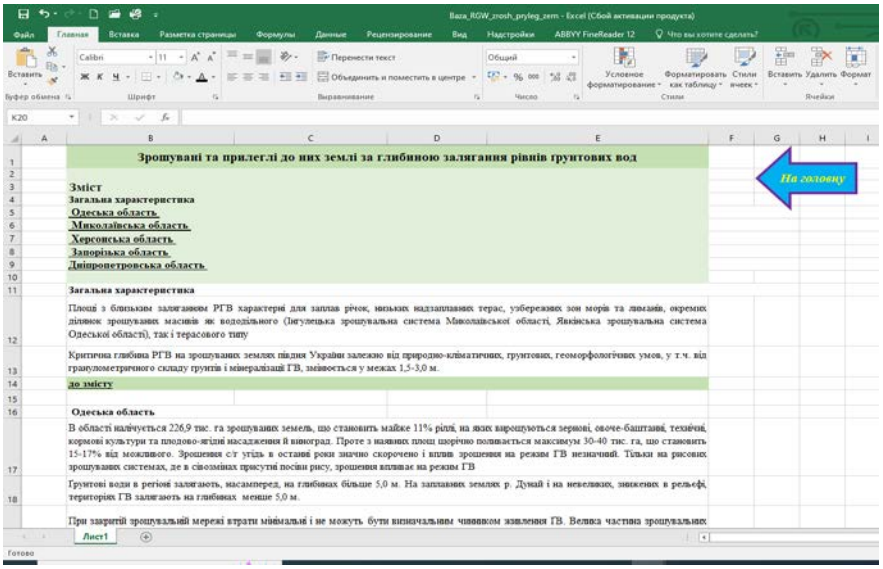


Рис. 6. Фрагмент довідника «Зрошувані та прилеглі до них землі за глибиною залягання рівнів ґрунтових вод»

нення, засолення, осолонцювання та ін. [3]. Причиною того є природна посушливість земель, яка супроводжується недостатньою кількістю опадів, від'ємним водним балансом і пов'язаними з цим умовами ґрунтоутворення [5]. У сформованій базі передбачено тематичні довідники з характеристиками проблем, причинами їх виникнення, пропозиціями шляхів вирішення та географічною прив'язкою (рис. 6).

Ситуація, що склалась з ґрунтовими водами може спровокувати інтенсифікацію водної ерозії ґрунтів у найближчому майбутньому. Низинна лівобережна частина Херсонської області вже нині потерпає від підняття ґрунтових вод, особливо в прибережних районах та в депресійних формах рельєфу (поди, подові блюдця, тощо). Результатом є підтоплення природних ландшафтів, а також сільськогосподарських угідь, селищ та міст. Також можлива інтенсифікація процесів вторинного засолення ґрунтів [2, с. 6-7]. Ця інформація зібрана у відповідних тематичних довідниках бази (рис. 7).

Процеси підтоплення, з огляду на це, надалі будуть тільки посилюватися. Багаторічне зрошення на території масиву, яке відбувалось за різних умов господарювання та використання різних способів і техніки поливу, призвело до утворення суцільного підйому рівня ґрунтових вод. Причинами прогресуючого процесу засолення сільськогосподарських земель на землях Інгулецького зрошуваного масиву є використання для зрошення води 2 класу, яка є обмежено придатною для зрошення, та незадовільний рівень природного дренування території. Це зумовлює необхідність корекції розрахункових режимів зрошення сільськогосподарських культур протягом усього вегетаційного періоду. Треба враховувати, що зміни клімату спричинять зміни фізичних, водно-фізичних, фізико-хімічних і агрохімічних властивостей ґрунтів, особливо легких, малобуферних [5, с. 270].

Істотні зміни температурного режиму впливатимуть на зміну фізико-хімічних властивостей і, передусім, структуру вбирного комплексу, від якого залежить не тільки рівень родючості, а й сам ґрунт як носій цієї головної його властивості [5, с. 277].

Крім кліматичних змін та наслідків антропогенного втручання, катастрофічної шкоди для всього агромеліоративного комплексу Півдня України завдають воєнні дії країни-агресора. Це є потрапляння вибухонебезпечних предметів, пально-мастильних матеріалів, елементів важких металів і сплавів, важкорозчинних хімічних речовин та інших предметів у воду та ґрунт, відповідно, їх забруднення, а також руйнування і пограбування об'єктів гідромеліоративної інфраструктури, споруд та технічних засобів. Дослідити наслідки і оцінити масштаби нанесеної шкоди буде можливо лише після деокупації території. За попередніми розрахунками дослідників Київської школи економіки – близько 19% усіх зрошуваних сільськогосподарських угідь України розташовано на тимчасово окупованій Херсонщині, ще 10% – на території частково окупованої Запорізької області. Орієнтовна вартість заміни та ремонту пошкодженої іригаційної інфраструктури становить 225 млн доларів США. Окрім прямого пошкодження земель – окупація, військові дії та мінне забруднення обмежують доступ фермерів до полів і можливості для збору врожаю. Орієнтовно, 2,4 мільйона гектарів озимих культур загальною вартістю у 1,435 мільярдів доларів США залишились незібраними внаслідок агресії РФ [7].

Висновки.

1. Для земель, що використовуються в різних галузях виробництва, одним із пріоритетних напрямів є своєчасне обстеження та розвідування стану земель, їх моніторинг, використання даних земельного кадастру, проведення інвентаризації земель, розробка проєктів організації території, залучення до господарського обороту не наданих у власність та користування земель та тих, які знаходяться у найбільш депресивних територіях, проєктів зрошення в посушливих регіонах та проєктів осушення найбільш часто затоплюваних і підтоплених територій, а також врахування інших факторів.

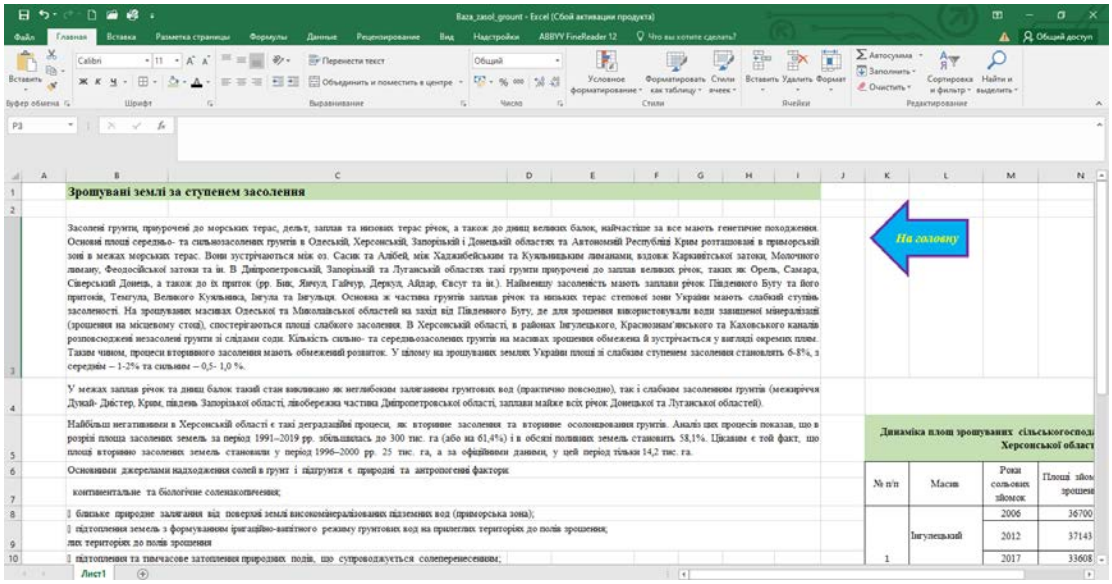


Рис. 7. Фрагмент довідника «Зрошувані землі за ступенем засолення»

2. Глобальні зміни клімату, що відбулися впливають на зміни способів та режимів зрошення сільськогосподарських культур, що своєю чергою спричиняє збільшення антропогенного навантаження на ґрунти. Крім кліматичних змін та наслідків антропогенного втручання катастрофічної шкоди для всього агромеліоративного комплексу Півдня України завдають воєнні дії країни-агресора. Дослідити наслідки і оцінити масштаби нанесеної шкоди буде можливо лише після деокупації території.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Водний менеджмент в Україні: проблеми та інновації розвитку: монографія / за ред. Л. Ф. Кожушка, В. А. Сташука, М. А. Хвесика, А. М. Рокочинського. Рівне, 2018. 638 с.
2. Грановська Л. М., Лиховид П. В., Жужа П. В. Оцінка гідрогеолого-меліоративного стану зрошуваних земель правобережжя Херсонської області. *Зрошуване землеробство*, 2018. № 70. С. 4–13.
3. Грановська Л. М., Морозов О. В., Морозова О. С. Інтегральна оцінка придатності (на основі екологічного моніторингу) зрошуваних земель для вирощування екологічно безпечної сільськогосподарської продукції. *Економіка природокористування,* 2016. № 2(39). С. 139–147.
4. Державна служба статистики України : режим доступу: https://www.ukrstat.gov.ua/ (дата звернення 5 жовтня 2022 р.).
5. Ладичук Д. О., Шапоринська Н. М. .Шляхи вирішення проблеми втрат водних та земельних ресурсів Херсонської області. *Досягнення України та ЄС в екології, біології, хімії, географії та аграрних науках* : Колективна монографія. Рига, Латвія : “Baltija Publishing”, 2021. 264–281 DOI https://doi.org/10.30525/978-9934-26-086-5-26
6. Меліорація ґрунтів (систематика, перспективи, інновації): колективна монографія / за ред. С.А. Балюка, М.І. Ромащенка, Р.С. Трускавецького. Херсон: Грінь Д.С., 2015. 668 с.
7. Нейтер Р., Стольнікович Г., Нів‘євський О. Огляд збитків від війни в сільському господарстві України. Непряма оцінка пошкоджень. KSE Center for Food and Land Use Research. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2022/06/Damages_report_issue1_ua-1.pdf (дата звернення 8 червня 2022 р.)
8. Ромащенко М. І., Дехтяр О. О. Деякі питання реформування водогосподарської галузі України. *Меліорація і водне господарство*, 2016. № 103 (1). С. 3–8.
9. Ромащенко М. І., Жовтоног О. І., Крученюк В. Д., Сайдак Р. В., Книш В. В. Управління процесом відновлення та сталого використання зрошення. *Меліорація і водне господарство*, 2014. № 101. С. 137–147.
10. Ромащенко М. І., Яцюк М. В., Жовтоног О. І., Дехтяр О. О., Сайдак Р. В., Матяш Т. В. Наукові засади відновлення та розвитку зрошення в Україні в сучасних умовах. *Меліорація і водне господарство*. 2017. № 106 (2). С. 3–14.
11. Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року: схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 р. № 688-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-р#Text

REFERENCES:

1. Kozhushko, L.F., Stashuk, V.A., Khvesyk, M.A., & Rokochynskii, A.M. (2018). *Vodnyy menedzhment v Ukrayini: problemy ta innovatsiyi rozvytku [Water management in Ukraine: problems and innovations of development]*. Rivne [in Ukrainian].
2. Hranovska, L.M., Lykhovyd, P.V., & Zhuzha, P.V. (2018). Otsinka hidroheoloho-melioratyvnoho stanu zroshuvanykh zemel pravoberezhzhya Khersonskoyi oblasti [Assessment of the hydrogeological and reclamation state of the irrigated lands of the right bank of the Kherson region]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture,* 70, 4-13 [in Ukrainian].
3. Hranovska, L.M., Morozov, O.V., & Morozova, O.S. (2016). Intehralna otsinka prydatnosti (na osnovi ekolohichnoho monitorynhu) zroshuvanykh zemel dlya vyroshchuvannya ekolohichno bezpechnoyi silskohospodarskoyi produktsiyi [Integrated assessment of the suitability (based on ecological monitoring) of irrigated lands for the cultivation of ecologically safe agricultural products]. *Ekonomika pryrodokorystuvannya – Economics of nature use,* 2(39), 139-147 [in Ukrainian].
4. *Derzhavna sluzhba statystyky Ukrayiny [State Statistics Service of Ukraine].* URL: https://www.ukrstat.gov.ua/ [in Ukrainian].
5. Ladychuk, D.O., & Shaporynska, N.M. (2021). Shlyakhy vyrishennya problemy vtrat vodnykh ta zemelnykh resursiv Khersonskoyi oblasti [Ways to solve the problem of loss of water and land resources in the Kherson region]. *Dosyahnennya Ukrayiny ta YES v ekolohiyi, biolohiyi, khimiyi, heohrafiyi ta ahrarnykh naukakh [Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences]*. Riga, Latvia: "Baltija Publishing", 264-281. DOI https://doi.org/10.30525/978-9934-26-086-5-26 [in Ukrainian]
6. Balyuk, S.A., Romashchenko, M.I., & Truskavetskii, R.S. (2015). *Melioratsiya gruntiv (systematyka, perspektyvy, innovatsiyi) [Soil reclamation (systematics, perspectives, innovations)]*. Kherson: Hrin D.S., [in Ukrainian].
7. Neyter, R., Stolnikovych, H., & Nivyevskyy, O. (2022). Ohlyad zbytkiv vid viyny v silskomu hospodarstvi Ukrayiny. Nepryama otsinka poshkodzhen [Overview of war losses in the agriculture of Ukraine. Indirect damage assessment]. KSE Center for Food and Land Use Research. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2022/06/Damages_report_issue1_ua-1.pdf [in Ukrainian].
8. Romashchenko, M.I., & Dekhtyar, O.O. (2016). Deyaki pytannya reformuvannya vodohospodarskoyi haluzi Ukrayiny [Some issues of reforming the water sector of Ukraine]. *Melioratsiya i vodne hospodarstvo – Reclamation and water management,* 103 (1), 3–8 [in Ukrainian].
9. Romashchenko, M.I., Zhovtonoh, O.I., Kruchenyuk, V.D., Saydak, R.V., & Knysh, V.V. (2014). Upravlinnya protsesom vidnovlennya ta staloho vykorystannya zroshennya [Management of the restoration and sustainable use of irrigation]. *Melioratsiya i vodne hospodarstvo – Reclamation and water management,* 101, 137-147 [in Ukrainian].
10. Romashchenko, M.I., Yatsyuk, M.V., Zhovtonoh, O.I., Dekhtyar, O.O., Saydak, R.V., & Matyash, T.V. (2017). Naukovi zasady vidnovlennya ta rozvytku zroshennya v Ukrayini v suchasnykh umovakh [Scientific principles of restoration and development of irrigation in Ukraine

in modern conditions]. *Melioratsiya i vodne hospodarstvo – Reclamation and water management,* 106 (2), 3–14 [in Ukrainian].
11. *Stratehiya zroshennya ta drenazhu v Ukrayini na period do 2030 roku*: skhvaleno rozporyadzhennyam Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 14.08.2019 r. № 688-r. [*Irrigation and drainage strategy in Ukraine for the period up to 2030*: approved by the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated August 14, 2019 No. 688] URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-p#Text [in Ukrainian].

Бояркіна Л.В., Боровик В.О., Шабля О.С., Шарій В.О., Біднина І.О. Сучасний стан зрошуваних сільськогосподарських земель в Україні

Мета статті – представити результати досліджень з питань сучасного стану зрошуваних сільськогосподарських земель та на основі їх аналізу сформовану базу даних. **Методи**. Застосовано сукупність загальнонаукових методів і підходів емпіричного та теоретичного пізнання: абстрактно-логічний, системного підходу, статистичний, монографічний, комплексного аналізу, узагальнення. **Результати.** Постійного зрошення потребують майже 19 млн га орних земель, а водорегулювання – 4,8 млн га. У 2020-2021 рр. полив здійснювався лише на площі близько 550 тис. га. За 2014–2017 рр., спостерігається скорочення земель які було фактично политі, з 0,51 млн га, до 0,46 млн га, або на 9,8%. Але з 2018 р. (0,46 млн га) кількість зрошувальних земель почала зростати й у 2020 р. було полито найбільшу площу – 0,55 млн га. Площа, з якої зібрано врожай на политих землях, з кожним роком зростає. З 2014 р. до 2020 р. найбільше зросли площі під зерновими та зернобобовими культурами, на 84% до 188,5 тис. га. База даних сучасного стану зрошуваних земель містить 25 довідників та термінологічний словник, доступ до яких організовано через гіперпосилання головного меню бази. **Висновки.** Одним із пріоритетних напрямів є своєчасне обстеження та розвідування стану земель, їх моніторинг, використання даних земельного кадастру, проведення інвентаризації земель, розробка проєктів організації території, залучення до господарського обороту не наданих у власність та користування земель та тих, які знаходяться у найбільш депресивних територіях, проєктів зрошення в посушливих регіонах та проєктів осушення найбільш часто затоплюваних і підтоплених територій. Глобальні зміни клімату, що відбулися впливають на зміни способів та режимів зрошення сільськогосподарських культур, що своєю чергою спричиняє збільшення антропогенного навантаження на ґрунти. Крім кліматичних змін та наслідків антропогенного втручання катастрофічної шкоди для всього агромеліоративного комплексу Півдня України завдають воєнні дії країни-агресора. Дослідити наслідки і оцінити масштаби нанесеної шкоди буде можливо лише після деокупації території.

Ключові слова: моніторинг сільськогосподарських земель, деградаційні процеси, зрошення, кліматичні зміни, база даних.

Boiarkina L.V., Borovik V.O., Shablya O.S., Sharii V.O., Bidnyna I.O. The current state of irrigated agricultural land in Ukraine

The purpose of the article is to present the results of research on the current state of irrigated agricultural land and the database created on the basis of their analysis. **Research methods**. A set of general scientific methods and approaches of empirical and theoretical knowledge is applied: abstract-logical, systemic approach, statistical, monographic, complex analysis, generalization. **Research results**. Almost 19 million hectares of arable land require constant irrigation, and 4.8 million hectares require water regulation. In 2020-2021, irrigation was carried out only on an area of about 550,000 hectares. In 2014–2017, there was a decrease in the land that was actually irrigated, from 0.51 million ha to 0.46 million ha, or by 9.8%. But since 2018 (0.46 million hectares), the amount of irrigated land began to grow, and in 2020, the largest area was irrigated - 0.55 million hectares. The area harvested on irrigated land is growing every year. From 2014 to 2020, the area under grain and leguminous crops increased the most, by 84% to 188.5 thousand hectares. The database of the current state of irrigated lands contains 25 directories and a terminological dictionary, access to which is organized through hyperlinks in the main menu of the database. **Conclusions**. 1. One of the priority directions is the timely survey and reconnaissance of the state of lands, their monitoring, the use of land cadastre data, conducting land inventories, developing projects for the organization of the territory, involving in the economic turnover land that has not been granted ownership and use, and those that are in the most depressed territories, irrigation projects in arid regions and drainage projects of the most frequently flooded and inundated territories. 2. The global climate changes that have occurred affect changes in the methods and modes of irrigation of agricultural crops, which in turn causes an increase in the anthropogenic load on the soil. In addition to climatic changes and the consequences of anthropogenic intervention, the military actions of the aggressor country cause catastrophic damage to the entire agro-melioration complex of Southern Ukraine. It will be possible to investigate the consequences and assess the extent of the damage caused only after the de-occupation of the territory.

Key words: agricultural land monitoring, degradation processes, irrigation, climate changes, database.

УДК 633.18
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.2

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СВІТОВОГО РИСІВНИЦТВА

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-3895-5633
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України
БОЯРКІНА Л.В. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-6605-8411
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України
БОРОВИК В.О. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0003-0705-2105
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України
БІДНИНА І.О. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0001-8351-2519
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України
ШАБЛЯ О.С. – кандидат економічних наук
orcid.org/0000-0002-2669-0711
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України
ШАРІЙ В.О. – аспірант
orcid.org/0000-0003-1652-3159
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Рис у світовому землеробстві є основною продовольчою культурою, продукцією якої харчується приблизно половина людей земної кулі, які проживають переважно у густонаселених країнах Південно-Східної Азії, таких як Китай, Індія, Пакистан, Індонезія, Японія та ін. [3, 7].

Посіви рису розмішені у 112 країнах світу на площі 147 млн га, а валове виробництво зерна-серцю становить останні роки в межах 600 млн. тонн. За врожайністю рис займає перше місце серед зернових культур, а за посівними площами та валовим збором друге місце у світі після пшениці. Завдяки сучасним технологіям, досягненням селекції та генетики продуктивність вирощування рису з кожним роком зростає [7].

Зміна клімату негативно впливає на сільське господарство та продовольчі системи через нерегулярні погодні умови, повені, посухи чи стихійні лиха. Урбанізація часто означає зменшення робочої сили для сільського господарства в сільській місцевості та зміну вимог до раціону харчування [4, 16].

Майбутнє сільське господарство має реагувати на всі ці зміни, зменшуючи залежність від кліматичних змін шляхом запровадження сучасних технологічних рішень у рисівництві.

Метою статті є оцінка впливу застосування сучасних технологій у рисівництві на тенденції світового виробництва та споживання рису за останнє десятиліття.

Методи дослідження. Застосовано сукупність загальнонаукових методів і підходів емпіричного та теоретичного пізнання: абстрактно-логічний, системного підходу, статистичний, монографічний, моделювання, комплексного аналізу, узагальнення.

Результати дослідження. Основними центрами світового рисівництва є країни Східної Азії – 45,4%, Південна Азія – 23,5%, Південно-Східна Азія – 22,2%. У країнах Європи виробляється близько 1%, в Австралії, США, Латинській Америці – 2,2% світового валового збирання зерна рису [7] (рис. 1).

Рис є продуктом харчування номер один для половини людства. За підрахунками вчених (дані ООН), щоб задовольнити потреби світового населення в їжі, виробництво рису до 2025 р. повинне зрости на 70% [3, 7].

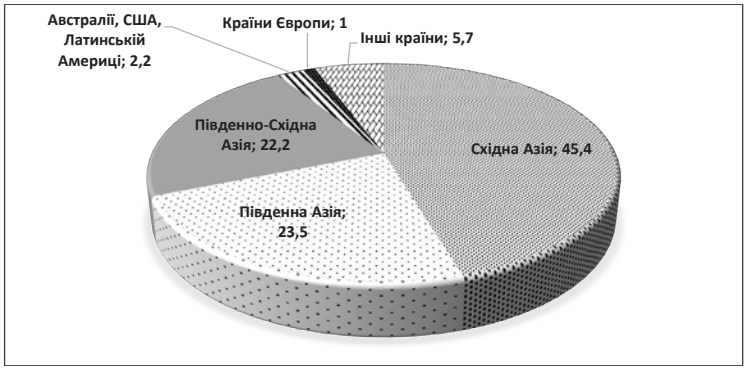


Рис. 1. Дольова частка країн у світовому виробництві рису, % [7]

Найбільше виробництво рису традиційно зосереджено в країнах Далекого Сходу та Південно-Східної Азії. Понад 70% усього глобального виробництва рису нині зосереджено в п'яти країнах – Китаї, Індії, Індонезії, В'єтнамі й Таїланді (рис. 2). Також великими виробниками рису є Філіппіни, Бразилія, Японія, Пакистан, США, Єгипет і Південна Корея. Доля України в світових зборах рису становить 0,2% [7].

За останні 10 років виробництво рису виросло на 10% [7] (рис. 3).

За подальшої інтенсифікації його виробництва варто очікувати пришвидшення темпів росту, адже потенціал урожайності рису є досить високим (рис. 4). Серед азійських країн високотехнологічне виробництво рису розвинуте в Японії (генна інженерія, точне («розумне») землеробство) [12, 15, 17, 21, 22] та Китаї («морський рис», високоврожайні гібриди) [5, 11, 18, 24, 25].

Лідером серед країн-експортерів рису є Індія. Незважаючи на вражаючий прогрес, врожайність рису 4,15 т/га (2021-22 рр.) (рис. 5) значно нижча порівняно з 7,07 т у Китаї, 8,52 т в Америці, 6,95 т у Японії та 7,11 т у Кореї [7].

Біля 90% вирощеного в Індії рису споживається її ж населенням, чисельність якого з кожним роком стрімко зростає (за прогнозами більш ніж на 400 мільйонів протягом наступних 35 років), відповідно попит на рис також буде збільшуватись. Це означає, що ще є величезні можливості для збільшення виробництва. Робити це доведеться за рахунок збільшення врожайності, оскільки можливості для збільшення посівних площ рису мізерно малі [16]. Друге і третє місця – Таїланд і В'єтнам – по 17,5% (трохи більше 6,5 млн тонн). До країн-експортерів рису входять також Камбоджа, М'янма, Таїланд і В'єтнам [6, 7]. Експортний потенціал Індії та країн Південно-Східної Азії на 70 % залежить від зрошення. Четверте і п'яте місце від світових поставок або 4 і 2,8 млн тонн займають Пакистан і США, на частку яких припадає 10,0% і 9,0% всіх світових експортних поставок відповідно. Частка ТОП-5 найбільших експортерів рису становить майже 79% від загальних обсягів експорту, частка ТОП-20 країн – близько 96% (рис. 6).

У ТОП-10 імпортерів рису у 2021/2022 маркетинговому році входять Індонезія (1810 тис. т), Ірак (1384 тис. т), ПАР (1296 тис. т), Іран (1254 тис. т) Саудівська Аравія (1187 тис. т), Кот-д'Івуар (1130 тис. т), Сенегал (1041 тис. т), Іран (1026 тис. т), Філіпіни (1023 тис. т) і Малайзія (1006 тис. т). Частка ТОП-10 основних покупців рису за кордоном становить близько 38% від загального обсягу імпорту, частка ТОП-20 країн – близько 57%. Імпорт рису країнами Євросоюзу разом складає 2,3 млн. т. Серед країн імпортерів є лідери світового виробництва рису, наприклад Індонезія [7] (рис. 7).

За останні пару років, Індонезія виробила достатньо рису, але все ще імпортує для свого резерву. Японія, як

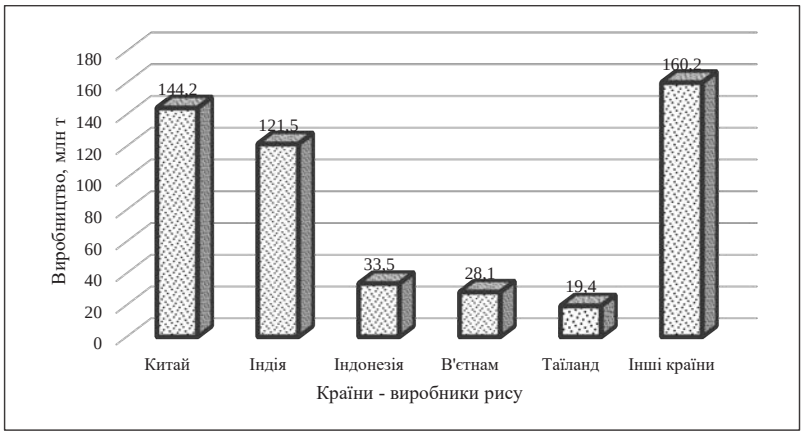


Рис. 2. Країни – лідери виробництва рису у світі

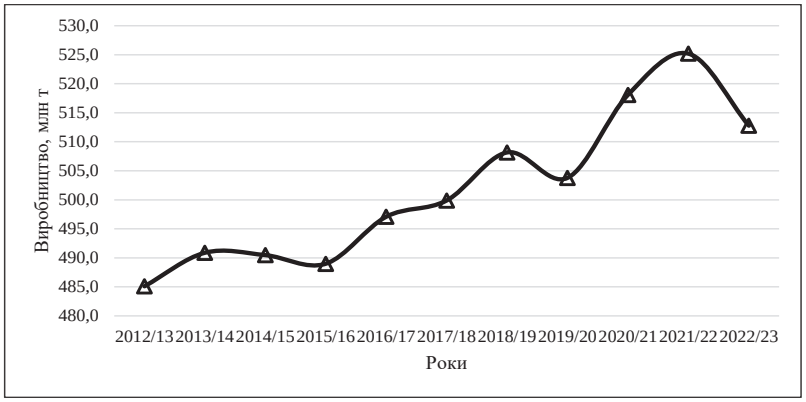


Рис. 3. Динаміка світового виробництва рису за 2012-2022 рр.

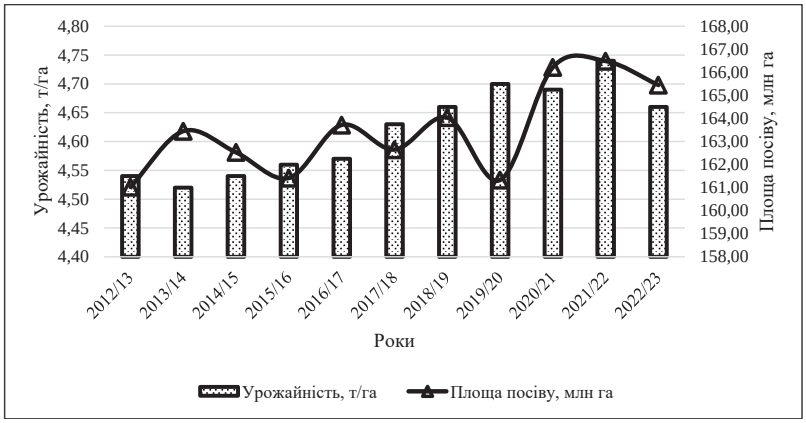


Рис. 4. Світова площа посіву та урожайність рису впродовж 2012-2022 рр.

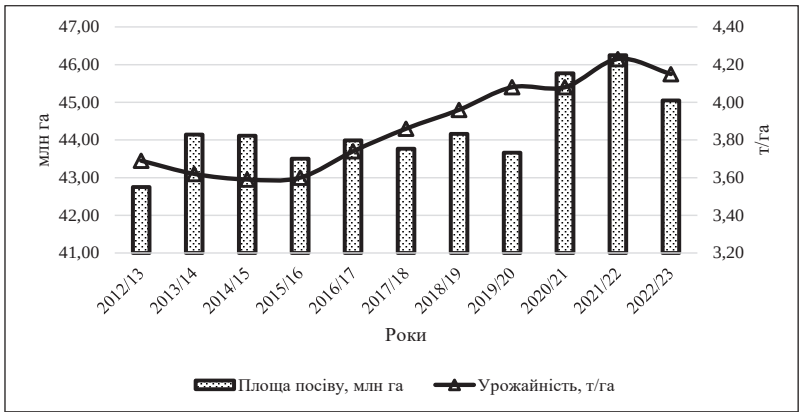


Рис. 5 Площі посіву та врожайність рису в Індії впродовж 2012-2022 рр.

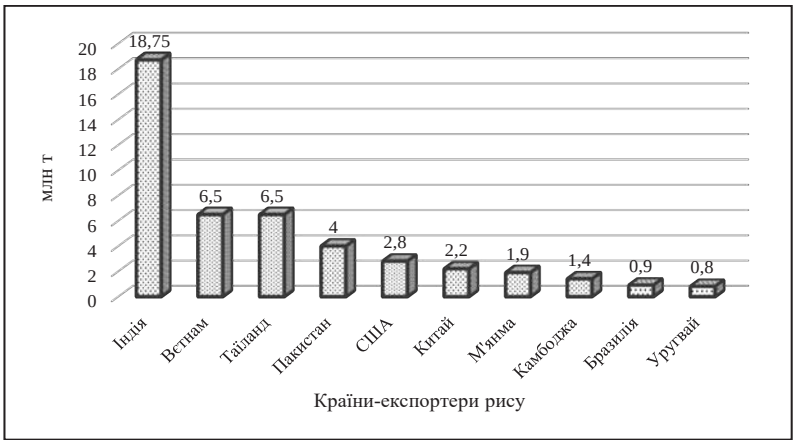


Рис. 6. Країни – лідери з постачання рису на світовий ринок у 2021/2022 маркетинговому році

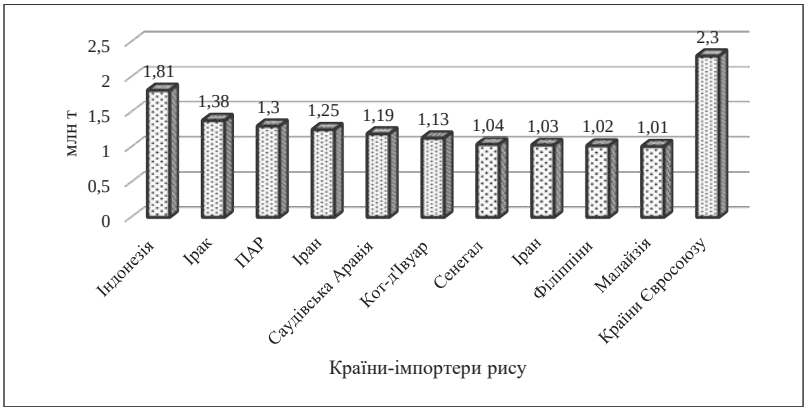


Рис. 7. Країни – імпортери рису у 2021/2022 маркетинговому році

країна з високотехнологічним сільським господарством, також є потужним виробником рису, але її немає серед крупних експортерів цієї культури. В цих країнах традиційно високий рівень внутрішнього споживання рису [7].

Середня врожайність рису в країнах Євросоюзу становить 6,76 т/га, що перевищує середньосвітову (4,62 т/га) на 31,6% [3]. У період 2012-2022 рр. урожайність рису була майже на одному рівні відмічались незначні коливання (рис. 8).

ЄС виробляє близько 2,8 мільйона тонн неочищеного рису (Japonica та Indica) на рік. Це означає приблизно 1,7 мільйона тонн шліфованого еквівалента рису. ЄС традиційно є нетто-імпортером (імпортується в середньому 1,2 мільйона тонн перемеленого еквівалента) [3] (рис. 9). Рис в ЄС в основному використовується в їжу, тоді як дроблений рис має більше промислове застосування. Рис не є основною їжею для більшості європейського населення, тим не менш, споживання рису на континенті зросло в останні роки через імміграцію та урізноманітнення раціону європейців.

За останні два десятиліття споживання рису значно зросло в усіх європейських країнах, будь то виробники рису (Південна Європа) або не виробники рису (Північна Європа) [8]. Імовірно, ця тенденція збережеться і в наступні роки, особливо в країнах Північної Європи. Незважаючи на порівняно високу врожайність рису в Європейських країнах, забезпечити власні потреби і не залежати від імпорту не збільшуючи площі під цією культурою на даний час неможливо.

Рис вирощують приблизно в 40 із 54 країн Африки, а вирощування рису є основною діяльністю та джерелом доходу для понад 35 мільйонів дрібних фермерів, які вирощують рис в Африці. Зростаюча роль рису в продовольчому кошику африканських споживачів зробила його політичною культурою, здатною вплинути на політичну, соціальну чи економічну стабільність африканських країн [19, 20]. Найкращі умови для вирощування рису склалися в Єгипті. Посівні площі під рисом за останнє десятиліття змінювались в межах 0,42-0,84 млн га, а урожайність у середньому становила 9,17 т/га.

Рис є переважаючим харчовим джерелом енергії в Західній Африці та на Мадагаскарі та є другим за важливістю джерелом харчування в Африці [1, 2]. Попит на рис зростає більш ніж на 6% на рік – швидше, ніж на будь-який інший основний продукт харчування, через зростання населення, урбанізацію та зміни в уподобаннях споживачів [9, 14, 23]. Серед західноафриканських країн найбільші площі відведені під рис зосереджені в Нігерії і впродовж останнього десятиліття збільшились у 1,5 рази з 2,86 млн до 4,32 млн га [7, 12]. Проте урожайність не перевищувала 2,16 т/га, що

не відповідає навіть половині середньосвітової (4,62 т/га) (рис. 10).

Місцеве виробництво рису покриває лише близько 60% поточного попиту в Африці, що призводить до імпорту 14-15 мільйонів тонн на рік (вартістю понад 6 мільярдів доларів США), що є величезною втратою континенту валютних резервів. Маючи лише 13% світового населення, на Африку припадає 32% світового імпорту рису, що робить її великим гравцем на ринку рису [7]. Африка має людські, фізичні та економічні ресурси, щоб виробляти достатньо якісного рису стійким способом, щоб прогодувати себе та, у довгостроковій перспективі, експортувати в інші регіони [12, 13].

Висновки:

− рис у світовому землеробстві є основною продовольчою культурою, продукцією якої харчується приблизно половина людей земної кулі. Понад 70% усього глобального виробництва рису зосереджено в п'яти країнах – Китаї, Індії, Індонезії, В'єтнамі й Таїланді;

− високотехнологічне виробництво рису розвинуте в Японії та Китаї, проте їх експортні можливості обмежує рівень внутрішнього споживання;

− експортні можливості Індії та країн Південно-Східної Азії забезпечуються за рахунок зрошення та удосконалення сортових технологій;

− країни Африки, розташовані на південь від пустелі Сахари імпортують рис через технологічну відсталість та залежність від погодно-кліматичних умов;

− в Європейському Союзі виробництво рису організовано на найвищому рівні (природоохоронні технології вирощування, високі стандарти якості продукції), проте продукції власного виробництва недостатньо для забезпечення потреб населення.

Для зменшення впливу кліматичних змін, науковці постійно працюють над удосконаленням технологій вирощування рису.

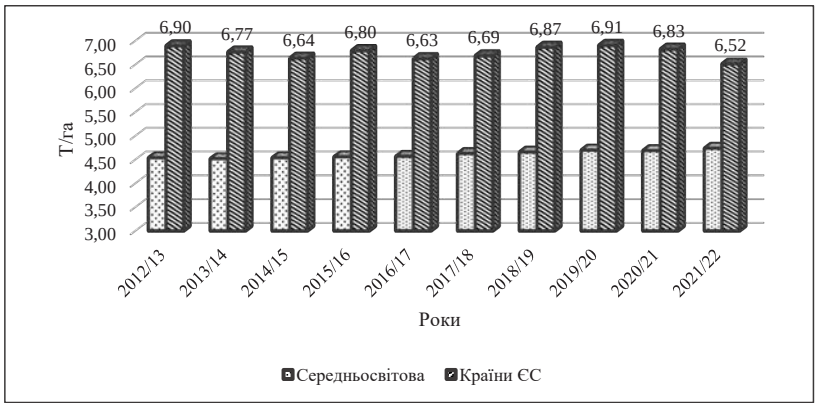


Рис. 8. Урожайність рису в країнах ЄС у порівнянні зі середньосвітовою впродовж 2012-2022 рр.

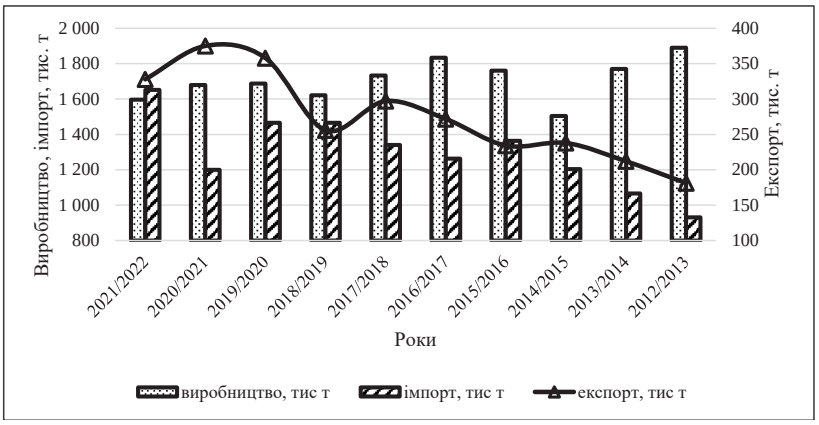


Рис. 9. Виробництво рису, імпорт та експорт у країнах ЄС впродовж 2012-2022 рр.

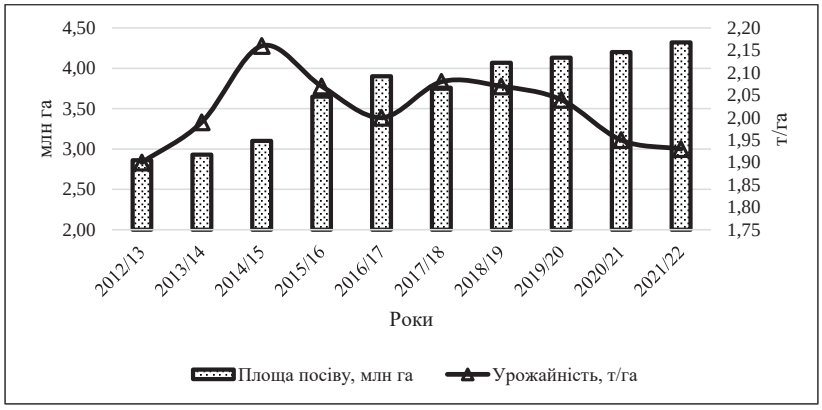


Рис. 10. Площі посіву та урожайність рису в Нігерії впродовж 2012-2022 рр.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Abera B., Senthilkumar K., Stuerz S., Cotter M., Rajaona A., Asch F. Season-specific varietal management as an option to increase rainfed lowland rice production in East African high-altitude cropping systems. *Journal of Agronomy and Crop Sciences.* 2020. 206(4):433–443.
2. Amoah N. K. A., Akromah R., Kena A. W., Manneh B., Dieng I. Bimpong I. K. Mapping QTLs for tolerance to salt stress at the early seedling stage in rice (*Oryza sativa* L.) using a newly identified donor 'Madina Koyo'. *Euphytica.* 2020. 216:156.
3. Rice production. *Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Agri-food Data Portal*. URL: https://agridata.ec.europa.eu/extensions/DashboardRice/RiceProduction.html (дата звернення 05.10.2022 р.)
4. Cotter M., Asch F., Abera B. B., Boshuwenda C. A., Senthilkumar K., Rajaona A., Raafindrazaka A., Saito K., Stuerz S. Creating the data basis to adapt agricultural

decision support tools to new environments, land management, and climate change. *Journal of Agronomy and Crop Sciences.* (2020). 206(4): 423–432.
5. Hybrid-rice pioneer Yuan Longping backs genetically modified foods. *South China Morning Post* (12.01.2014). 2014.
6. IRRI's Regional Strategy for Southeast Asia 2020-2025. *SEA-Regional-Strategy-2020-2025, 2020.*
7. FAO-AMIS (*Distributed by AMIS Statistics* URL: https://app.amis-outlook.org/#/market-database/supply-and-demand-overview (дата звернення 05.10.2022 р.)
8. Ferrero A., Nguyen V. N. The sustainable development of rice-based production systems in Europe. International Rice Conference eng 12-13 Feb 2004 Rome (Italy). *Università degli Studi di Torino*, 2004. Turin, Piedmont, Italy.
9. Fousseyni C., Jean R. S., Medoune P. K., Kang K. H., Baboucarr M. Performance of New Lines from Anther Culture, Mutation Breeding and Interspecific Crosses, under Lowland and Irrigated Condition in Mali. *Journal of Food Science and Engineering.* 2020. 10(1).
10. Johnson J-M., Rodenburg J., Tanaka A., Senthilkumar K., Ahouanton K., Dieng I., Klotoe A., Akakpo C., Segda Z., Yameogo L. P., Gbakatchetche H., Acheampong G. K., Bam R. K., Bakare O. S., Kalisa A., Gasore E. R., Ani S., Ablede K., Saito K. Farmers' perceptions on mechanical weeders for rice production in sub-Saharan Africa. *Experimental Agriculture.* 2019. 55(1), 117-131.
11. LLC-Ames. A World- Brand Name: Yuan Longping, The Father of Hybrid Rise. *Global Reach Internet Productions. IA-globalreach.com*, 2019. URL: www.worldfoodprize.org (дата звернення 05.10.2022 р.)
12. McCouch S., Navabi Z. K., Abberton M., Anglin N. L., Barbieri B. L., Baum M., Bett K., Booker H., Brown G. L., Bryan G. J., Cattivelli L., Charest D., Eversole K., Freitas M., Ghamkhar K., Grattapaglia D., Henry R., Inglis Mc. V., Islam T., Kehel Z., Kersey P. J., King G. J., Kresovich S., Marden E., Mayes S., Ndjiondjop M. N., et al. Mobilizing crop biodiversity. *Molecular Plant.* 2020. 13(10). 1341– 1344.
13. Mel V. C., Bado V. B., Ndiaye S., Djaman K., Nati D. A. B., Manneh B., Futakuchi K. Suitable management options to improve the productivity of rice cultivars under salinity stress. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2019. 65(8). 1093–1106. https://doi.org/10.1080/03650340.2018.1552785
14. Niang A., Becker M., Ewert F., Dieng I., Gaiser T., Tanaka A., Senthilkumar K., Rodenburg J., Johnson J. M., Akakpo C., Segda Z., Gbakatchetche H., Jaiteh F., Bam R. K., Dogbe W., Keita S., Kamissoko N., Mossi I. M., Bakare O. S., Cissé M., Baggie I., Ablede K. A., Saito K. Variability and determinants of yields in rice production systems of West Africa. *Field Crops Research.* 2017. 207:1-12.
15. Nonawin L.-A., Daisuke S., Mana K.-N., Tomomi H., Roel R. S., Jonathan N., Mayuko I.-I., Akira Y., Yoshiaki I. The promoted lateral root 1 (plr1) mutation is involved in reduced basal shoot starch accumulation and increased root sugars for enhanced lateral root growth in rice. *Plant Science.* 2020. 301:110667. DOI:10.1016/j.plantsci.2020.110667
16. Palanisami K., Krishna R. K., Udaya S. N., Ranganathan C. R. Climate Change and Future Rice Production in India. *India Studies in Business and Economics (ISBE).* 2019. 7–33.
17. Razafindrazaka A. L., Stuerz S., Cotter M., Rajaona A., Asch F. Genotypic yield response of lowland rice in highaltitude cropping systems. *Journal of Agronomy and Crop Sciences.* 2020. 206(4). 444–455.
18. Kemp R. Yuan Longping, My hybrid rice, dies aged 91 – RTHK. *news.rthk.hk. 22 may 2021*.
19. Semagn K., Ndjiondjop M. N., Sow M., Manneh B., Gouda C. A. Kpeki S. B., Pegalepo E., Wambugu P., Sie M., Warburton M. L. Genetic variation and population structure of NERICA and oryza sativa varieties adapted to lowland and upland African ecologies using DArtseq-based SNPs. *Frontiers in Plant Science*. 2018. doi: 10.3389/fpls.2018.00446.
20. Sikiru M., Shittu A., Konaté K. A., Maji A. T., Ngaujah A. S., Sanni K. A., Ogunbayo S. A., Akintayo I., Saito K., Dramé K. N., Ahanchédé A., Venuprasad R. Screening African rice (*Oryza glaberrima*) for tolerance to abiotic stresses: I. Fe toxicity. *Field Crops Research*. 2018. 220:3-9.
21. Statistics of Japan e-Stat is a portal site for Japanese Government Statistics URL: https://www.e-stat.go.jp/en/stat-search?page=1&toukei=00500209 (дата звернення 05.10.2022 р.).
22. Takano K. Japan's farmers adopt smart technology to streamline rice growing. *Nikkei Asia,* 2020.
23. Yelome O. I., Audenaert K., Landschoot S., Dansi A., Vanhove W., Silue D., Van Damme P., Haes G. Analysis of population structure and genetic diversity reveals gene flow and geographic patterns in cultivated rice (*O. sativa and O. glaberrima*) in West Africa. *Euphytica.* 2018. 214:215.
24. Longping Yu. Hybrid rice is on the way to fulfilling its potential. *Science Bulletin*. 2015. 60(6). 657-660 Doi:10.1007/s11434-015-0755-6
25. China cultivates 2-meter-high 'giant rice,' 'dream coming true' moment for deceased 'father of hybrid rice'. *Institute of Subtropical Agriculture Chinese Academy of Sciences*, *Aug 30, 2021*. URL: https://defence.pk/pdf/threads/china-cultivates-2-meter-high-giant-rice-dream-coming-true-moment-for-deceased-father-of-hybrid-rice.721819/ (дата звернення 05.10.2022 р.).

REFERENCES:

1. Abera, B., Senthilkumar, K., Stuerz, S., Cotter, M., Rajaona, A. & Asch, F. (2020). Season-specific varietal management as an option to increase rainfed lowland rice production in East African high-altitude cropping systems. *Journal of Agronomy andCrop Sciences,* 206(4):433–443
2. Amoah, N.K.A., Akromah, R., Kena, A.W., Manneh, B., Dieng, I. & Bimpong, I.K. (2020). Mapping QTLs for tolerance to salt stress at the early seedling stage in rice (*Oryza sativa* L.) using a newly identified donor 'Madina Koyo'. *Euphytica.* 216:156
3. Rice production. *Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Agri-food Data Portal*. URL: https://agridata.ec.europa.eu/extensions/DashboardRice/RiceProduction.html
4. Cotter, M., Asch, F., Abera, B.B., Boshuwenda, C.A., Senthilkumar, K., Rajaona, A., Raafindrazaka, A., Saito, K. & Stuerz, S. (2020). Creating the data basis to adapt agricultural decision support tools to new environments, land management, and climate change. *Journal of Agronomy and Crop Sciences,* 206(4):423–432

5. Hybrid-rice pioneer Yuan Longping backs genetically modified foods (2014). *South China Morning Post* (12.01.2014)
6. IRRI's Regional Strategy for Southeast Asia 2020-2025 (2020). *SEA-Regional-Strategy-2020-2025*
7. FAO-AMIS (*Distributed by AMIS Statistics).* URL: https://app.amis-outlook.org/#/market-database/supply-and-demand-overview
8. Ferrero, A., & Nguyen, V.N. (2004). The sustainable development of rice-based production systems in Europe. International Rice Conference eng 12-13 Feb 2004 Rome (Italy). *Università degli Studi di Torino*. Turin, Piedmont, Italy
9. Fousseyni, C., Jean, R.S., Medoune, P., Khouma, K.K.H., & Baboucarr, M. (2020). Performance of New Lines from Anther Culture, Mutation Breeding and Interspecific Crosses, under Lowland and Irrigated Condition in Mali. *Journal of Food Science and Engineering,* 10(1)
10. Johnson, J.-M., Rodenburg, J., Tanaka, A., Senthilkumar, K., Ahouanton, K., Dieng, I., Klotoe, A., Akakpo, C., Segda, Z., Yameogo, L.P., Gbakatchetche, H., Acheampong, G.K., Bam, R.K., Bakare, O.S., Kalisa, A., Gasore, E.R., Ani, S., Ablede, K., & Saito, K. (2019). Farmers' perceptions on mechanical weeders for rice production in sub-Saharan Africa. *Experimental Agriculture*, 55(1), 117-131
11. LLC-Ames. (2019). A World- Brand Name: Yuan Longping, The Father of Hybrid Rise. *Global Reach Internet Productions. IA-globalreach.com*. URL: www.worldfoodprize.org
12. McCouch, S., Navabi, Z.K., Abberton, M., Anglin, N.L., Barbieri, B.L., Baum, M., Bett, K., Booker, H., Brown, G.L., Bryan, G.J., Cattivelli, L., Charest, D., Eversole, K., Freitas, M., Ghamkhar, K., Grattapaglia, D., Henry, R., Inglis, M.C.V., Islam, T., Kehel, Z., Kersey, P.J., King, G.J., Kresovich, S., Marden, E., Mayes, S., Ndjiondjop, M.N. et al. (2020). Mobilizing crop biodiversity. *Molecular Plant,* 13(10), 1341– 1344
13. Mel, V.C., Bado, V.B., Ndiaye, S., Djaman, K., Nati, D.A.B., Manneh, B., & Futakuchi, K. (2019). Suitable management options to improve the productivity of rice cultivars under salinity stress. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 65(8), 1093–1106 https://doi.org/10.1080/03650340.2018.1552785
14. Niang, A., Becker, M., Ewert, F., Dieng, I., Gaiser, T., Tanaka, A., Senthilkumar, K., Rodenburg, J., Johnson, J.M., Akakpo, C., Segda, Z., Gbakatchetche, H., Jaiteh, F., Bam, R.K., Dogbe, W., Keita, S., Kamissoko, N., Mossi, I.M., Bakare, O.S., Cissé, M., Baggie, I., Ablede, K.A. & Saito, K. (2017). Variability and determinants of yields in rice production systems of West Africa. *Field Crops Research*, 207:1-12
15. Nonawin, L.-A., Daisuke, S., Mana, K.-N., Tomomi, H., Roel, R., Suralta, J. N., Mayuko, I.-I., Akira, Y., & Yoshiaki, I. (2020). The promoted lateral root 1 (plr1) mutation is involved in reduced basal shoot starch accumulation and increased root sugars for enhanced lateral root growth in rice. *Plant Science*, 301:110667. DOI:10.1016/j.plantsci.2020.110667
16. Palanisami, K., Krishna, R.K., Udaya, S.N., & Ranganathan, C.R. (2019). Climate Change and Future Rice Production in India. *India Studies in Business and Economics (ISBE)*, 7–33
17. Razafindrazaka, A.L., Stuerz, S., Cotter, M., Rajaona, A. & Asch, F. (2020). Genotypic yield response of lowland rice in highaltitude cropping systems. *Journal of Agronomy and Crop Sciences,* 206(4), 444–455
18. Kemp, R. (2021) *Yuan Longping, My hybrid rice, dies aged 91 – RTHK. news.rthk.hk. 22 may*
19. Semagn, K., Ndjiondjop, M.N., Sow, M., Manneh, B., Gouda, C.A., Kpeki, S.B., Pegalepo, E., Wambugu, P., Sie, M. & Warburton, M.L. (2018). Genetic variation and population structure of NERICA and oryza sativa varieties adapted to lowland and upland African ecologies using DArtseq-based SNPs. *Frontiers in Plant Science*. doi: 10.3389/fpls.2018.00446
20. Sikiru, M., Shittu, A., Konaté, K.A., Maji, A.T., Ngaujah, A.S., Sanni, K.A., Ogunbayo, S.A., Akintayo, I., Saito, K., Dramé, K.N., Ahanchédé, A. & Venuprasad, R. (2018). Screening African rice (*Oryza glaberrima*) for tolerance to abiotic stresses: I. Fe toxicity. *Field Crops Research*, 220:3-9
21. Statistics of Japan e-Stat is a portal site for Japanese Government Statistics. URL: https://www.e-stat.go.jp/en/stat-search?page=1&toukei=00500209
22. Takano, K. (2020). Japan's farmers adopt smart technology to streamline rice growing*. Nikkei Asia*
23. Yelome, O.I., Audenaert, K., Landschoot, S., Dansi, A., Vanhove, W., Silue, D., Van Damme, P., and Haes, G. (2018). Analysis of population structure and genetic diversity reveals gene flow and geographic patterns in cultivated rice (*O. sativa and O. glaberrima*) in West Africa. *Euphytica,* 214:215
24. Longping, Yu. (2015). Hybrid rice is on the way to fulfilling its potential. *Science Bulletin*, 60(6), 657-660. Doi : 10.1007/s11434-015-0755-6
25. China cultivates 2-meter-high 'giant rice,' 'dream coming true' moment for deceased 'father of hybrid rice'. (2021). *Institute of Subtropical Agriculture Chinese Academy of Sciences*, *Aug 30*. URL: https://defence.pk/pdf/threads/china-cultivates-2-meter-high-giant-rice-dream-coming-true-moment-for-deceased-father-of-hybrid-rice.721819/

Вожегова Р.А., Бояркіна Л.В., Боровик В.О., Біднина І.О., Шабля О.С., Шарій В.О. Стан та перспективи розвитку світового рисівництва

Метою статті є оцінка впливу застосування сучасних технологій у рисівництві на тенденції світового виробництва та споживання рису за останнє десятиліття. Методи дослідження. Застосовано сукупність загальнонаукових методів і підходів емпіричного та теоретичного пізнання: абстрактно-логічний, системного підходу, статистичний, монографічний, моделювання, комплексного аналізу, узагальнення. Результати дослідження. Основними центрами світового рисівництва є країни Східної Азії – 45,4%, Південна Азія – 23,5%, Південно-Східна Азія – 22,2%. У країнах Європи виробляється близько 1%, в Австралії, США, Латинській Америці – 2,2% світового валового збирання зерна рису. Серед азійських країн високотехнологічне виробництво рису розвинуте в Японії (генна інженерія, точне («розумне») землеробство) та Китаї («морський рис», високоврожайні гібриди). Частка ТОП-5 (Індія, Таїланд, В'єтнам, Пакистан і США) найбільших експортерів рису становить майже 79% від загальних обсягів світового експорту рису. У ТОП-5 імпортерів рису у 2021/2022 м. р. входять Індонезія, Ірак, ПАР, Іран, Саудівська Аравія. Висновки. Рис у світовому землеробстві є основною продовольчою

культурою, продукцією якої харчується приблизно половина людей земної кулі. Понад 70% усього глобального виробництва рису зосереджено в п'яти країнах – Китаї, Індії, Індонезії, В'єтнамі й Таїланді; високотехнологічне виробництво рису розвинуте в Японії та Китаї; експортні можливості Індії та країн Південно-Східної Азії забезпечуються за рахунок зрошення та удосконалення сортових технологій; країни Африки, розташовані на південь від пустелі Сахари є імпортозалежними; в Європейському Союзі виробництво рису організовано на найвищому рівні, проте продукції власного виробництва недостатньо для забезпечення потреб населення. Для зменшення впливу кліматичних змін, науковці постійно працюють над удосконаленням технологій вирощування рису.

Ключові слова: глобальне виробництво рису, зміни клімату, зрошення, сортові технології, експортні можливості, імпортозалежність.

Vozhehova R.A., Boiarkina L.V., Borovyk V.O., Bidnyna I.O., Shablya O.S., Sharii V.O. The state and prospects for the development of world rice farming

The purpose of the article is to assess the impact of the use of modern technologies in rice production on the trends in global rice production and consumption over the last decade. **Research methods.** A set of general scientific methods and approaches of empirical and theoretical knowledge is applied: abstract-logical, systemic approach, statistical, monographic, modeling, complex analysis, generalization. **Results of the research.** The main centers of world rice production are the countries of East Asia – 45.4%, South Asia – 23.5%, Southeast Asia – 22.2%. About 1% is produced in European countries, and 2.2% in Australia, the USA, and Latin America of the world's gross harvest of rice grain. Among Asian countries, high-tech rice production is developed in Japan (genetic engineering, precise ("smart") agriculture) and China ("sea rice", high-yield hybrids). The share of the TOP-5 (India, Thailand, Vietnam, Pakistan and the USA) of the largest rice exporters is almost 79% of the total volume of world rice exports. The TOP-5 importers of rice in 2021/2022 include Indonesia, Iraq, South Africa, Iran, Saudi Arabia. **Conclusions.** Rice is the main food crop in world agriculture, the products of which feed approximately half of the people on the globe. More than 70% of all global rice production is concentrated in five countries – China, India, Indonesia, Vietnam and Thailand; high-tech rice production is developed in Japan and China; export opportunities of India and the countries of Southeast Asia are provided due to irrigation and improvement of varietal technologies; African countries located south of the Sahara desert are import-dependent; in the European Union, rice production is organized at the highest level, but domestic production is not enough to meet the needs of the population. To reduce the impact of climate change, scientists are constantly working on improving rice cultivation technologies.

Key words: global rice production, climate change, irrigation, varietal technologies, export opportunities, import dependence.

УДК 635.657:633.854.78:631.674.6
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.3

ОСОБЛИВОСТІ РОСТОВИХ ПРОЦЕСІВ НУТУ І СОНЯШНИКУ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

ГУЛЕНКО О.І. – аспірант
orcid.org/0000-0002-1007-5677
Інститут водних проблем і меліорації
Національної академії аграрних наук України
КАЛІЛЕЙ В.В. – аспірант
orcid.org/0000-0001-7875-1240
Інститут водних проблем і меліорації
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. За останні 15-20 років в Україні одночасно з широкомасштабним впровадженням способів мікрозрошення у садівництві, овочівництві, баштанництві, картоплярстві постало питання щодо застосування локальних способів зрошення за вирощування просапних сільськогосподарських культур польової сівозміни: кукурудзи на зерно, сої, буряку цукрового, соняшнику, лікарських та ефіроолійних рослин тощо [1]. Особливо актуальним це питання є для умов впровадження інтенсивної сівозміни на краплинному зрошенні з насиченням її технічними або овочевими культурами. У цьому аспекті найбільш ефективним як з екологічної, так і економічної точок зору є введення у зрошувану сівозміну бобових культур, які, як відомо, є добрими попередником для більшості культур [2, 3]. У першу чергу, мова йде про сою, горох, нут, квасолю овочеву та ін. Особливо актуальним це є за вирощування соняшнику, ріпаку, кукурудзи на зерно в інтенсивній зрошуваній сівозміні [4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питанням всебічного обґрунтування короткоротаційних зрошуваних сівозмін з включенням ланок «соя – кукурудза», «соя – ячмінь», «соя – пшениця озима» присвячено праці Овчатова І.М., Ромащенка М.І., Шатковського А.П., Журавльова О.В. [5, 6, 7, 8]. Ефективність впровадження способів мікрозрошення за вирощування нуту і соняшнику доведено дослідженнями як закордонних [9, 10, 11, 12], так і українських [13, 14] учених.

Відмінність проведених нами досліджень полягає в обґрунтуванні ефективності різних конструкцій способів мікрозрошення та способу водоподачі у ланці сівозміни «нут – соняшник» на основі аналізування параметрів ростових процесів рослин.

Мета дослідження полягає у вивченні впливу різних конструкцій систем мікрозрошення та способу водоподачі на ростові процеси і продуктивність рослин нуту і соняшнику.

Матеріали та методика досліджень. Польові експериментальні дослідження проведено на землях Брилівського дослідного поля ІВПіМ НААН (с. Привітне, Виноградівська сільська громада Херсонського району Херсонської області, підзона Степу Сухого, 46^{0}40´ пн.ш. 33^{0}12´ сх.д.) протягом 2020-2022 рр. Трьохфакторним (соняшник) і двофакторним (нут) польовими дослідами передбачено такі конструкції систем мікрозрошення: краплинне зрошення (КЗ) із наземним укладанням поливних трубопроводів (ПТ), підґрунтове краплинне зрошення (ПКЗ) з укладанням ПТ на глибину 30 см. Крім цього, конструктивним параметром була відстань між ПТ – 0,7 м (1,0 м) і 1,4 м. Еталонним був варіант підґрунтового краплинного зрошення з імпульсним режимом водоподачі (ІПКЗ), а контролем був варіант із природним вологозабезпеченням – без зрошення. Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками: розміщення ділянок – систематичне, повторність – чотириразова, площа облікових ділянок – 32 м^2 [15, 16], гібрид соняшнику кондитерського напряму використання – Український F1, сорт нуту – Буджак.

Ґрунт дослідної ділянки – темно-каштановий легкосуглинковий, щільність складення шару 0-50 см – 1,47 г/см^3, вміст гумусу – 1,44 %, азоту лужногідролізованого (метод визначення – за Корнфілдом) – 7,0 мг/100 г ґрунту, рухомих сполук фосфору та калію в ґрунті за методом Чирикова – 32,3 мг/100 г та 9,3 мг/100 г ґрунту відповідно.

Кількість продуктивних опадів протягом вегетаційного періоду соняшнику і нуту була різною за роки досліджень. Так, у 2020 р. випало лише 68,0 мм, що складає лише 31,9 % від кліматичної норми за вегетацію, протягом 2021 р. – 205,5 % від кліматичної норми (438,1 мм), що також є аномальним явищем для умов Степу Сухого, та у 2022 р. – 167,6 мм або 121,9 % від кліматичної норми. Рівень передполивної вологості у дослідах – 80 % від НВ у 0-50 см шарі ґрунту. Площу листкової поверхні (ПЛП) визначали за методикою А.О. Ничипоровича, урожайність – обліковим методом, статистичну обробку даних проводили з використанням програми Statistical Analysis Software 9.4.

Результати досліджень. За результатами досліджень встановлено, що у дослідах продуктивність рослин нуту і соняшнику достовірно залежали від конструкцій способів мікрозрошення та способу водоподачі і меншою мірою – визначались метеорологічними умовами вегетаційного періоду. У розрізі елементів продуктивності рослин нуту перед збиранням (перша декада вересня) визначали вісім параметрів (таблиця 1), а висоту рослин – у фазу цвітіння (ВВСН – 65-66).

Аналізування даних таблиці 1 свідчить, що вищі значення параметрів «продуктивність рослини», «маса 1000 насінин», «кількість бобів на 1 рослину» та «висота рослин» отримано у варіанті поєднання наземного краплинного зрошення з шириною укладання поливних трубопроводів через 1,0 м. Мінімальні біометричні параметри були на контролі – без зрошення, в середньому

Таблиця 1

Біометричні параметри рослин нуту залежно від конструкцій способів мікрозрошення та способу водоподачі

Фактор А	Фактор Б	Тривалість вегетаційного періоду, діб	Висота прикріплення нижнього бобу, см	Висота рослин, см	Продуктивність 1 рослини, г	Кількість насінин у бобі, шт.	К-ть бобів 1 росл, шт.	Маса 1000 насінин, г
КЗ	ПТ ч/з 1,0 м	116	18,5	55,5	15,6	2,3	50,4	357,1
	ПТ ч/з 1,4 м	112	17,6	54,4	14,0	2,2	47,3	337,5
ПКЗ (-30 см)	ПТ ч/з 1,0 м	113	19,1	54,0	14,5	2,2	48,2	343,0
	ПТ ч/з 1,4 м	108	18,6	52,6	13,5	1,9	44,3	322,6
Без зрошення (К)		103	16,4	34,8	8,9	1,3	32,0	245,8
Імпульсний режим водоподачі за підґрунтового краплинного зрошення								
ПКЗ	ПТ ч/з 1,0 м	117	18,9	56,3	16,0	2,3	52,4	365,9
НІР $_{А}$		*12,3*	*1,74*	*3,98*	*1,44*	*0,23*	*3,74*	*29,9*
НІР $_{Б}$		*11,9*	*1,52*	*2,77*	*0,99*	*0,20*	*2,95*	*20,2*
НІР $_{АВ}$		*13,2*	*1,80*	*4,39*	*2,06*	*0,24*	*4,55*	*34,6*

Таблиця 2

Абсолютна швидкість росту (AGR) сухої маси нуту за різних конструкцій систем мікрозрошення та способу водоподачі, г/добу

Схема укладання ПТ / режим водоподачі	Доба періоду вегетації від посіву нуту					
	20	40	60	80	100	120
КЗ, ПТ через 1,0 м	0,0115	0,086	0,279	0,347	0,178	0,038
КЗ, ПТ через 1,4 м	0,0115	0,082	0,272	0,217	0,121	0,032
ПКЗ, ПТ через 1,0 м	0,010	0,065	0,195	0,171	0,110	0,016
ПКЗ, ПТ через 1,4 м	0,010	0,063	0,193	0,170	0,107	0,014
Без зрошення (К)	0,010	0,053	0,168	0,131	0,058	0,011
ІПКЗ, ПТ через 1,0 м	0,018	0,093	0,0285	0,359	0,187	0,042
НІР $_{А}$	*0,001*	*0,018*	*0,069*	*0,137*	*0,088*	*0,016*
НІР $_{Б}$	*0,001*	*0,015*	*0,052*	*0,120*	*0,062*	*0,010*
НІР $_{АВ}$	*0,0015*	*0,021*	*0,074*	*0,142*	*0,096*	*0,020*

вони були нижчі у 1,6-1,7 разів. Таким чином, дослідний варіант з наземним розміщенням ПТ забезпечував дещо більш високі значення біометричних параметрів, ніж підземне розміщення ПТ. Крім цієї закономірності, відмічаємо також тенденцію (тренд) до зростання біометричних параметрів рослин за розміщення поливних трубопроводів через 1,0 м. За різної глибини укладання ПТ пояснюємо це формуванням більш оптимізацією водного режиму ґрунту. Найвищі біометричні показники рослин нуту було отримано за реалізації імпульсного режиму водоподачі.

Аналіз ростових процесів на основі абсолютної швидкості зростання сухої маси рослин нуту (AGR) показав, що за перші 20 діб після посіву абсолютна швидкість росту за досліджуваних варіантів різнилася неістотно, що пояснюється проведенням післяпосівних поливів (за виключенням варіанту з підґрунтовим зрошенням через 1,4 м) (таблиця 2).

Реалізація заданого водного режиму засвідчила, що на 40 добу вегетації величина AGR тільки на варіанті без зрошення була істотно меншою, порівняно з іншими варіантами досліду. Аналогічна тенденція щодо величини AGR спостерігалася і на 80 добу вегетації рослин, тобто поливи за всіх способів укладання ПТ забезпечили достовірну вищу абсолютну швидкість росту порівняно з варіантом без зрошення. На 80 добу вегетації спостерігалося зниження абсолютної швидкості росту на варіанті без зрошення та на варіанті з підґрунтовим зрошенням та завищеним – на варіанті дощування. Аналіз величини AGR на 100 добу вегетації показує, що на всіх варіантах вона зменшується, але найбільше – без зрошення. Порівняння за варіантами досліду виявило, що найбільша абсолютна швидкість зберігається на варіанті з поверхневим укладанням поливних трубопроводів за краплинного поливу. На 120 добу вегетації після посіву, величина AGR на варіанті без зрошення та з ПКЗ, була найнижчою, що пояснюється більш інтенсивною витратою запасів вологи ґрунту. Найвища за абсолютними значеннями AGR була за реалізації імпульсного режиму водоподачі.

Висоту рослин соняшнику визначали в динаміці при настанні фаз розвитку: 4-5 справжніх листків

Таблиця 3

Динаміка висоти рослин кукурудзи залежно від конструкцій систем мікрозрошення та способу водоподачі, м

Параметри структури врожаю та вологість насіння	КЗ 0,7 м	КЗ 1,4 м	ПКЗ 1,0 м	ПКЗ 1,4 м	ІПКЗ	Без зрошення	$НІР_{0,5}$
4-5 листок	0,235	0,221	0,221	0,200	**0,239**	0,195	0,131
7-8 листок	0,623	0,618	0,607	0,593	**0,655**	0,498	0,359
Фаза «зірочки»	1,615	1,592	1,569	1,559	**1,652**	1,085	0,907
Повне цвітіння	1,791	1,762	1,761	1,754	**1,823**	1,492	1,038
Початок дозрівання	1,740	1,722	1,731	1,701	**1,778**	1,600	1,027

Таблиця 4

Структура врожаю соняшнику гібриду Український F1 залежно від конструкцій систем мікрозрошення та способу водоподачі

Параметри структури врожаю та вологість насіння	КЗ 0,7 м	КЗ 1,4 м	ПКЗ 1,0 м	ПКЗ 1,4 м	ІКЗ	Без зрошення	$НІР_{0,5}$
Діаметр кошику, м	0,301	0,272	0,285	0,264	**0,307**	0,206	0,0263
Вихід насіння, %	68,1	66,9	67,9	66,7	**68,5**	59,8	6,715
Маса насіння з 1 кошику, г	76,0	67,3	72,7	65,9	**76,2**	55,4	6,341
Маса 1000 насінин, г	67,0	63,2	64,4	63,1	**67,8**	52,3	5,610
Вологість насіння, %	11,8	11,7	11,5	10,8	**12,0**	9,9	1,012

(ВВСН – 14-15), 7-8 справжніх листків (ВВСН – 17-18), фаза «зірочки» (ВВСН – 51-52), повне цвітіння (ВВСН – 64-66) та початок дозрівання насіння (ВВСН – 80-81) (таблиця 3).

Аналіз даних таблиці 3 показує, що у «фазу 4-5 листків» менша висота рослин була на контролі (без зрошення) та за підґрунтового краплинного зрошення. У цей період (ВВСН – 14-15) на варіанті з підґрунтовим краплинним зрошенням було проведено лише перший вегетаційний полив, тоді як на інших зрошуваних варіантах вже було проведено в середньому за три роки від 2 до 4 поливів. Кращу динаміку висоти рослин відмічаємо на варіанті краплинного зрошення з розміщенням ПТ через 1,0 м, де максимальна висота у фазу «повне цвітіння» становила понад 1,791 м. Унаслідок дефіциту вологозапасів значно відставали у рості рослини на контрольному варіанті – 1,492 м у фазу «повне цвітіння», що менше на 0,288 м, ніж в середньому на зрошуваних варіантах досліду. Найвищими рослини соняшнику були за реалізації імпульсного режиму водоподачі – 1,823 м у фазу «повне цвітіння».

Аналіз структури врожаю соняшника засвідчив, що за параметрами «діаметр кошику», «вихід насіння», «маса насіння з 1 кошику» та «маса 1000 насінин» найбільш продуктивним виявився варіант з реалізацією імпульсного краплинного зрошення з укладанням поливних трубопроводів через 0,7 м, та з густотою стояння близько 60 тис. шт./га (таблиця 4).

Достовірно нижчі значення за всіма параметрами отримано за краплинного зрошення з укладанням поливних трубопроводів через одне міжряддя – 1,4 м. Найнижчі параметри структури врожаю (у розрізі зрошуваних варіантів) рослин соняшника було зафіксовано за підґрунтового укладання поливних трубопроводів на глибині 0,3 м та відстанню між поливними трубопроводами через 1,4 м. У той же час, найнижчі показники серед всіх варіантів досліду закономірно отримано в богарних умовах – без зрошення (контроль).

Максимальну у досліді врожайність зерна нуту (за нормативної 14 % вологості) отримано у варіанті з розміщенням поливних трубопроводів через 1 м – 4,00-4,17 т/га (рисунок 1). Урожайність за розміщення ПТ через 1,4 м була достовірно нижчою – 3,69-3,76 т/га (-0,31-0,41 т/га) ($НІР_{0.5}$ = 0,285 т/га).

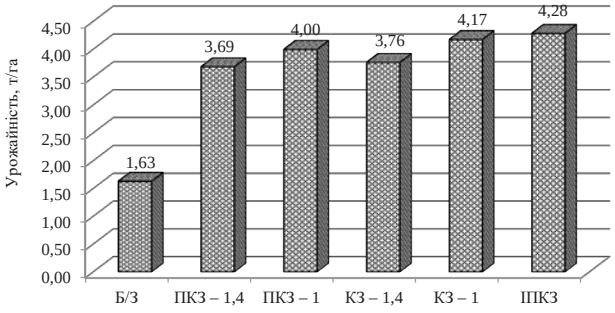


Рис. 1. Урожайність нуту залежно від схем укладання поливних трубопроводів краплинного зрошення ($НІР_{АВ}$ = 0,285 т/га)

Середній показник урожайності за підґрунтового краплинного зрошення (3,85 т/га) практично відповідав варіанту з наземним розміщенням ПТ (3,97 т/га), а перевищення останнього (КЗ) у 0,12 т/га знаходилось у межах похибки польового досліду. Враховуючи середню кількість продуктивних опадів протягом трьох років досліджень (була вище кліматичної норми), продуктивність на контролі (без зрошення) була на рівні 1,63 т/га, що підтверджує також характерну особливість культури нуту як посухостійкість. Урожайність сухих бобів нуту у пошуковому досліді (імпульсний режим водоподачі) становила 4,28 т/га. Таким чином такий рівень зростання продуктивності також був у межах похибки польового досліду (порівняно з варіантом краплинного зрошення), та достовірно вищим за варіант підґрунтового краплинного зрошення.

У паралельному досліді найвищу врожайність соняшника отримано у варіанті з розміщенням поливних трубопроводів через 0,7 м – 4,41 т/га за краплинного зрошення та 4,09 т/га – за підґрунтового краплинного зрошення (рисунок 2).

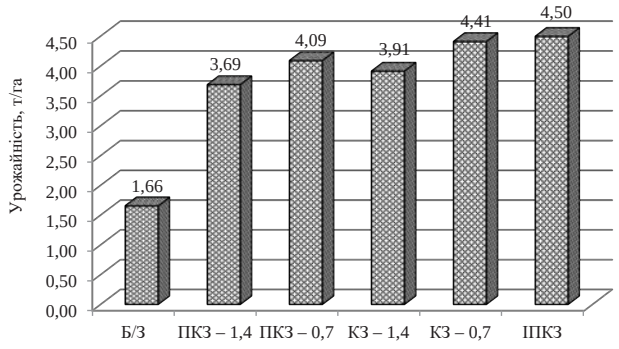


Рис. 2. Урожайність соняшнику залежно від схем укладання поливних трубопроводів краплинного зрошення (*НІР$_{АВ}$ = 0,352 т/га*)

Урожайність насіння за розміщення поливних трубопроводів через 1,4 м була достовірно нижчою – від 3,69 т/га (КЗ) до 3,91 т/га (ПКЗ).

Середній показник урожайності за підґрунтового краплинного зрошення (3,89 т/га) був дещо нижчий, порівняно з варіантом з наземним розміщенням поливних трубопроводів (4,16 т/га), але перевищення у 0,27 т/га знаходилось у межах похибки польового досліду.

Враховуючи відносно достатню забезпеченість продуктивними опадами вегетаційного періоду років досліджень (2020-2022 рр.), урожайність насіння на контролі (без зрошення) була на рівні 1,66 т/га, що, все ж таки практично у 2,5 рази нижче порівняно із зрошуваними умовами вирощування соняшника.

Урожайність насіння соняшника у пошуковому досліді (імпульсний режим водоподачі за підґрунтового укладання трубопроводів) становила максимальні 4,50 т/га. Таким чином, це збільшення (+0,09-0,41 тонн/га порівняно з ПКЗ) врожайності насіння також було у межах похибки польового досліду.

Висновки. Доведено, що різні конструкції систем мікрозрошення та спосіб водоподачі достовірно впливають на біометричні параметри росту і розвитку, структуру врожаю та врожайність нуту і соняшнику. Встановлено, що впровадження підґрунтового краплинного зрошення є більш доцільним за вирощування цих культур, що пояснюється їх посухостійкістю. За умови реалізації імпульсного режиму водоподачі та внутрішньоґрунтового укладання ПТ отримано найвищі біометричні параметри рослин та рівень врожайності – 4,50 т/га за вирощування соняшнику і 4,28 т/га – нуту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шатковський А.П. Наукові основи інтенсивних технологій краплинного зрошення просапних культур в умовах Степу України : автореф. дис. ... докт. с.-г. наук: 06.01.02 «Сільськогосподарські меліорації». Херсон, 2016, 42 с.
2. Сівозміни на зрошуваних землях : методичні рекомендації / за ред. Снігового В.С. Київ : Аграрна наука, 1999. 40 с.
3. Сівозміни у землеробстві України / за ред. Сайка В.Ф. Київ : Аграрна наука, 2002. 146 с.
4. Ткаліч Ю.І., Ткаліч І.Д., Кохан А.В. Які культури виснажують ґрунт більше? *Пропозиція*. 2014. № 1. С. 64–66.
5. Ромащенко М.І., Шатковський А.П., Удовенко В.В., Сметана П.М. Соя в овочевих сівозмінах. *Farmer.* 2014. № 09(57). С. 88-90.
6. Овчатов І.М. Ефективність способів зрошення за вирощування сої і кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 12. С. 79-83. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202012-10
7. Овчатов І.М., Журавльов О.В. Продуктивність сої залежно від способів зрошення. *Аграрні інновації*. 2020. № 3. С. 54-58. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.3.9
8. Шатковський А.П., Журавльов О.В., Овчатов І.М. Режим зрошення та водоспоживання сої і кукурудзи залежно від способів зрошення. *Таврійський науковий вісник*. Серія : Сільськогосподарські науки. Херсон : ВД «Гельветика». 2020. Вип. 115. С. 262-229 https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.39
9. Kadasiddappa, M.M., Rao, V.P., Reddy, K.Y., Ramulu, V., Devi, M.U., Reddy, S.N. Effect of Irrigation (Drip/Surface) on Sunflower Growth, Seed and Oil Yield, Nutrient Uptake and Water Use Efficiency – A Review. *Agricultural Reviews*. 2017. V. 38. P. 152-15 https://doi.org/10.18805/ag.v38i02.7947
10. Akcay S., Dağdelen N. Water use effıciency, yield and yield components of second crop sunflower under deficit irrigation. *Turkish Journal of Field Crops*. 2016. V. 21(2). P. 190-199. DOI: 10.17557/tjfc.05690
11. Sezen, S. M., Tekin, S., Bozdoğan Konuşkan, D. Effect of Irrigation Strategies on Yield of Drip Irrigated Sunflower Oil and Fatty Acid Composition and its Economic Returns . *Journal of Agricultural Sciences*. 2019. V. 25 (2), P. 163-173. DOI: 10.15832/ankutbd.382617
12. Pendergast L., Bhattarai S., Midmore D. Evaluation of aerated subsurface drip irrigation on yield, dry weight partitioning and water use efficiency of a broad-acre chickpea (*Cicer arietinum, L.*) in a vertosol. *Agricultural Water Management*. 2019. V. 217. P. 38-46. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.02.022
13. Вожегова Р.А., Коваленко А.М. Ефективність застосування краплинного зрошення на Півдні України за вирощування соняшнику // Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття. III Міжнар. наук.-практ. конф.: тези доп. Київ : 2014. С. 29-30.
14. Вирощування соняшнике на краплинному зрошенні / Шелудько О.Д. та ін. // *Пропозиція*. 2015. № 6. С. 60-63.
15. Методика польового досліду (зрошуване землеробство) / за ред. Ушкаренка В.О. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 448 с.
16. Методичні рекомендації з проведення досліджень за краплинного зрошення / за ред. Ромащенка М.І. Київ : ТОВ «ДІА», 2014. 46 с.

REFERENCES:

1. Shatkovskyi, A.P. (2016). *Scientific basis of intensive drip irrigation technology for tilled crops under*

the conditions of the Steppe of Ukraine (Doctoral thesis, Kherson State Agricultural University, Kherson, Ukraine). [In Ukrainian].
2. Snihovyi, V.S. at al. (1999). Crop rotations on irrigated lands: methodical recommendations [Sivozminy na zroshuvanykh zemliakh : metodychni rekomendatsii] Kyiv : Ahrarna nauka. [In Ukrainian].
3. Saiko, V.F. at al. (2002). Crop rotations in agriculture of Ukraine [Sivozminy u zemlerobstvi Ukrainy] Kyiv : Ahrarna nauka. [In Ukrainian].
4. Tkalich, Yu. I., Tkalich, I. D. & Kokhan, A. V. (2014). Yaki kultury vysnazhuiut grunt bilshe? [Which crops deplete the soil more?]. *Proposal*, 2014, 1, 64–66. [In Ukrainian].
5. Romashchenko, M.I., Shatkovskyi, A.P., Udovenko, V.V. & Smetana, P.M. (2014). Soybean in vegetable crop rotations [Soia v ovochevykh sivozminakh]. *Farmer*, 09(57), 88-90. [In Ukrainian].
6. Ovchatov, I.M. (2020). Efficiency of irrigation methods for growing soybeans and corn [Efektyvnist sposobiv zroshennia za vyroshchuvannia soi i kukurudzy]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 12, 79-83. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202012-10
7. Ovchatov, I.M. & Zhuravlov, O.V. (2020). Soybean productivity depending on irrigation methods [Produktyvnist soi zalezhno vid sposobiv zroshennia]. *Ahrarni innovatsii*, 3, 54-58. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.3.9 [In Ukrainian].
8. Shatkovskyi, A.P., Zhuravlov, O.V. & Ovchatov, I.M. (2020). Irrigation mode and water consumption of soybeans and corn depending on irrigation methods [Rezhym zroshennia ta vodospozhyvannia soi i kukurudzy zalezhno vid sposobiv zroshennia]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 115, 262-229. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.39 [In Ukrainian].
9. Kadasiddappa, M.M., Rao, V.P., Reddy, K.Y., Ramulu, V., Devi, M.U. & Reddy, S.N. (2017). Effect of Irrigation (Drip/Surface) on Sunflower Growth, Seed and Oil Yield, Nutrient Uptake and Water Use Efficiency – A Review. *Agricultural Reviews*, 38, 152-15 https://doi.org/10.18805/ag.v38i02.7947
10. Akcay, S. & Dağdelen, N. (2016). Water use effıciency, yield and yield components of second crop sunflower under deficit irrigation. *Turkish Journal of Field Crops*, 21(2), 190-199. DOI: 10.17557/tjfc.05690
11. Sezen, S. M., Tekin, S. & Bozdoğan Konuşkan, D. (2019). Effect of Irrigation Strategies on Yield of Drip Irrigated Sunflower Oil and Fatty Acid Composition and its Economic Returns. *Journal of Agricultural Sciences*, 25(2), 163-173. DOI: 10.15832/ankutbd.382617
12. Pendergast, L., Bhattarai, S. & Midmore, D. (2019). Evaluation of aerated subsurface drip irrigation on yield, dry weight partitioning and water use efficiency of a broad-acre chickpea (*Cicer arietinum, L.*) in a vertosol. *Agricultural Water Management*. 217. 38-46. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.02.022
13. Vozhehova, R.A. & Kovalenko A.M. (2014). Efektyvnist zastosuvannia kraplynnoho zroshennia na Pivdni Ukrainy za vyroshchuvannia soniashnyku [Effectiveness of using drip irrigation in the South of Ukraine for sunflower cultivation]. Kraplynne zroshennia yak osnovna skladova intensyvnykh ahrotekhnolohii XXI stolittia: III Mizhnarodna nauk.-praktych. konf. Kyiv : 2014. 29-30. [In Ukrainian].
14. Sheludko O.D. et al. (2015). Vyroshchuvannia soniashnyka na kraplynnomu zroshenni [Sunflower growing on drip irrigation]. *Propozytsiia*, 6, 60-63. [In Ukrainian].
15. Ushkarenko, V. O. at al. (2014). Metodyka polovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo) [Methodology of field experiment (irrigated agriculture)]. Kherson : Hrin D.S. [In Ukrainian].
16. Romashchenko, M.I. at al. (2014). Metodychni rekomendatsii z provedennia doslidzhen za kraplynnoho zroshennia [Methodological recommendations for conducting research on drip irrigation]. Kyiv : DIA. [In Ukrainian].

Гуленко О.І., Калілей В.В. Особливості ростових процесів нуту і соняшнику за краплинного зрошення

Мета. Вивчення впливу конструкцій систем мікрозрошення та способу водоподачі на ростові процеси і продуктивність рослин нуту і соняшнику. **Методи.** Короткотерміновий польовий дослід, аналітичні і статистичні методи обробки експериментальних даних. **Результати досліджень.** Сучасні способи мікрозрошення розглянуто як ключовий фактор інтенсифікації технологій вирощування нуту і соняшнику у ланці сівозміни. Польові експериментальні дослідження проведено на землях Брилівського дослідного поля ІВПіМ НААН протягом 2020-2022 рр. Отримані результати підтверджують, що конструкції систем мікрозрошення та спосіб водоподачі достовірно впливають на формування основних біометричних параметрів, структурні елементи врожаю та врожайність нуту і соняшнику. Встановлено, що максимальні параметри ростових процесів та продуктивність культур забезпечує імпульсний режим водоподачі з внутрішньоґрунтовим укладанням поливних трубопроводів. Достовірно нижчі та близькі за значеннями показники визначено для умов підґрунтового краплинного зрошення та краплинного зрошення із наземним укладанням поливних трубопроводів, а найнижчі параметри продуктивності отримано в умовах природнього зволоження. Врожайність нуту за краплинного зрошення отримано на рівні 3,76-4,17 т/га, за підґрунтового укладання поливних трубопроводів – 3,69-4,00 т/га, за реалізації імпульсного режиму водоподачі – 4,28 т/га. За вирощування соняшнику в умовах краплинного зрошення отримано врожайність 3,91-4,41 т/га, за підґрунтового укладання поливних трубопроводів – 3,69-4,09 т/га, за реалізації імпульсного режиму водоподачі – 4,28 т/га На варіанті контролю (без зрошення) у середньому за три роки отримано найнижчий рівень врожайності – 1,63 т/га нуту та 1,66 т/га соняшнику, що підтверджує значні ризики за вирощування цих культур в умовах Степу без зрошення. **Висновки.** За результатами досліджень визначено особливості формування основних біометричних параметрів та продуктивності рослин нуту і соняшнику залежно від конструкцій систем мікрозрошення та способу водоподачі. Найбільш доцільним за вирощування цих культур у ланці сівозміни є впровадження підґрунтового краплинного зрошення та реалізація імпульсного режиму водоподачі.

Ключові слова: системи мікрозрошення, спосіб укладання поливних трубопроводів, нут, соняшник, ланка сівозміни, біометричні параметри.

Gulenko O.I., Kalilei V.V. Peculiarities of chickpea and sunflower growth processes under drip irrigation

Purpose. Study of the influence of microirrigation system designs and water supply method on growth processes and productivity of chickpea and sunflower plants. **Methods.** Short-term field experiment, analytical and statistical methods of experimental data processing.

Research results. Modern methods of microirrigation are considered as a key factor in the intensification of technologies for growing chickpeas and sunflowers in the crop rotation link. Field experimental research was carried out on the lands of the Brylivs'ke experimental field of the IWP&LR of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine during 2020-2022. The obtained results confirm that the designs of micro-irrigation systems and the method of water supply reliably affect the formation of the main biometric parameters, structural elements of the crop and the yield of chickpeas and sunflower. It has been established that the maximum parameters of growth processes and the productivity of crops are ensured by the impulse mode of water supply with the intra-soil laying of irrigation pipelines. Significantly lower and similar indicators were determined for the conditions of subsurface drip irrigation and drip irrigation with above-ground laying of irrigation pipelines, and the lowest productivity parameters were obtained under conditions of natural moistening. The yield of chickpea with drip irrigation was obtained at the level of 3,76-4,17 t/ha, with subsurface laying of irrigation pipelines – 3,69-4,00 t/ha, with the implementation of the pulse water supply mode – 4,28 t/ha. For the cultivation of sunflower under drip irrigation, a yield of 3,91-4,41 t/ha was obtained, with subsurface laying of irrigation pipelines – 3,69-4,09 t/ha, with the implementation of a pulsed water supply mode – 4,28 t/ha. On the control variant (without irrigation), the lowest yield level was obtained in an average of three years – 1,63 t/ha of chickpeas and 1,66 t/ha of sunflower, which confirms the significant risks of growing these crops in the conditions of the Steppe without irrigation.

Conclusions. Based on the results of the research, the peculiarities of the formation of the main biometric parameters and productivity of chickpea and sunflower plants were determined depending on the construction of micro-irrigation systems and the method of water supply. The most expedient for the cultivation of these crops in the chain of crop rotation is the introduction of subsurface drip irrigation and the implementation of a pulse water supply regime.

Key words: microirrigation systems, method of irrigation pipelines laying, chickpea, sunflower, crop rotation link, biometric parameters.

УДК 631.6:911.6
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.4

АГРОЛАНДШАФТНІ ЗАСАДИ ГІДРОМЕЛІОРАЦІ СТЕПОВИХ ЗОН УКРАЇНИ

ЄГОРОВА Т.М. – доктор сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-2148-7738
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
БУТРИМ О.В. – доктор економічних наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-2448-6098
Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

Постановка проблеми. Сучасний період виробництва сільськогосподарської продукції в Україні відрізняє динамічне погіршення умов степових регіонів. Глобальні зміни клімату, недостатня кількість вологи в ґрунті у вегетаційний період та затяжні і часті посухи призводять втрат врожаїв на рівнях від 10 до 70% [1]. Недостатнє вологозабезпечення примушує сільгоспвиробників переходити на більш посухостійкі сорти та гібриди, проте це не вирішує повністю проблему водного дефіциту. Тому пошук нових напрямків природокористування в таких умовах стає все більш актуальним з кожним роком. Стратегія зрошення та дренажу в Україні до 2030 року зазначає, що невід'ємною складовою управління водними ресурсами є надання екосистемних послуг [1]. Ефективність сільськогосподарського землекористування в умовах недостатнього вологозабезпечення базується на багатофакторній системі організаційно-економічних та еколого-економічних заходів. У їх складі ключового значення набуває фактор оптимізації затрат та забезпечення збалансованого землекористування на зрошуваних землях. Зокрема запровадження системи заходів з реалізації Стратегії зрошення в Україні на період до 2030 р., за попередньою експертною оцінкою фахівців Світового банку і FAO потребує видатків на рівні 4 млрд. дол. За оцінками експертів Рахункової палати ці фінансово-інвестиційні затрати збільшать ВВП країни майже на 8,8 млрд. гривень[1].

Степові природно-сільськогосподарські зони України займають 40% території держави у межах 9 адміністративних областей. Одним із аспектів вирішення цих проблеми має стати комплексна просторова диференційованість меліоративних земель і відповідних заходів на агроландшафтних засадах.

Аналіз останніх досліджень. Сільське господарство на території степу України функціонує у межах різноманітних природно-антропогенних умов. У межах степових зон України знаходиться 47% орних земель держави, з яких лише 14% включено до зрошуваних земель (станом на 2017 рік) [1]. Пріоритетними напрямами досліджень залишаються тут вологозабезпеченість ґрунтів і технічний стан інфраструктури зрошення. Головні підходи до екологічної оцінки зрошуваних земель України на сьогодні обумовлені критеріями придатності поливних вод до зрошення [2]. Такі підходи регламентовано і закріплено на законодавчому рівні, що відображають відповідно і принципи картографування земель зрошуваного землеробства [2, 3]. Результатами таких оцінок є монокомпонентні розрахунки гідроекологічних характеристик (гідрохімічних, гідробіологічних, радіаційних оцінок) поверхневих та підземних вод України, які відображені на регіональних картах України як правило за адміністративним принципом (тобто узагальнено для території області) [2, 4]. Окремим напрямком екологічних досліджень степових земель України є моніторинг зрошуваних і дренажних систем що використовуються на цій території (еколого-меліоративний моніторинг проводить гідрогеолого-меліоративна служба Держводагентства України) [1, 5]. Вихідним науковим принципом еколого-меліоративного моніторингу прийнято те, що родючість зрошуваних ґрунтів, формування та якість продукції рослинництва на цих землях значною мірою визначається якістю поливних вод [1]. Водночас, важливим науково-методичним висновком еколого-меліоративного моніторингу є той факт, що поліпшення стану зрошуваних земель пов'язано зі скороченням площ поливів, вилученням зі зрошення ділянок з незадовільним еколого-меліоративним станом і переведення їх у незрошувані чи зміна режиму зрошення до водоощадливого. При цьому головним чинником погіршення агроекологчного стану ґрунтів вважається засолення та осолонцювання [1]. Слід відмітити

Основними показниками, за якими здійснюється оцінювання та контроль еколого-меліоративного стану зрошуваних земель це глибина залягання рівня ґрунтових вод (РҐВ) та їхня мінералізація, а також засоленість і солонцюватість ґрунтів (рис. 1).



Рис. 1. Розподіл площ зрошуваних земель в Україні за якістю води поливу, тис. га [1]

Існуючі підходи орієнтовані на реєстраційні гідрохімічні характеристики поливних вод і не мають на меті

[1] https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3272789-dla-realizacii-strategii-zrosenna-treba-4-milardi-lesenko.html

відобразити складні природно-антропогенні умови формування існуючого екологічного стану зрошуваних земель. Тому вирішення нагальних екологічних проблем без виявлення їх провідних чинників є довгостроковим і малоперспективним. Слід відмітити, що зрошувані землі підпадають під перехресний моніторинг як поливних вод, так і ґрунтів, тому рівень невизначеності показників агроекологічного стану є нижчим, порівняно з іншими територіями. Отже, прогноз розвитку екологічних станів територій та графічне їх моделювання має виокремлювати ділянки, які не охоплені моніторинговими обстеженнями. Наявність таких ділянок заважає об'єктивній оцінці динаміки аграрних процесів не лише на цих землях, а і впливає на результати еколого-економічного оцінювання стану земель території в цілому. Впалив зрошення є складним на агроекосистему через зміну фізичних, хімічних, біохімічних біологічних процесів у ґрунтах, а також мікроклімату цих земель. Вологість ґрунту тісно корелює з рядом інших характеристик його стану [6], як-то температура, теплоємкість, механічний склад, пористість, структура, водопроникність і здатність водоутримання, міра зчеплення ґрунтових частинок, вміст і розподілення в межах ґрунтових горизонтів хімічних елементів і їх сполук, рівень ґрунтових вод та їх мінералізація.

Іншим науково-методичним підходом для екологічного оцінювання зрошуваних земель та прогнозування розвитку їх агроекологічних характеристик є агроландшафтне картографування та цільове зонування територій для вирішення окремої гідромеліоративної проблеми. Теоретичні і методологічні засади таких досліджень містять праці останніх десятиріч минулого сторіччя О.І. Перельмана, І.О. Морозової, Б.Ф. Міцкевича, Є.І. Ольшевської, Л.С. Галецького, що були конкретизовані для ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України В.В. Медведєвим, С.Ю. Булигіним, О.Г. Тараріко, Т.М. Єгоровою інш. [7-10]. З метою узгодження природно-агротехногенних процесів на територіях орних земель і прилеглих до них територій, поняття «агроландшафт» було уточнено і розширено Т.М. Єгоровою у 2013–2014 рр. [11].

Впродовж останнього десятиріччя агроландшафти степу увійшли до складу низки регіональних районувань земель сільськогосподарського призначення України, які виконувались під керівництвом А.Г. Мартина, С.О. Осипчука, О.М. Чумаченка, Т.М. Єгорової, В.В. Коніщука інш. Провідні природно-антропогенні особливості земель узагальнено у характеристиках природно-сільськогосподарських зон (Степу, Степу Посушливого, Сухостепової), агроекологічних підзон (Степу Правобережного, Лівобережного, Південного Сухого, Кримського), регіональних геохімічних ландшафтів (південнобузьких, донецьких, арчединських, айдарських, самарських, хоперських, причорноморських, тарханкутських, сімферопольських, керченських), еколого-геохімічних провінцій з дисбалансом Co, Mo, Zn, Mn (цинк-молібденової, цинкової, відсутності дисбалансу) [5, 7, 12, 13]. Проведені районування засвідчують суттєві відміни між окремими ділянками та регіонами земель сільськогосподарського призначення, що поглиблює необхідність наукового забезпечення гідромеліорації земель України.

Мета. Метою представлених досліджень є розробка науково-методичних основ комплексного районування земель степу України на агроландшафтних засадах з врахуванням зональних умов та особливостей проведення гідромеліоративних заходів.

Матеріали та методика досліджень. Агроландшафтні засади гідромеліорації включають загальнонаукове виокремлення одиниць природно-антропогенних комплексів та їх зонування за особливостями розвитку агроекологічних характеристик (динаміка якості продукції рослинництва в умовах поливу водами різного хімічного складу, а також зміна агрохімічних характеристик ґрунтів включно з оцінюванням показників сольового балансу, динаміка вмісту важких металів природно-антропогенного генезису, пестицидів та інших сполук) та відповідними заходами щодо упередження небажаних станів з цільовою функцією збалансованого природокористування, а у тому числі і використання земель сільськогосподарського призначення.

Агроландшафт розглядається нами як територія земель сільськогосподарського призначення або прилеглих територій, однорідна за умовами природно-антропогенних процесів, які визначає взаємодія однорідних *природних* факторів (геологічний фундамент і історія розвитку у четвертинний період, морфоструктура і морфоскульптура рельєфу, клімат і гідротермічні умови, ґрунти, біоценози) і *агровиробничих* факторів (господарське функціональне використання земель, рівень антропогенного навантаження та агрогенна трансформація). Агроландшафт є парагенетичною асоціацією спряжених елементарних ландшафтів автономних і аквальних, які пов'язані між собою міграцією хімічних елементів та особливостями екологічних процесів і явищ [7, 12].

Агроландшафтні засади гідромеліорації спираються на *загальнонаукові принципи* ландшафтних досліджень біосфери, а саме когерентності і диференціації [7]. *Принцип когерентності* (узгодженості) агроландшафту встановлює, що всі компоненти агроландшафту (гірські породи, води, грунти, агроценози інш.) є взаємопов'язаними та взаємообумовленими як єдина складна система. *Принцип диференціації* за О.І. Перельманом зазначає, що техногенне забруднення довкілля залежить як від характеристик джерела забруднення, так і ландшафтно-геохімічних умов території, що є аналогічним і для диференціації агросфери. Принцип диференціації агросфери визначає, що антропогенні зміни довкілля залежать як від джерела впливу, так і агроландшафтних умов.

Результати регіональних ґрунтово-кліматичних дослідження, а також цільові карто-схеми екологічних чинників довкілля є важливою основою для формування агроландшафтних засад зрошувальної меліорації на півдні України. Методика представлених досліджень включає розробку принципів, мети, задач та етапів агроландшафтного районування степу України, а також визначення інформаційного забезпечення кожного із етапів аналізу умов функціонування гідромеліорації та її впливу на якість сільськогосподарської продукції.

Результати досліджень. *Мета агроландшафтного районування* територій гідромеліорації полягає у виявленні взаємозв'язків (причинно-наслідкових) між хімічним складом поливних вод, динамікою характеристик агрохімічних процесів у ґрунтовому покриві, якістю сільськогосподарської продукції, показників стану агроландшафтів територій з оцінкою поширення чинників військового походження та, відповідно, формуванні комплексу науково обґрунтованих заходів забезпечення збалансованого природокористування і сільськогосподарського землекористування у тому числі. Слід відмітити, що збалансоване землекористування створює передумови відновлення і збереження родючості ґрунтів, на основі запровадження науково обґрунтованої системи землеохоронних заходів, які орієнтовано на збереження і примноження запасів вуглецю у ґрунтовому покриві агроугідь, що напряму пов'язано із запасами гумусу [14].

Задачі картування агросфери обумовлені наявним інформаційним забезпеченням чинників формування компонентів ландшафтів на території досліджень, його масштабом та носіями створених моделей – паперовими, електронними, статистичними, рис. 2.

Паперові карти вже давно витіснені картами електронними фактично у всіх сферах господарства, окрім сфери аграрного виробництва. Цьому факту (як і будь-якому іншому у науці і практиці) пояснення знайти можна. *Задачі агроландшафтного районування* поливних земель степу України доцільно розглядати у трьох соціально-економічних зрізах у просторово-часовому вимірі ведення сільськогосподарського виробництва на території степу України.

Перший часовий зріз — сучасний період, який будемо визначати як час військового вторгнення в Україну. Задачі сучасного агроландшафтного районування мають короткострокове значення на період до трьох років. Такими задачами ми вважаємо оперативне, впродовж до одного року, регіональне узагальнення головних структурних природних компонентів агроландшафтів, їх напрацьовані екологічні оцінки у довоєнні періоди, розробку нової природно-антропогенної класифікації агроландшафтів (з військово-пірогенними включно), еколого-економічна категорізація регіональних агроландшафтів і виокремлення територій «неконтрольованого зрошення із неозначеною якістю сільськогосподарської продукції».

Другий часовий зріз – довгостроковий, який будемо визначати на найближчий післявоєнний період. Агроландшафтне районування для цього періоду вважаємо актуальним до 5 років після перемоги і припинення військових дій. Його задачами є виділення зональних агроландшафтів для детальних спостережень (можливо на територіях дослідних станцій), якісне оцінювання трансформації екологічних проблем під впливом військових дій, розробка відповідних еколого-економічних заходів аграрного виробництва в нових природно-антропогенних умовах.

Третій часовий зріз – прогнозний, який будемо розглядати як перспективну територіальну програму функціонування зрошуваного землеробства на різних агроландшафтах у найближчі десятиріччя. На цьому етапі проводиться детальне агроландшафтне районування та еколого-економічне оцінювання збалансованого їх

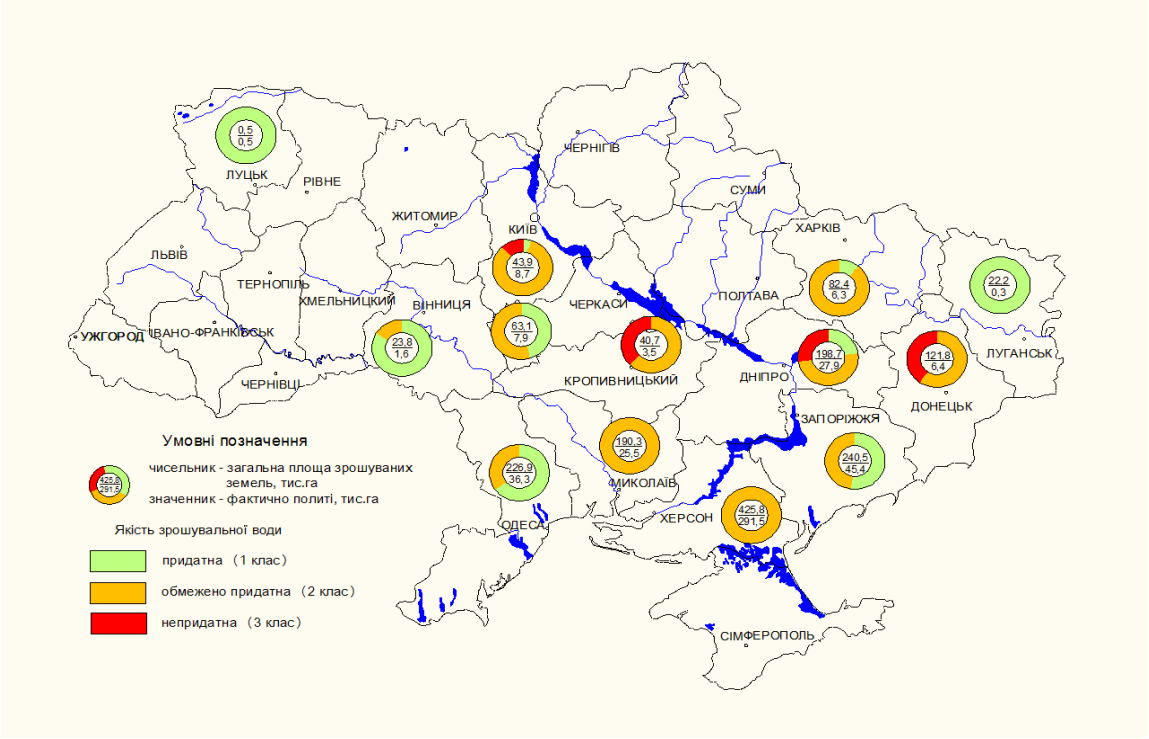


Рис. 2. Схема розподілу зрошуваних земель України политих водою різної якості (за даними Держводагентства України) [1]

природокористування. Для цього проводиться таксономічна класифікація структури агроландшафтів та еколого-технологічних заходів зрошуваного землеробства, детальне картографування агроландшафтів із застосуванням геоінормаційних технологій, узагальнення якісно-кількісних характеристик еколого-техногенного стану територій та їх перспективного збалансованого природокористування.

Етапи агроландшафтних досліджень мають уніфікований характер не залежно від визначених нами соціально-економічних часових зрізів. Практика загальнонаукових і цільових досліджень агроландшафтів як багатокомпонентних територіальних структур передбачає виконання чотирьох етапів. Це етапи інформаційного забезпечення, таксономічної класифікації природно-антропогенних чинників функціонування агроландшафтів і прилеглих територій, їх картографування, цільове районування територій для вирішення певних еколого-економічних задач.

Перший етап – *інформаційного забезпечення* – забезпечує збір та узагальнення просторової та аналітичної інформації щодо покомпонентної структури агроландшафтів, їх гідромеліоративні і еколого-економічні оціночні характеристики. Інформаційним забезпеченням регіонального картування агроландшафтів є наявні графічні моделі (карти і схеми) поширення основних структурних компонентів і факторів функціонування агросфери, а саме, ландшафтів і морфоструктур рельєфу, ґрунтово-рослинного покриву, хімічного складу вод, гірських порід, функціонального використання земель та традиційних напрямів сільськогосподарського виробництва. Такі характеристики подаються графічно (атласи, карти, довідники), а також у Доповідях міністерства екології і природних ресурсів (2009-2014 рр.) та раніше були у відкритому електронному доступі на сайті Міндовкілля України. Детальне агроландшафтне картування передбачає комплекс польових досліджень з визначенням структурних, агро-технологічних і агроекологічних параметрів у межах певних ландшафтів. Інформаційне забезпечення картування обумовлює змістовну частину наступних етапів створення графічної моделі агроландшафтів як територіальних комплексів.

Другий етап – *таксономічна класифікація природно-антропогенних чинників* функціонування агроландшафтів і прилеглих територій. Сучасні особливості гідромеліорації степу України визначають два безперечно провідних фактори – це глобальну зміну клімату та антропогенні зміни довкілля через військові дії. Агроландшафтні дослідження передбачають опис та систематизацію розширеного комплексу структурних і функціональних характеристик територій. Виходячи з практики ландшафтно-екологічних досліджень, визначаються таксони (змістовні диференціації) для основних восьми таксономічних категорій, а саме зони, ряду, типу, родини, класу, роду, виду і підвиду агроландшафтів. Враховуючи цільове спрямування класифікації на оцінку умов гідромеліорації, для кожної таксономічної категорії нами запропоновано систему кількісних показників оцінювання процесів зрошувальної меліорації. Останній елемент класифікації принципово відрізняє наш підхід від загальноландшафтних, основою яких є районування та оцінка відновлених ландшафтних умов, тобто таких, що існували до початку сільськогосподарської та іншої антропогенної діяльності.

Зона агроландшафтів відображає компіляцію природно-сільськогосподарського і агроекологічного районування степових територій України. Кількісними показниками природного вологозабезпечення земель є гідротермічний коефіцієнт за Г.Т. Селянінова, розрахований за кліматичними параметрами (кількість опадів та активних температур періоду вегетації), який є табульованим для довоєнного періоду.

Ряд агроландшафтів визначає функціональне зонування сільськогосподарської діяльності за рівнями порушення природного співвідношення між типами земель, включно з територіями післявійськових дій; кількісно це оцінюється відсотком глибини проникнення небезпечних антропогенних деформацій у природну структуру земель і на регіональному рівні базується на експертній оцінці. На землях зрошуваного землеробства важливим елементом систематизації ряду агроландщафтів є регіональне оцінювання меліоративної інфраструктури (гідромеліоративних споруд), а саме їх види, поширення, технічний стан, перспективи використання. Підкреслимо, що за висновками Міндовкілля [2], зрошувальна інфраструктура була здатна забезпечити полив лише до 83% площ, які її потребували. Водночас, її просторові оцінки мають охопити території від 30% на півночі до 60% на півдні степу України. На регіональному рівні доцільно і можливо виокремити антропогенно-природний ряд агроландшафтів неполивних земель і природно-антропогенні ряди поливних земель Каховського магістрального каналу, Інгулецької і Дністровських зрошувальних систем.

Тип агроландшафтів з'ясовують за гідрохімічним складом поверхневих вод у межах територій річкових басейнів, а *підтип* – складом підземних вод; кількісними характеристиками типу та підтипу є загальна мінералізація та коефіцієнт іонної сили (співвідношення головних іонів) водного розчину. Кількісними оціночними параметрами традиційно обирають класи поливних вод, які у подальшому можуть характеризувати особливості впливу зрошення та якість сільськогосподарської продукції.

Родину агроландшафтів характеризує сучасний природно-антропогенний рослинний покрив, у складі якого агрофітоценози однорічних культур підрозділяють за найбільш поширеними сівозмінами; їх кількісними параметрами є середня урожайність зернових культур (наприклад, пшениці озимої і ячменю ярого) у довоєнний період.

Клас агроландшафтів визначає тип сучасного ґрунтового покриву; кількісними характеристиками гідромеліорації є показники солонцюватості і засоленості ґрунтів; зазначимо що часова та антропогенна диференційованість вмісту гумусу, а також показники водно-повітряного і теплового режимів у ґрунтах степу України набувають практичного значення лише на етапах детального районування. Максимальні площі зрошення в Україні припадають на чорноземи (понад 60%

від загальної площі), які є найбільш родючими, а водночас і чутливими до зовнішніх впливів ґрунтами; саме тому зрошення здатне змінювати процеси ґрунтоутворення та призвести до зниження їх родючості.

Рід агроландшафтів характеризує морфоструктура території при дослідженнях регіональних та морфоскульптура при детальних; кількісними параметрами гідромеліорації обрано поширеність зрошувальних систем.

Вид агроландшафтів розкриває літологія ґрунтоутворюючих гірських порід; кількісними характеристиками умов гідромеліорації в межах виду обрано глибину залягання ґрунтових вод.

Підвид агроландшафтів відображає геологічну будову підстильних гірських порід; кількісними параметрами особливостей гідромеліорації обрано глибину залягання підземних вод та їх спеціалізацію за поживними елементами.

Науково-методологічним забезпеченням агроландшафтних досліджень є виділення таксонів агроландшафтів в межах кожної таксономічної категорії. Число таксонів сягає десятків елементів, кожен з яких розширює значення таксону на дослідженій території, а також враховує існуюче інформаційне забезпечення конкретних досліджень.

Третій етап – *картографування агроландшафтів і прилеглих територій.* За результатами таксономічної класифікації агроландшафтів складають карто-схеми ознак території, яка відображають просторове поширення кожного таксону і таксономічної категорії. Заключними складовими катографування є виокремлення агроландшафтів, як територій, що є однорідними за визначеними таксонами, їх позначення на обраному носії (папір, електронна карта) індексом або кольором, складання легенди карти агроландшафтів.

Четвертий заключний етап – *цільове районування територій* для вирішення певних еколого-економічної проблеми. Розглядаючи проблеми гідромеліорації степу України, доречно орієнтуватися як на загальновизнані проблеми (якість поливних вод, технічний стан меліоративних споруд, деградація земель, врахування наслідків військових дій, інш.), так і малодосліджені екологічні загрози і небезпеки на поливних землях. На регіональному рівні актуальним залишається дотримання екологічно допустимих для сільськогосподарських угідь меж насиченості ландшафтних зон зрошуваними землями . За експертними оцінками площі зрошення в зоні Лісостепу мають складати до 30%, Степу Північного – 30-50%, Степу Південного і Сухого – 50-60% [1] . З числа новітніх проблем гідромеліорації, враховуючи контекст Євроінтеграційних процесів та забезпечення продовольчої безпеки, необхідно суттєво розширити дослідження характеристик якості зональної сільськогосподарської продукції (зернової, овочевої, плодово-ягідної), а також оцінити перспективи розведення аквакультур (наприклад, актуальну проблему багаторічного замору риб у межах впливу водонасосних станцій).

На цьому етапі виконується цільова експертна оцінка кожного таксону у класифікації агроландшафтів (у балах), які надалі поєднуються (як суми або множення) і розраховуються для території кожного окремого агроландшафту. Іншим методологічним підходом до оцінки агроландшафтів є вибір лімітуючого еколого-економічного процесу, тобто такого, що найбільш суттєво впливають на наслідки гідромеліоративних заходів, що потребує наукового забезпечення реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року шляхом розроблення та запровадження державної цільової програми наукових досліджень “Наукові засади розвитку меліорації та ефективного екологобезпечного використання меліорованих земель в умовах змін клімату”. Зонування земель за послідовністю заходів з вирішення відповідної цільової екологічної проблеми ґрунтуються на експертних оцінках агроландшафтів.

Висновки. Сучасний період агровиробництва в Україні відрізняє динамічне погіршення еколого-економічних умов степових регіонів. Сільське господарство на цій території функціонує у межах різних природно-антропогенних особливостей зрошення. Науково-прикладним узагальненням функціонування цих земель є агроландшафтна будова та її цільова оцінка. Враховуючи вплив і наслідки військових дій на території України, задачі *агроландшафтного районування* та оцінювання якісних характеристик агровиробничих умов на зрошуваних землях степу доречно розглядати у трьох соціально-економічних часових зрізах, а саме сучасному (до трьох років), довгостроковому (до 5 років) і прогнозному (до 20 років). Головними е*тапами агроландшафтних досліджень* є узагальнення інформаційного забезпечення, таксономічна класифікація природно-антропогенних чинників функціонування території дослідження, картографування агроландшафтів, цільове районування територій для вирішення певних еколого-економічної проблеми та вибору заходів збалансованого природокористування. Головні природно-антропогенні характеристики зрошувальних земель степу узагальнюють 8 таксономічних категорій агроландшафтів, а саме зони, ряду, типу, родини, класу, роду, виду і підвиду. Такий підхід до оцінювання земель дозволяє оцінювати та систематизувати багатофакторні природно-антропогенні особливості цих територій та обґрунтовано використовувати різноманітні аграрні технології.

Агроландшафтне районування території степу України висвітлює комплексні умови для підбору сортів культур, диференціації систем зрошення земель та інших меліоративних заходів. Це створює нові можливості для підвищення якості сільськогосподарської продукції та зниження її собівартості.

Запропоновано підхід просторової диференціації зрошуваних земель з врахуванням їх структури, стану агроекологічної безпеки, що можуть відігравати роль економічних важелів забезпечення збалансованого природокористування і сільськогоспоадрсьвого землекористування у тому числі. Наступними етапами розвитку агроландшафтних засад є деталізація природно-агрогенних умов зрошення та створення їх локальних графічних моделей, у першу чергу, на площі степу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Звіт про стратегічну екологічну оцінку документу державного планування «Проект стратегії

зрошення та дренажу в Україні до 2030 року». Київ: Міністерство екології і природних ресурсів України (Управління охорони земельних та водних ресурсів), 2019. 48 с.
2. Екологічні основи управління водними ресурсами : навч. Посіб. / А.І. Томільцева, А.В. Яцик, В.Б. Мокін та ін. Київ: Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 200 с.
3. Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води. Київ: «Символ-Т», 1998. 48 с.
4. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2020 році. Міністерство екології і природних ресурсів України, 2021. 421 с. Режим доступу: https://mepr.gov.ua/files/docs/Zvit/2022
5. Організація і ведення еколого-меліоративного моніторингу. Частина 1. Зрошувальні землі. ВБН 33-5.5-01-97. Видання офіційне. Київ: ІВЦ Держкомстату України, 2002. 68 с.
6. Зрошувальні заходи. Сільськогосподарська енциклопедія. Електронний ресурс: Електронне посилання: http://ias.pp.ua. B4-m11.
7. Єгорова Т.М. Екологічна геохімія агроландшафтів України: монографія. Київ: «ДІА». 2018. 264 с.
8. Єгорова Т.М., Сапсай Т.П. Актуальні питання агроекологічного районування України. Агроекологічний журнал, 2019. № 3. С. 6–13.
9. Медведєв В. В. Методичні рекомендації з бонітуванняґрунтівУкраїни / І. В. Пліско, В. В. Медведєв. Харків : ТОВ „Смугаста типографія”, 2015. 100 с
10. Медведев В.В., Лактионова Т.Н., Донцова Л. В. Водные свойства почв Украины и влагообеспеченность сельскохозяйственных культур. Харьков: Апостроф, 2011. 224 с.
11. Коніщук В.В., Єгорова Т.М. Агроекологічне районування України. Агроекологічний журнал, 2018. №4. С. 6–22.
12. Єгорова Т. М. Наукові основи еколого-геохімічних процесів в агроландшафтах України: автореф… доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія. Інститут агроекології і природокористування НААН. Київ, 2015. 47 с.
13. Мартин А.Г., Осипчук С.О., Чумаченко О.М. Природно-сільськогосподарське районування України: монографія. Київ: ЦП «Компринт», 2015. 328 с.
14. Бутрим О. В. Теоретико-методологічні основи формування внутрішнього вуглецевого ринку в контексті збалансованого розвитку агросфери: монографія / за ред. О.І. Дребот – К.: ТОВ «ДІА», 2018. – 360 с.

REFERENCES:

1. Zvit pro stratehichnu ekolohichnu otsinku dokumentu derzhavnoho planuvannia «Proekt stratehii zroshennia ta drenazhu v Ukraini do 2030 roku» [Report on the strategic environmental assessment of the state planning document "Irrigation and Drainage Strategy Project in Ukraine until 2030"]. (2019). 48. Kyiv: Ministerstvo ekolohii i pryrodnykh resursiv Ukrainy (Upravlinnia okhorony zemelnykh ta vodnykh resursiv) [in Ukrainian].
2. Tomiltseva, A.I. ta in. (Eds.). (2017). Ekolohichni osnovy upravlinnia vodnymy resursamy (navch. posib.) [Ecological basics of water resources management: (training manual)]. Kyiv: Instytut ekolohichnoho upravlinnia ta zbalansovanoho pryrodokorystuvannia, 200 [in Ukrainian].
3. Metodyka kartohrafuvannia ekolohichnoho stanu poverkhnevykh vod Ukrainy za yakistiu vody [Methodology of mapping the ecological state of surface waters of Ukraine by water quality] Kyiv: «Symvol-T». (1998). 48 [in Ukrainian].
4. Natsionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha v Ukraini u 2020 rotsi [National report on the state of the environment in Ukraine in 2020]. (2021). 421. Elektronnyi resurs: https://mepr.gov.ua/files/docs/Zvit/2022 [in Ukrainian].
5. Orhanizatsiia i vedennia ekoloho-melioratyvnoho monitorynhu. Chastyna 1. Zroshuvalni zemli. VBN 33-5.5-01-97. Vydannia ofitsiine [Organization and management of ecological and remedial monitoring. Part 1. Irrigated lands. VBN 33-5.5-01-97. The publication is official]. (2002). 68. Kyiv: IVT Derzhkomstatu Ukrainy [in Ukrainian].
6. Zroshuvalni zakhody. Silskohospodarska entsyklopediia [Irrigation measures. Agricultural encyclopedia] URL: http://ias.pp.ua. B4-m11.
7. Yehorova,T.M., Furdychko, O.I. (Ed.) (2018). Heokhimichna ekolohiia ahrolandshafti Ukrainy: monohrafiia [Geochemical ecology of agricultural landscapes of Ukraine: monograph]. Kyiv: Tov «DIA», 264 [in Ukrainian].
8. Yehorova, T.M., Sapsai T.P. (2019). Aktualni pytannia ahroekolohichnoho raionuvannia Ukrainy [Actual issues of agroecological zoning of Ukraine]. Ahroekolohichnyi zhurnal [Agroecological journal], 3, 6–13 [in Ukrainian].
9. Plisko I.V., Medvedev V.V. (2015). Metodychni rekomendatsii z bonituvannia gruntiv Ukrainy [Methodological recommendations for soil grading in Ukraine]. Kharkiv : TOV „Smuhasta typohrafiia”, 100 [in Ukrainian].
10. Medvedev, V.V., Laktionova, T.N., Dontsova, L.V. (2011). Vodnye svoistva pochv Ukrayny y vlahoobespechennost selskokhoziaistvennykh kultur [Water properties of soils of Ukraine and moisture supply of agricultural crops]. Kharkov: Apostrof, 224 [in Russian].
11. Konishchuk, V.V., Yehorova, T.M. (2018). Ahroekolohichne raionuvannia Ukrainy [Agroecological zoning of Ukraine]. Ahroekolohichnyi zhurnal [Agroecological journal], 4, 6–22 [in Ukrainian].
12. Yehorova, T.M. (2015). Naukovi osnovy ekoloho-heokhimichnykh protsesiv v ahrolandshaftakh Ukrainy [Scientific basis of ecological and geochemical processes in agrolandscapes of Ukraine] (Doctoral Thesis, specialty 03.00.16 - ecology), Kyiv: Institute of Agroecology and Nature Management of the National Academy of Sciences [in Ukrainian].
13. Martyn, A.G., Osypchuk, S.O., Chumachenko, O.M. (2015). Pryrodno-silskohospodarske raionuvannia Ukrainy: monohrafiia. [Natural and agricultural zoning of Ukraine: monograph]. Kyiv: CPU "Comprint", 328 [in Ukrainian].
14. Butrym O.V. (2018) Teoretyko-metodolohochni osnovy formuvannia vnutrishnniogo vugletcevoho rynky v konteksti zbvalansovanogo rozvytku agrosfery: monohrafiia / edited by O.I. Drebot [Theoretical and methodological foundations of the domestic carbon market formation in the context of the agricultural sector balanced development: monograph / edited by O.I. Drebot]. Kyiv: CPU «DIA», 360 [in Ukrainian].

Єгорова Т.М., Бутрим О.В. Агроландшафтні засади гідромеліорації степових зон України

Викладено основні напрями просторової диференціації території півдня України впродовж останніх 20 років. Важливими спрямуваннями цільового зонування земель сільськогосподарського призначення були природно-сільськогосподарське, ландшафтно-геохімічне, агроекологічне, біогеохімічне районування. Метою досліджень є розробка науково-методичних основ комплексного районування земель степу України на агроландшафтних засадах з врахуванням особливостей умов проведення гідромеліоративних заходів. Методика досліджень обумовлена загальнонауковими принципами когерентності і диференціації агросфери та якісно-кількісними оцінками функціонування зрошуваних земель. Наслідки впливу військових дій на території України запропоновано враховувати за трьома соціально-економічними часовими зрізами агроландшафтних досліджень степу, а саме розрізняти: сучасний (до 3 років), довгостроковий (до 5 років) і прогнозний (до 20 років). Головними етапами агроландшафтних досліджень є узагальнення інформаційного забезпечення, таксономічна класифікація природно-антропогенних чинників функціонування території, картографування агроландшафтів та їх цільове районування для вирішення певних еколого-економічної проблеми або формування науково обґрунтованої системи заходів забезпечення збалансованого природокористування. Розроблено змістовну частину та визначено якісно-кількісні особливості 8 таксономічних категорій агроландшафтів, а саме зони, ряду, типу, родини, класу, роду, виду і підвиду. Запропонована просторова диференційованість зрошуваних земель враховує їх структуру, загрози і небезпеки прийнятному рівню агроекологічної безпеки. Агроландшафтне районування території степу України висвітлює комплексні умови для підбору сортів культур, диференціації систем зрошення земель та інших меліоративних заходів. Наступними етапами розвитку агроландшафтних засад є деталізація природно-агрогенних умов зрошення та створення їх локальних графічних моделей, у першу чергу, на площі степу України.

Ключові слова: агроландшафт, етап районування, таксономічна категорія, зрошувані землі, агроекологічна безпека, збалансоване землекористування.

Yehorova T.M., Butrym O.V. Agrolandscape plantings of hydromelioration of steppe zones of Ukraine

The main directions of spatial differentiation of the territory of southern Ukraine during the last 20 years are outlined. Natural-agricultural, landscape-geochemical, agro-ecological, biogeochemical zoning were important directions of targeted zoning of agricultural lands. The purpose of the research is to develop the scientific and methodological foundations of the complex zoning of the steppe lands of Ukraine on the agro-landscape basis, including the specifics of the conditions for carrying out hydromelioration measures. The research methodology is determined by general scientific principles of coherence and differentiation of the agrosphere and qualitative and quantitative assessments of the functioning of irrigated lands. Taking into account the military actions on the territory of Ukraine, three socio-economic time sections of agrolandscape studies of the steppe are proposed, namely, modern (up to 3 years), long-term (up to 5 years) and forecast (up to 20 years). The main stages of agrolandscapes studies are the generalization of information support, taxonomic classification of natural and anthropogenic factors of territory functioning, mapping of agrolandscapes and thear target zoning of territories to solve certain ecological- economic problems or selection of balanced nature management measures. There are determine the substantive part end qualitative-quantitative features for mapping and evaluation of 8 taxonomic categories of agro-landscapes, namely zone, series, type, family, class, genus, species and subspecies are defined. The proposed spatial differentiation of irrigated lands takes with account their structure, agro-ecological hazards. The agro-landscape zoning of the territory of the steppe of Ukraine highlights the complex conditions for the selection of crop varieties, the differentiation of land irrigation systems and other reclamation measures. The next stages of the development of agro-landscape foundations are the detailing of the natural and agrogenic conditions of irrigation and the creation of their local graphic models, first of all, on the steppe area of Ukraine.

Key words: agricultural landscape, zoning stage, taxonomic category, irrigated lands.

УДК 504.4:54
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.5

АНАЛІЗ МІНЛИВОСТІ ІРИГАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОД КУЧУРГАНСЬКОГО І БАРАБОЙСЬКОГО ВОДОСХОВИЩ

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

Постановка проблеми. Проблема іригації сільгоспугідь півдня України у тому числі Одеської області була і залишається дуже актуальною. Головою Одеської ОДА був підписаний меморандум з Державним агентством водних ресурсів України про реконструкцію частини радянських мереж «Нижньодністровської» зрошувальної системи [1]. Ця система охоплює 25–30 тис. га земель, проте, це лише невелика частина угідь Одещини, для яких необхідне зрошення. Тому пошук нових джерел поливних вод, аналіз іригаційних властивостей існуючих водних об'єктів і вдосконалення методик оцінки якості іригаційних вод є актуальним завданням.

Обмеженість водних ресурсів іригаційної якості змушує утворювати штучні водойми для накопичення вод з метою їх подальшого використання для поливу. Джерелами підживлення водосховищ на півдні Одеської області як правило є Дунай і Дністер, води яких відповідають іригаційним кондиціям [2, 3]. Проте, змішання дунайських чи дністровських вод із водами природних джерел живлення водоймищ часто не призводять до очікуваного ефекту.

Прикладом може служити водосховище Сасик, води якого після змішування з водами Дунаю придатні для зрошення лише легких, добре проникних та дренованих ґрунтів [4]. Дунайські ж води за мінералізацією і за співвідношенням головних іонів можна рахувати еталоном іригаційних вод півдня України. Вони підходять для поливу усіх типів ґрунтів протягом усього теплого періоду року [3].

Кучурганське і Барабойське водосховища як і Сасик мають природні і штучні джерела живлення. Для них природними джерелами є річки з відповідною назвою, а штучне підживлення відбувається за рахунок вод р. Дністер. Мінералізація дністровських вод більша ніж дунайських приблизно в 1,4 рази. В цих водах більший вміст токсичних іонів, вони сприяють утворенню в ґрунті більшої кількості токсичних солей. Актуальним є питання: які властивості мають води розглядуваних водосховищ, и як ці властивості змінюються протягом теплого періоду.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження останніх років [5–9] були спрямовані на визначення і аналіз гідрохімічних та гідробіологічних характеристик Кучурганського і Барабойського водосховищ, іригаційні властивості їх вод не розглядались.

Мета статті. Метою роботи є оцінка іригаційних властивостей вод Кучурганського і Барабойського водосховищ та їх мінливості протягом теплого періоду року за даними гідрохімічних спостережень Одеського обласного управління водних ресурсів 2010–2020 рр.

Об'єкт дослідження – якість вод Кучурганського і Барабойського водосховищ.

Предмет дослідження – оцінка мінливості іригаційних властивостей вод Кучурганського і Барабойського водосховищ.

Матеріали і методика досліджень. Аналіз іригаційних властивостей вод виконано за концентрацією солей та за співвідношенням іонів. Такі критерії як концентрація токсичних елементів, які можуть негативно вплинути на сільськогосподарські рослини і в цілому на навколишнє середовище, та концентрація біогенів не розглядалися.

Оцінка іригаційних властивостей в роботі виконана за методиками: Костякова А. Н. [10, 11]; ДСТУ 2730:2015; Бездніной С. Я. [12]; Антипова-Каратаєва І. М. і Кадера Г. М. [13; 14,]; Стеблера [15]; Буданова М. Ф.; Можейко А. М. і Ворітника Т. К.; Саболча І. і Дораба К. [14, 16]; Келлі і Лібіха.

В роботі [4] дається опис перелічених методик оцінки іригаційних властивостей вод.

Авторами статті запропоновано детальна типізація іригаційних вод на основі типізації природних вод Альокіна О. А. і вдосконалення методики ДСТУ 2730:2015, виходячи з наступних міркувань.

1) Костяков А. Н. [11] вказує, що для іригаційних вод з мінералізацією 1,5–3,0 мг/дм^3 необхідний аналіз хімічного складу солей.

2) Альокін О. А. вважає, що можна отримати уявлення про склад солей у воді, якщо умовно допустити, що при випаровуванні води солі будуть випадати при комбінації іонів в наступній послідовності: катіони – Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}; аніони – HCO_3^{-}, SO_4^{2-}, Cl^{-} [15].

Послідовність комбінування іонів у Довідковому керівництві гідрогеолога [17] зворотна: аніони – Cl^{-}; SO_4^{2-}; (CO_3^{2-}+HCO_3^{-}); катіони – (K^{+}+Na^{+}); Mg^{2+}; Ca^{2+}. Але, склад солей буде однаковим як за прямою послідовністю, так і за зворотною.

3) Типи природних вод I, II і III за Альокіним О. А. [15] можна розділити на підтипи [4], що мають різні набори гіпотетичних солей, в такому порядку (рис. 1): I, IIа, IIб, IIIа, IIIб, IIIв.

Води типу IV [15] не розглядаються оскільки до нього належать кислі болотні, шахтні і вулканічні води, а також води, сильно забруднені промисловими стоками, які не придатні для зрошення.

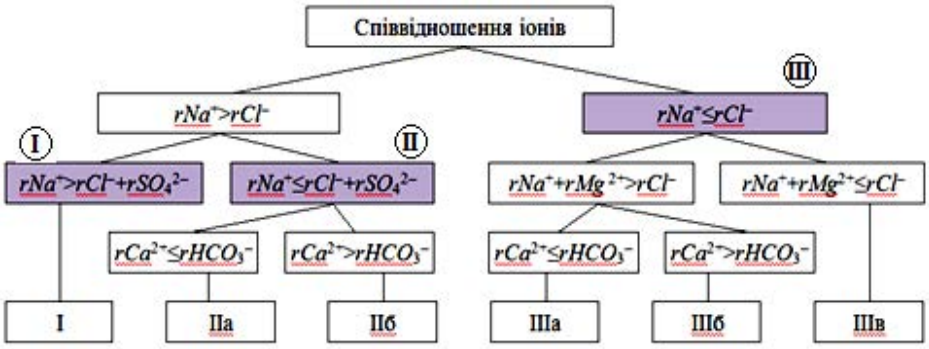


Рис. 1. Схема детальної типізації іригаційних вод [4]

Таблиця 1

Склад гіпотетичних солей в воді при різному співвідношенні головних іонів (за авторами статті)

1) Концентрація солей, токсичних для рослин, мг/дм³: $NaCl$ =58,4×rCl^-; Na_2SO_4=71,0×rSO_4^{2-}; $NaHCO_3$=84,0×($rHCO_3^-$–rCa^{2+}–rMg^{2+}).

Іон	rNa^+	rMg^{2+}	rCa^{2+}	Підтип (I)
rCl^-	rCl^-	0	0	$rCl^-+rSO_4^{2-}<rNa^+$ або $rHCO_3^-<rCa^{2+}+rMg^{2+}$
rSO_4^{2-}	rSO_4^{2-}	0	0	
$rHCO_3^-$	$rHCO_3^-$–rCa^{2+}–rMg^{2+}	rMg^{2+}	rCa^{2+}	

2) —"—: $NaCl$ =58,4×rCl^-; Na_2SO_4=71,0×(rNa^+–rCl^-); $MgSO_4$=60,2×(rCl^-+rSO_4^{2-}–rNa^+).

Іон	rNa^+	rMg^{2+}	rCa^{2+}	Підтип (IIa)
rCl^-	rCl^-	0	0	$rCl^-<rNa^+$ $rCl^-+rSO_4^{2-}\geq rNa^+$ $rHCO_3^-\geq rCa^{2+}$
rSO_4^{2-}	rNa^+–rCl^-	$rCl^-+rSO_4^{2-}$–rNa^+	0	
$rHCO_3^-$	0	$rHCO_3^-$–rCa^{2+}	rCa^{2+}	

3) —"—: $NaCl$ =58,4×rCl^-; Na_2SO_4=71,0×(rNa^+–rCl^-); $MgSO_4$=60,2×rMg^{2+}.

Іон	rNa^+	rMg^{2+}	rCa^{2+}	Підтип (IIб)
rCl^-	rCl^-	0	0	$rCl^-<rNa^+$ $rCl^-+rSO_4^{2-}\geq rNa^+$ $rHCO_3^-<rCa^{2+}$
rSO_4^{2-}	rNa^+–rCl^-	rMg^{2+}	rCa^{2+}–$rHCO_3^-$	
$rHCO_3^-$	0	0	$rHCO_3^-$	

4) —"—: $NaCl$ =58,4×rNa^+; $MgCl_2$=47,6×(rCl^-–rNa^+); $MgSO_4$=60,2×rSO_4^{2-}.

Іон	rNa^+	rMg^{2+}	rCa^{2+}	Підтип (IIIa)
rCl^-	rNa^+	rCl^-–rNa^+	0	$rCl^-\geq rNa^+$ $rCl^-<rNa^++rMg^{2+}$ $rHCO_3^-\geq rCa^{2+}$
rSO_4^{2-}	0	rSO_4^{2-}	0	
$rHCO_3^-$	0	$rHCO_3^-$–rCa^{2+}	rCa^{2+}	

5) —"—: $NaCl$ =58,4×rNa^+; $MgCl_2$=47,6×(rCl^-–rNa^+); $MgSO_4$=60,2×(rNa^++rMg^{2+}–rCl^-).

Іон	rNa^+	rMg^{2+}	rCa^{2+}	Підтип (IIIб)
rCl^-	rNa^+	rCl^-–rNa^+	0	$rCl^-\geq rNa^+$ $rCl^-<rNa^++rMg^{2+}$ $rHCO_3^-<rCa^{2+}$
rSO_4^{2-}	0	rNa^++rMg^{2+}–rCl^-	rCa^{2+}–$rHCO_3^-$	
$rHCO_3^-$	0	0	$rHCO_3^-$	

6) —"—: $NaCl$ =58,4×rNa^+; $MgCl_2$=47,6×rMg^{2+}; $CaCl_2$=55,5×(rCl^-–rNa^+–rMg^{2+}).

Іон	rNa^+	rMg^{2+}	rCa^{2+}	Підтип (IIIв)
rCl^-	rNa^+	rMg^{2+}	rCl^-–rNa^+–rMg^{2+}	$rCl^-\geq rNa^++rMg^{2+}$ або $rHCO_3^-+rSO_4^{2-}<rCa^{2+}$
rSO_4^{2-}	0	0	rSO_4^{2-}	
$rHCO_3^-$	0	0	$rHCO_3^-$	

За взаємним врівноваженням головних іонів у послідовності, викладеній вище, для підтипів вод можна скласти набори гіпотетичних солей, тобто оцінити кількість токсичних головних іонів у воді (табл. 1):

I – ***NaCl, Na_2SO_4, $NaHCO_3$,$Mg(HCO_3)_2$,*** $Ca(HCO_3)_2$;
IIa – ***NaCl, Na_2SO_4, $MgSO_4$, $Mg(HCO_3)_2$,*** $Ca(HCO_3)_2$;
IIб – ***NaCl, Na_2SO_4, $MgSO_4$,*** $CaSO_4$, $Ca(HCO_3)_2$;
IIIa – ***NaCl, $MgCl_2$, $MgSO_4$, $Mg(HCO_3)_2$,*** $Ca(HCO_3)_2$;
IIIб **– *NaCl, $MgCl_2$, $MgSO_4$,*** $CaSO_4$, $Ca(HCO_3)_2$;
IIIв – ***NaCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$,*** $CaSO_4$, $Ca(HCO_3)_2$.

В табл. 1: сірим виділено область токсичних солей (іонів); в осередку на перетині стовпця і рядка стоїть кількість (мг-екв./дм³) іонів у воді, що входять до складу гіпотетичної солі (які врівноважують один одного та складають гіпотетичну сіль); приведені формули перерахунку концентрації гіпотетичних солей з еквівалентної форми в вагову.

Для перерахунку концентрації іонів з еквівалентної форми (мг-экв/дм³) в вагову (мг/дм³) необхідно їх еквівалентну концентрацію помножити на відповідні коефіцієнти, яки мають наступні значення: CO_3^{2-} – 30,00; HCO_3^- – 61,02; SO_4^{2-} – 48,03; Cl^- – 35,45; Ca^{2+} – 20,04; Mg^{2+} – 12,15; Na^+ – 22,99; K^+ – 39,10.

Розрахунок концентрації солі за табл. 2 розглянемо на прикладі вод підтипу I (табл. 1(1)). Питна сода $NaHCO_3$ гіпотетично присутня в воді за рахунок взаємного врівноваження частини іонів Na^+ і частини іонів HCO_3^-. В еквівалентах ці частини дорівнюють ($rHCO_3^-$–rCa^{2+}–rMg^{2+}). Вагова концентрація згаданої частини іонів натрію дорівнює 22,99*($rHCO_3^-$–rCa^{2+}–rMg^{2+}), а частина гідрокарбонат-іонів – 61,02*($rHCO_3^-$–rCa^{2+}–rMg^{2+}), звідси концентрація питної соди $NaHCO_3$ складає 84,0*($rHCO_3^-$–rCa^{2+}–rMg^{2+}).

Посохов О. В., розглядаючи типізацію природних вод Альокіна О. А., запропонував розділити води типу III на два підтипи: IIIa (rNa^++rMg^{2+}>rCl^-) и IIIб (rNa^++rMg^{2+}<rCl^-) [15]. Альокін О. А. зазначає, що підтип IIIб характерний для сильно мінералізованих вод лагунного походження.

Підтип IIIб по Посохову О. В. відповідає підтипу IIIв в запропонованої детальної типізації. Природні води цього підтипу можна виключити зі списку придатних для іригації вод. Але, при штучному підживленні водойми іноді можуть утворюватись води придатні для зрошення з співвідношенням іонів за підтипом IIIв. Наприклад, у водосховищі Сасик води цього підтипу спостерігалися з ймовірністю 5 % і мали найменшу мінералізацію з усього ряду спостережень (менш 1 г/дм³) [4].

В ДСТУ 2730:2015 небезпека іригаційного засолення ґрунту оцінюється за сумою токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів $e(rCl^-)$. Цю суму обчислюють за формулою:

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

де rCl^- – кількість хлоридів, мг-екв/дм³; $(rSO_4^{2-})_T$ – кількість токсичних сульфатів, мг-екв/дм³; $(rHCO_3^-)_T$ – кількість токсичних гідрокарбонатів, мг-екв/дм³; rCO_3^{2-} – кількість токсичних карбонатів, мг-екв/дм³.

Приймаючи до уваги набори гіпотетичних солей для різних підтипів вод формули розрахунку суми токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів можна записати у наступному вигляді (пропозиція авторів статті):

I–$e(rCl^-)=rCl^-+0{,}2(rSO_4^{2-})+0{,}4(rMg^{2+})+(rHCO_3^- – rCa^{2+} – rMg^{2+})+5rCO_3^{2-}$;
IIa, IIIa – $e(rCl^-) = rCl^- + 0{,}2(rSO_4^{2-}) + 0{,}4(rHCO_3^- – rCa^{2+}) + 5rCO_3^{2-}$;
IIб, IIIб – $e(rCl^-) = rCl^- + 0{,}2(rSO_4^{2-} + rHCO_3 – rCa^{2+}) + 5rCO_3^{2-}$;
IIIв – $e(rCl^-) = rCl^- + 5rCO_3^{2-}$.

Прокоментуємо першу з цих формул. Іони rCl^- і rCO_3^{2-} токсичні завжди (в [14] і ДСТУ 2730:2015 іони rMg^{2+} теж вважаються завжди токсичними). Для вод підтипу I усі сульфат-іони токсичні, вони повністю врівноважені частиною іонів натрію (табл. 1(1)). Частина гідрокарбонат-іонів, що врівноважена усіма іонами магнію, в еквівалентах дорівнює їх кількості. Ще одна частина гідрокарбонат-іонів, що врівноважена частиною іонів натрію, дорівнює ($rHCO_3^-$–rCa^{2+}–rMg^{2+}) і має таку ж токсичність, як і rCl^-.

При наявності аніонів CO_3^{2-}, визначення необхідної розрахункової формули $e(rCl^-)$ потрібно виконувати по зменшеної кількості катіонів натрію з калієм – (rNa^++rK^+–rCO_3^{2-}).

Результати досліджень. Для оцінки якості вод Кучурганського і Барабойського водосховищ використані результати спостережень Одеського обласного управління водних ресурсів за період 2010–2020 рр.

Кучурганське водосховище (с. Градениці). Мінералізація вод (рис. 2) в теплий період (ТП) в середньому складає 1,7 г/дм³ при діапазоні від 0,85 до 3,4 г/дм³. З ймовірністю 90% протягом ТП мінералізація вод знаходиться в діапазоні 1–3 г/дм³.

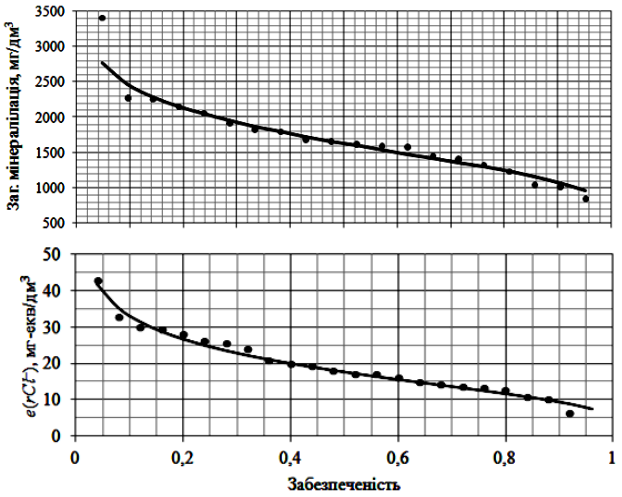


Рис. 2. Статистичний розподіл мінералізації і показника e(rCl⁻) вод Кучурганського водосховища: маркер коло – емпіричний розподіл; суцільна лінія – логнормальний закон

За класифікацією Костякова А. М. води з мінералізацією цього діапазону відносяться до вод з «підвищеною небезпечністю» засолення (категорія 3). Для них за рекомендацією Костякова А. М. [10] необхідний аналіз сольового складу. Такі води непридатні для зрошення усіх типів ґрунтів (у звичайних умовах). Полив можливий тільки при доброї проникності ґрунтів і наявності дренажу.

За класифікацією Альокіна О. А. [15] води відносяться до сульфатного класу, групи натрію протягом 85–90 % ТП.

В середньому води відносяться до підтипу IIб, але умови формування їх якості такі, що протягом ТП вони можуть бути наступних підтипів: IIa (5 %), IIб (80 %) і IIIб (15 %).

Діапазон значень показника *e*(rCl^-) для вод Кучурган (рис. 2) дорівнює 5,4–43 мг-екв/дм^3, при середньому значенні – 20 мг-екв/дм^3.

Відповідно ДСТУ 2730:2015 води Кучурганського водосховища відносяться до класу не нижче II (обмежено придатна, використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів) для піщаних і легкосуглинкових ґрунтів з ймовірністю 85–90 %, для середньо суглинкових і важкосуглинкових ґрунтів – 75–80 %.

За класифікацією Бездніної С.Я. води водосховища відносяться до категорії III(1-5). Такі води можуть використовуватися для поливу після їх розбавлення водою з малою мінералізацією.

Небезпека осолонцювання:

за методикою Стеблера Х. – протягом 45 % ТП води незадовільні, обмежено придатні для зрошення солестійких культур, протягом 55 % ТП – «задовільні», придатні для зрошення більшості культур в залежності від ґрунтово-кліматичних умов;

за Антиповим-Каратаєвим І. Н. і Кадером Г. М. – води «придатні» для поливу 85 % ТП, і тільки 15 % ТП вони «непридатні» для поливу;

за Будановим А. М. – води «непридатні» для поливу 95 % ТП;

за Можейко А. М. і Воротником Т. К. – води «сприятливі» для поливу 85 % ТП, «несприятливі» 5 % ТП і «дуже несприятливі» 10 % ТП;

кількість магнію у воді Кучурганського водосховища за Сабольчем І. і Дарабом К. шкідливо впливає на ґрунти (небезпека магнієвого осолонцювання) протягом 75 % ТП;

за Келлі і Лібіхом – 70 % ТП.

Барабойське водосховище. В теплий період (ТП) загальна мінералізація вод (рис. 3) в середньому складає 0,51 г/дм^3 при діапазоні 0,33–0,90 г/дм^3.

За класифікацією Альокіна О.А. [18] води відносяться до сульфатного класу протягом 71 % ТП і до карбонатного – 29 % ТП, групи магнію (47 % ТП) або кальцію (47 % ТП).

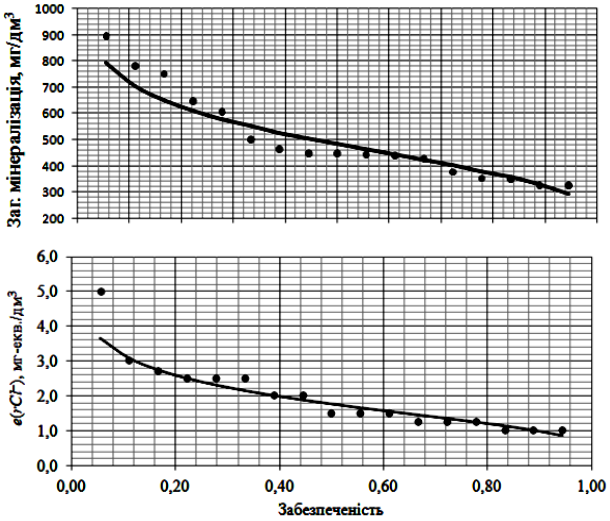


Рис. 3. Статистичний розподіл мінералізації і показника e(rCl^-) вод Барабойського водосховища: маркер коло – емпіричний розподіл; суцільна лінія – логнормальний закон

Води водосховища за класифікацією Костякова А. М. з ймовірністю 71 % протягом ТП відносяться до 2 класу – «обережний підхід» при поливі, 29 % ТП до 1 класу – «добра». При використанні для поливу вод Барабойського водосховища є ризик засолення ґрунту.

В середньому води відносяться до підтипу IIа, але протягом ТП вони можуть бути наступних підтипів: IIа (53 %), IIб (41 %) і IIIб (6 %).

Діапазон значень показника *e*(rCl^-) для вод Барабойського водосховища (рис. 3) дорівнює 1,0–5,0 мг-екв/дм^3, при середньому значенні – 2,0 мг-екв/дм^3.

Відповідно ДСТУ 2730:2015 води Барабойського водосховища відносяться до іригаційних вод класу I (придатна для зрошення без обмежень). Використання для поливу цих вод не призведе до іригаційного засолення усіх типів ґрунтів.

За класифікацією Бездніної С. Я. води відносяться до категорії I (води цілком придатні для зрошення всіх типів ґрунтів) з ймовірністю 65 % протягом ТП і до категорії II (води придатні для зрошення більшості типів ґрунтів) – 35 %.

Небезпека осолонцювання:

за методикою Стеблера Х. протягом усього ТП води добрі, необмежено придатна для зрошення усіх культур;

за Антиповим-Каратаєвим І. Н. і Кадером Г. М. – води «придатні» для поливу 100 % ТП;

за Будановим А.М. – води «придатні» для поливу 82 % ТП і «непридатні» – 18 % ТП;

за Можейко А.М. і Воротником Т.К. – води «сприятливі» для поливу 100 % ТП;

кількість магнію у воді Барабойського водосховища за Сабольчем І. і Дарабом К. шкідливо впливає на ґрунти (небезпека магнієвого осолонцювання) протягом 53 % ТП і «не шкідливе» – 47 % ТП;

за Келлі і Лібіхом – 71 % ТП осолонцювання «неможливе» і 29 % – «можливе».

Зіставлення характеристик водосховищ показує, що води Кучурганського водосховища за мінералізацією непридатні для поливу середньосуглинкових, важкосуглинкових та глинистих ґрунтів. Вони будуть сприяти засоленню цих ґрунтів протягом практично усього (90 %) теплого періоду. Підлуження ґрунту при поливі можливе у 70–95 % теплого періоду. За вмістом токсичних солей зрошення можливе тільки легких, добрепроникних ґрунтів.

Води Барабойського водосховища за мінералізацією і співвідношенням головних іонів мають більш сприятливі іригаційні властивості: вони придатні для зрошення більшості типів ґрунтів, здатні утворювати в ґрунті меншу кількість токсичних солей та сприяють магнієвому осолонцюванню протягом 29–53 % теплого періоду.

Висновки.

1. Води Кучурганського водосховища мають високу солоність, їх використання для поливу в звичайних умовах сприяє засоленню ґрунту протягом 90 % ТП.

2. Вміст магнію створює небезпеку осолонцювання ґрунту протягом 70–95 % ТП.

3. Використання вод Кучурганського водосховища для поливу можливе на легкопроникних (піщаних і супіщаних) ґрунтах при наявності дренажу.

4. Безпечне використання вод Кучурганського водосховища для поливу суглинистих ґрунтів можливе при розбавленні їх водою з малою мінералізацією.

5. Води Барабойського водосховища мають низьку солоність, але вони потребують обережного підходу при поливі.

6. Вміст магнію створює небезпеку осолонцювання ґрунту з ймовірністю 29–53 %.

7. Використання вод Барабойського водосховища для поливу можливе для зрошення більшості типів ґрунтів.

8. Подальші дослідження будуть спрямовані на вдосконалення методики розрахунку гіпотетичних токсичних солей у водах та аналізу іригаційних властивостей вод інших водних об'єктів Одеської області.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. На півдні України може запрацювати пілотний проект з іригації землі. URL: https://www.radiosvoboda.org/a/news-irygacija-pivden-ukrajiny/31165680.html (дата звернення 10.05.2021).
2. Кулибабин А. Г., Незвинский А. Ф., Кичук И. Д. Эколого-экономические аспекты орошения и рационального природопользования в зоне Дунай-Днестровской оросительной системы Одесской области / УЭАН Украины, Черноморское отделение. Одесса, 1997. 85 с.
3. Студьонова К.С., Юрасов С.М. Зіставлення іригаційних властивостей вод річок Дунай і Дністер. *Матеріали XIX наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ*, 25–29 травня 2020. Одеса: ОДЕКУ, 2020. С. 149.
4. Юрасов С.М., Кузьмина В.А. Іригаційна оцінка якості вод Сасику. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2019. № 224. с.112–121.
5. Сидоренко Ф., Гуцул Т., Богдевич О. та ін. Довгострокові екологічні ризики забруднення басейну річки Дністер застарілими пестицидами. *Матеріали міжнародної конференції „Інтеграція в ЄС та управління басейном річки Дністер"*, Кишинів, 8–9 жовтня 2020 р. Кишинів: Eco-TIRAS, 2020. С. 282–285.
6. Яров Я. С. Гідрохімічний режим та екологічний стан річки Барабой. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2010. № 7. С. 200–210.
7. Яров Я.С. Оцінка якості води річки Барабой за гідрохімічними показниками. *Вісник Одеського державного екологічного університету.* 2012. Вип. 13. С. 177–186.
8. Ковалёва Н. В., Мединец И. В., Мединец С. В. Трофический статус вод Кучурганского лимана. *Материалы международной конференции «Интегрированное управление трансграничным басейном Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы*. Тирасполь, 26–27 октября 2017 года. Тирасполь: Eco-TIRAS, 2017. С. 183–186.
9. Гидрохимические особенности двух контрастных (Дубоссарского и Кучурганского) водохранилищ / Касапова Л. В., Филипенко С. И., Руденко А. К., Калатинская М. А. *Интегрированное управление трансграничным басейном Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы : материалы международной конференции.* Тирасполь, 26–27 октября 2017 года. Тирасполь: Eco-TIRAS, 2017. с. 164–166.
10. Костяков А. Н. Основы мелиораций. Москва : Государственное из-во сельскохозяйственной литературы, 1960. 620 с.
11. Заносова В. И., Молчанова Т. Я. Оценка качества подземных вод и степени их пригодности для орошения. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017. № 6 (152). С. 49–53.
12. Безднина С. Я. Научные основы оценки качества воды для орошения. Рязань: Изд. РГАТУ, 2013. 171 с.
13. Слюсарев В. Н., Терпелец В. И., Швец Т. В. Методические указания по проведению практических занятий по дисциплине «Мелиоративное почвоведение». Краснодар : КубГАУ, 2014. 26 с.
14. Зайдельман Ф. Р. Мелиорация почв: ученик. 3-е изд. испр. и доп. Москва : Изд-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 2003. 448 с.
15. Алёкин О. А. Основы гидрохимии. Ленинград : Гидрометеоиздат, 1970. 446 с.
16. Атдаев С., Акмамедов Б. Качество воды главного коллектора туркменского озера «Алтын Асыр». *Международный научно-практический журнал*. 2012. № 3-4. С. 18–19.
17. Справочное руководство гидрогеолога. 3-е изд. перераб. и доп. Том. 1 / под ред. проф. В. М. Максимова. Ленинград : Недра, 1979. 512 с.

REFERENCES:

1. Na pivdni Ukrainy mozhe zapratsiuvaty pilotnyi proekt z iryhatsii zemli. [*A pilot project on land irrigation may start operating in the south of Ukraine*]. Available at: https://www.radiosvoboda.org/a/news-irygacija-pivden-ukrajiny/31165680.html (Accessed: 10.05.2021). [in Ukrainian]
2. Kulibabin, A.G., Nezvinskii, A.F. & Kichuk, I.D. (1997). *Ekologo-ekonomicheskiye aspekty orosheniya i ratsional'nogo prirodopol'zovaniya v zone Dunay-Dnestrovskoy orositel'noy sistemy Odesskoy oblasti [Ecological and economic aspects of irrigation and environmental management in the area of the Danube-Dniester irrigation system of the Odessa Region.* Black Sea branch of Ukrainian Environmental Academy of Sciences. Odessa. [in Russian]
3. Studonova K.S. & Yurasov S.M. (2020). [Comparison of irrigation properties of the Danube and Dniester rivers]. *Materialy XIX naukovoi konferentsii molodykh vchenykh ODEKU [Proceedings of the XIX scientific conference of young scientists of Odessa State Environmental University]*, 25–29 May. Odesa, p. 149. [in Ukrainian]
4. Yurasov S.M. & Kuzmyna V.A. (2019). [Irrigative assessment of water quality of Sasyk]. *Ukraïns'kij gìdrometeorologìčnij žurnal [Ukrainian hydrometeorological journal]*, 224, pp. 112–121. [in Ukrainian]
5. Sidorenco F., Gutsul T., Bogdevic O. et al. (2020). Long-term environmental risks of pollution of the Dniester river basin by obsolete pesticides. *Proceedings of the International Conference „EU Integration and Management of the Dniester River Basin", Chisinau, October 8–9, 2020*. Chisinau: Eco-TIRAS. pp. 282–285. [in Ukrainian]
6. Yarov Ya.S. (2010). Hidrokhimichnyi rezhym ta ekolohichnyi stan richky Baraboi. [Hydrochemical regime and ecological condition of the Baraboy river]. *Ukraïns'kij*

gìdrometeorologìčnij žurnal [Ukrainian hydrometeorological journal], 7, pp. 200–210. [in Ukrainian]
7. Yarov Ya.S. (2012). Otsinka yakosti vody richky Baraboi za hidrokhimichnymy pokaznykamy. *Vìsnik Odes'kogo deržavnogo ekologìčnogo unìversitetu [Bulletin of Odessa state environmental university],* 13. pp. 177–186. [in Ukrainian]
8. Kovaljova N.V., Medinec I.V. & Medinec S.V. (2017). Troficheskij status vod Kuchurganskogo limana. [Trophic status of the waters of the Kuchurgan estuary]. *Materialy mezhdunarodnoj konferencii «Integrirovannoe upravlenie transgranichnym basejnom Dnestra: platforma dlja sotrudnichestva i sovremennye vyzovy*. *Tiraspol', 26–27 oktjabrja 2017 goda*. *[Materials of the international conference "Integrated management of the Dniester transboundary basin: a platform for cooperation and modern challenges. Tiraspol, October 26–27, 2017].* pp. 183–186. [in Russian]
9. Kasapova L.V. et al. (2017). Gidrokhimicheskie osobennosti dvukh kantrastnykh (Dubossarskogo i Kuchurganskogo vodokhranilishch. [Hydrochemical features of two contrasting (Dubossary and Kuchurgan) reservoirs]. *Materialy mezhdunarodnoy konferentsii «Integrirovannoe upravlenie transgranichnym baseynom Dnestra: platforma dlya sotrudnichestva i sovremennye vyzovy. Tiraspol', 26–27 oktyabrya 2017 goda [Materials of the international conference "Integrated management of the Dniester transboundary basin: a platform for cooperation and modern challenges. Tiraspol, October 26–27, 2017]*, pp. 164–166. [in Russian]
10. Kostyakov, A.N. (1960). *Osnovy melioratsii [Basics of land reclamation]*. Moscow: State of Agricultural Literature. [in Russian]
11. Zanosova, V.I. & Molchanova, T.Ya. (2017). Otsenka kachestva podzemnykh vod i stepeni ikh prigodnosti dlya orosheniya [Assessment of groundwater quality and degree of their suitability for irrigation]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Altai State Agrarian University]*, № 6 (152), pp. 49–53. [in Russian]
12. Bezdnina, S.Y. (2013). *Nauchnye osnovy otsenki kachestva vody dlya orosheniya [Scientific basis for assessing the quality of irrigation water]*. Ryazan: The P.A.Kostychev RSATU Publ. [in Russian]
13. Slyusarev, V.N., Terpelets, V.I. & Shvets, T.V. (2014). *Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu prakticheskikh zanyatiy po distsiplinye «Meliorativnoye pochvovedeniye» [Guidelines for conducting practical classes on the subject "Land-reclamation soil science"]*. Krasnodar: KubSAU. [in Russian]
14. Zaydelman, F.R. (2003). *Melioratsiya pochv [Soil Reclamation]*. 3rd ed. corrected and add. Moscow: Publishing House of the M.V. Lomonosov Moscow State University. [in Russian]
15. Alekin, O.A. (1970). *Osnovy gidrokhimii [Basics of hydrochemistry]*. Leningrad: Gidrometeoizdat. [in Russian]
16. Atdaev, S. & Akmamedov, B. (2012). Kachestvo vody glavnogo kollektora turkmenskogo ozera «Altyn Asyr» [Water quality of the main collector of the Turkmen lake "Altyn Asyr"]. *International scientific and practical journal*, 3-4, pp. 18–19. [in Russian]
17. Maksimov, V.M. (ed). (1979). *Spravochnoe rukovodstvo gidrogeologa [Reference guide hydrogeologist]*. 3rd ed. reclaiming and add. Vol. 1. Leningrad: Nedra. [in Russian]

Караулов В.Д., Юрасов С.М. Аналіз мінливості іригаційних властивостей вод Кучурганського і Барабойського водосховищ

Мета досліджень полягає: в оцінці за різними методиками іригаційних властивостей вод Кучурганського і Барабойського водосховищ та їх мінливості протягом теплого періоду року за даними гідрохімічних спостережень Одеського обласного управління водних ресурсів 2010–2020 рр.; в порівнянні можливості іригаційного засолення та осолонцювання ґрунтів при використанні вод розглядуваних водних об'єктів для поливу; в практичному опрацюванні запропонованого удосконалення методики ДСТУ 2730:2015 на основі детальної типізації іригаційних вод.

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

Результати. Джерелами підживлення водосховищ на півдні Одеської області як правило є Дунай і Дністер, води яких відповідають іригаційним кондиціям. Однак, змішання дунайських або дністровських вод з водами природних джерел живлення водоймищ призводять зазвичай до зміни властивостей водних мас не на краще. Прикладом може служити водосховище Сасик, води якого після змішування з водами Дунаю придатні для зрошення лише легких, добре проникних та дренованих ґрунтів. Тоді як дунайські води підходять для поливу усіх типів ґрунтів.

У статті розглядаються різни відомі методики іригаційної оцінки вод. Запропоновано детальна типізація іригаційних вод і на її основі удосконалення методики ДСТУ 2730:2015. Виконано оцінка якості вод Кучурганського і Барабойського водосховищ за розглянутими методиками. Отримано, що іригаційні властивості вод цих водосховищ суттєво відрізняються. Кучурганське водосховище: мінералізація вод протягом 90 % теплого періоду (ТП) знаходиться в діапазоні 1–3 г/дм^3; за класифікацією Костякова А. М. це води з «підвищеною небезпечністю» засолення (категорія 3); сума токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів змінюється в діапазоні 5,4–43 мг-екв/дм^3; води підтипу IIб (84 % ТП); води придатні для поливу легких, добре проникних і дренованих ґрунтів; вміст магнію сприяє осолонцюванню протягом 70–75 % ТП. Барабойське водосховище: мінералізація вод не перевищує 1 г/дм^3; за Костяковим А. М. при поливі потрібен «обережний підхід» (2 категорія) протягом 71 % ТП і в 29 % – води «добрі» (1 категорія); сума токсичних солей в еквівалентах хлорид-іонів змінюється в діапазоні 1,0–5,0 мг-екв/дм^3; співвідношення головних іонів відноситься до підтипів IIа (53 %) і IIб (41 %); за Бездніной С. Я. води належать до категорії I з ймовірністю 65 % протягом ТП і до категорії II – 35 %; кількість магнію шкідливо впливає на ґрунт протягом 53 % ТП.

Висновки. Води Кучурганського і Барабойського водосховищ придатні для зрощення, але потребують обережного підходу у зв'язку з можливістю магнієвого осолонцювання. Води Барабойського водосховища мають кращі іригаційні властивості, вони придатні для поливу більшості типів ґрунтів, води Кучурганського – тільки для поливу легких, добре проникних та дренованих ґрунтів.

Ключові слова: іригаційна оцінка, якість вод, типізація іригаційних вод, мінливість якості, засолення, осолонцювання.

Karaulov V.D., Yurasov S.M. Analysis of the variability of the irrigation properties of the waters of the Kuchurgansky and Baraboysky reservoirs

The purpose research is: in the evaluation of the irrigation properties of the waters of the Kuchurgansky and Baraboy reservoirs and their variability during the warm period of the year according to the data of hydrochemical observations of the Odesa Regional Department of Water Resources in 2010–2020 using different methods; comparing the possibilities of irrigation salinization and salinization of soils when using the waters of the considered water bodies for irrigation; in the practical processing of the proposed improvement of the methodology of DSTU 2730:2015 based on the detailed typification of irrigation waters.

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

Results. The sources of water reservoirs in the south of the Odesa region are usually the Danube and the Dniester, whose waters correspond to irrigation conditions. However, the mixing of the Danube or Dniester waters with the waters of natural sources of water reservoirs usually leads to a change in the properties of water masses, not for the better. An example can be the Sasyk reservoir, the waters of which, after mixing with the waters of the Danube, are suitable for irrigating only light, well-permeable and drained soils. Whereas the Danube waters are suitable for watering all types of soil.

The article discusses various known methods of irrigation water assessment. A detailed typification of irrigation water and, based on it, improvement of the DSTU 2730:2015 methodology are proposed. An assessment of the water quality of the Kuchurgansky and Baraboy reservoirs was carried out according to the considered methods. It was found that the irrigation properties of the waters of these reservoirs differ significantly. Kuchurgan reservoir: water mineralization during 90 % of the warm period (WP) is in the range of 1–3 g/dm^3; according to A. M. Kostyakov's classification, these are waters with "increased danger" of salinity (category 3); the amount of toxic salts in chloride ion equivalents varies in the range of 5.4–43 mg-eq/dm^3; water of subtype IIb (84 % WP); the waters are suitable for watering light, well-permeable and drained soils; the magnesium content contributes to salinization during 70–75 % of WP. Baraboy reservoir: water mineralization does not exceed 1 g/dm^3; according to Kostyakov A. M., a "careful approach" (category 2) is needed during watering during 71 % of the TP and in 29% – "good" water (category 1); the amount of toxic salts in chloride ion equivalents varies in the range of 1.0–5.0 mg-eq/dm^3; the ratio of the main ions refers to subtypes IIa (53%) and IIb (41 %); according to Bezdnina S. Ya., waters belong to category I with a probability of 65 % during the WP and to category II – 35 %; the amount of magnesium has a harmful effect on the soil during 53 % of the WP.

Conclusions. The waters of the Kuchurgansky and Baraboysky reservoirs are suitable for splicing, but require a careful approach due to the possibility of magnesium salinization. The waters of the Baraboy reservoir have better irrigation properties, they are suitable for watering most types of soil, the water of Kuchurgansky – only for watering light, well-permeable and drained soils.

Key words: irrigation assessment, water quality, irrigation water typification, quality variability, salinization, salinization.

УДК 631.472.54:631.15
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.6

ВПЛИВ СПОСОБУ ВИКОРИСТАННЯ ЧОРНОЗЕМІВ НА ЇХ ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

КОВАЛЬОВ М.М. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-4421-8960
Центральноукраїнський національний технічний університет
ТОПОЛЬНИЙ Ф.П. – доктор біологічних наук, професор
orcid.org/0000-0002-7151-7694
Центральноукраїнський національний технічний університет
ТРИКІНА Н.М.
orcid.org/0000-0002-1805-2904
Центральноукраїнський національний технічний університет

Постановка проблеми. Дослідження про природу органічної речовини проводилися багатьма дослідниками та нараховують понад столітню історію [1, с. 121]. В його основі лежить уявлення про те, що гумус ґрунтів є незамінною умовою існування природних та агроекосистем. Гумусові кислоти визначають ґрунтову родючість. При розкладанні гумусу під впливом мікроорганізмів поживні речовини стають доступними рослин. Органічне речовина ґрунтів, в першу чергу гумінові кислоти, визначають формування агрегатної структури, від якої, залежать майже усі фундаментальні фізичні властивості ґрунтів. Саме ці постулати лягли основою подальшого розвитку ґрунтознавства та екології. [2, с. 180].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На початку XXI століття не зважаючи на величезний розвиток вітчизняного ґрунтознавства з вивчення процесів гумусоутворення та гумусонакопичення ціла низка питань потребує свого вирішення. Одним з найбільш спірних аспектів є баланс гумусу в ґрунтах України, який безпосередньо впливає на урожайність сільськогосподарських культур, тобто вносу-виносу органічної речовини за межі поля [3, с. 116]. Серед основних фізичних показників ґрунту, що регулюють продуктивність агроекосистем, найважливіша роль належить їхньому структурно-агрегатному складу. [4, с. 40].

Мета статті. Метою роботи було виявлення залежності між ґрунтовою структурою та основними характеристиками гумусу найбільш поширених підтипів ґрунтів Кіровоградщини в межах природних та агроекосистем.

Матеріали та методика досліджень. При польових дослідженнях описували ґрунти в межах лісостепової зони та перехідної смуги переходу Лісостепу у Степ в районі Бузько-Дніпровської фізико-географічної області Правобережного північного Степу та південного Лісостепу [5, с. 237]. Розрізи закладали на водороздільних плато. За способом використання угідь розрізи закладені в природних та агроекосистемах [6, с. 41].

Ґрунтові розрізи закладалися на основі принципу єдиної відмінності: усі фактори ґрунтоутворення майже однотипні, окрім антропогенного, що дає можливість встановити якісні та кількісні зміни властивостей досліджуваних ґрунтів в результаті сільськогосподарського використання. Аналітичні дослідження відібраних ґрунтових зразків проводили, згідно загальноприйнятих методик [7, с. 40; 8, с. 8; 9, с. 4].

Результати досліджень. Агрономічна цінність структури залежить від шпаруватості агрегатів, що, в свою чергу, пов'язано з щільністю розміщення мікроагрегатів у макроагрегатах. Значна шпаруватість грудочок разом з вологостійкістю зумовлює позитивні фізичні властивості ґрунтів, є показником структурності і високого ступеня окультурення ґрунту.

Структурні агрегати можуть бути неоднаково щільно розміщеними в об'ємі ґрунту. Від цього залежить шпаруватість ґрунту і його щільність. Співвідношення твердої фази ґрунту і об'єму пор, а також капілярної і некапілярної шпаруватості значною мірою залежить від структури ґрунту та способів та інтенсивності його обробітку [10, с. 60].

Не менш важливою ознакою ґрунту є його структурність, тобто здатність розпадатися на окремі агрегати [11, с. 90]. Структура впливає на ряд важливих в агрономічному відношенні властивостей ґрунту, що позначається в кінцевому підсумку на врожайності сільськогосподарських культур (див. табл. 1).

Таблиця 1

Зміни структури ґрунтів залежно від виду використання території

Вид екосистеми	Види структури по глибинах, см		
	0-20	30-50	60-90
чорнозем типовий			
природна	дрібно-зерн.-груд.	дрібно-зерн.-груд.	груд.-слабо-горіх.
агроекосистема	брилистий	груд.-горіх.	груд.-слабо-горіх.
чорнозем звичайний			
Лісосмуга	зерниста	зерниста	зерн.-груд.
агроекосистем (мех. обр.)	пилув.-груд.	груд.-горіх.	груд.-горіх.
агроекосистем (не мех.)	грудкувато-зерниста	грудк.-зерн.	грудк.-зерн.

Структурність ґрунту, в якому переважають агрегати грудкувато-зернистої структури розміром від 10 до 0,25 мм, має пухке складення ґрунту, меншу щільність та більшу шпаруватість. Безструктурний ґрунт має лише капілярні шпарини, а структурний – поряд з капілярними й крупні пори, як між агрегатами так і всередині їх, які заповнені повітрям (див. табл. 1). Ґрунти природних

екосистем мають чітко виражену грудкувато-зернисту та зернисту структуру, а тому менше випаровують (і втрачають) вологи, на відміну від агроекосистем де застосовується механізований обробіток, які є в переважній більшості безструктурними ґрунтами. Як видно з таблиці ґрунти агроекосистем де застосовується механізований обробіток ґрунту в шарі мають пилувато-грудкувату або брилисту структуру. Це свідчить про те що вони поступово перетворюються на безструктурні ґрунти. Вниз по профілю їх структура різко змінюється і набуває вигляду природних аналогів. Агроекосистеми де не використовується механізація мають грудкувато-зернисту структуру і займають проміжне положення між природними та агроекосистемами. Великий вплив має структура на проникність до нього повітря. В безструктурному ґрунті агроекосистем з механізованим обробітком ґрунту при достатньому вмісті вологи корені рослин та аеробна мікрофлора страждають від нестачі вільного кисню, а за достатнього вмісту повітря - навпаки, від нестачі вологи. Саме тому співвідношення між твердою та рідкою і газоподібною фазами ґрунтів є оптимальними у структурних ґрунтів природних екосистем.

Волога атмосферних опадів повільно вбирається ґрунтами агроекосистем. Весною, під час танення снігу і при сильних зливах (особливо вони є характерними для степової зони) велика кількість води на схилах стікає по поверхні ґрунту, втрачається і викликає ерозію, а на плакорах спостерігаються явища застоювання води та заплив ання верхнього шару ґрунту. В таких умовах формуються ґрунти які мають брилисту структуру. Переважання даної структури значно погіршує, а іноді й унеможливлює процеси волого- та повітрообміну між ґрунтом та рослиною, і як наслідок призводить до їх деградації.

В ґрунтовому покриві природних екосистем немає антагонізму між водою та повітрям. При достатній кількості доступної для рослин вологи в структурному ґрунті міститься і оптимальна кількість повітря.

Водночас ґрунти природних та агроекосистем без механізованого обробітку, більш стійкі до водної та вітрової ерозії. Пухке структурне складення ґрунту сприяє кращому проростанню насіння, поширенню коренів рослин у ґрунті. Пилувато-грудкувата структура ґрунтів агроекосистем після зволоження запливає, при підсиханні ущільнюється, утворює кірку, в якій утруднюється проростання насіння. Діапазон оптимальної вологості ґрунту для його обробітку є більш широким у ґрунті екосистем зони Степу порівняно з пилувато-грудкуватою та брилистою агроекосистем по всім зонам досліджень.

Тому зазначені особливості якраз і обумовлюють більш високу родючість ґрунтів природних екосистем у порівнянні з класичними агроекосистемами. Не менш вагомим аргументом на користь ґрунтів агроекосистем де не застосовувався механізований обробіток є те, що на його обробіток витрачається менше енергетичних затрат [11, с. 95].

У структурних ґрунтах у порівнянні з безструктурними створюються більш сприятливі умови водного, повітряного, теплового та поживного режимів. Найбільш цінною в агрономічному відношенні є зерниста структура або дрібногрудкувата макроструктура, що характеризується як механічно стійка до руйнування. Вона є водо міцною та, водночас пористою за рахунок багаторазового зрощування легших агрегатів. За традиційно сформованим уявленням, агрономічно цінними агрегатами прийнято вважати часточки ґрунту розміром від 0,25 мм до 10 мм [12, с. 1208].

Результати пошарового дослідження структурного стану досліджуваних ґрунтів (див. табл. 2) показали, що структура чорнозему типового та звичайного,значно різниться по кількості агрономічно цінних агрегатів. як в межах природних, так і агроекосистем, характеризується як задовільна [13, с. 14] за вмістом агрономічно цінних агрегатів Аналіз даних структурного стану ґрунтів дозволяє зробити висновок про те, що для природних екосистем чорнозему типового сума агрономічно цінних агрегатів коливається в межах від 71,56 % до 68,34 %, з максимальним вмістом 71,56 % даної фракції у шарі 30–50 см. Вміст мікроагрегатів у першій третині ґрунтового профілю зменшується, поряд з відносним збільшенням вмісту брилистих агрегатів.

Таблиця 2

Структурний стан ґрунтів чорноземного типу Кропивниччини (середнє за 2018–2020 роки)

Глибина відбору зразків, см	Сума брилистих агрегатів > 10 мм, %	Сума агрономічно цінних агрегатів 10–0,25 мм, %	Сума мікроагрегатів, < 0,25 мм, %	Коефіцієнт структурності
Чорнозем типовий (природна екосистема)				
0-20	11,99	70,03	17,98	2,37
30-50	15,23	71,56	13,21	2,52
60-90	17,26	68,34	14,40	2,16
Чорнозем типовий (агроекрсистема)				
0-20	10,56	55,98	33,46	1,27
30-50	14,46	56,78	28,76	1,31
60-90	17,26	59,78	22,96	1,49
Чорнозем звичайний (природна екосистема)				
0-20	16,41	63,34	20,25	1,73
30-50	19,25	65,67	15,08	1,91
60-90	22,78	62,23	14,99	1,65
Чорнозем звичайний (агроекрсистема)				
0-20	15,78	45,34	38,88	0,83
30-50	19,25	46,07	34,68	0,85
60-90	29,39	48,02	22,59	0,92
Чорнозем звичайний (агроекосистема*)				
0-20	11,02	63,64	25,34	1,75
30-50	13,99	65,28	20,73	1,88
60-90	16,87	63,51	19,62	1,74

* Примітка: агроекосистема без механізованого обробітку ґрунту

В агроекосистемах відзначено зниження вмісту агрономічно цінних агрегатів 55,98–59,78 % порівняно з природними екосистемами даного підтипу ґрунтів, помітно

збільшення вмісту даної фракції у нижніх шарах орного шару, максимальне значення зафіксовано для шару 60–90 см – 59,78 %. Необхідно відзначити наявність підвищеного вмісту мікроагрегатів у порівнянні з природною екосистемою, поряд з відносним зниженням вмісту брилистої фракції.

Структурний стан природної екосистеми чорнозему звичайного також дозволяє зробити висновок про високий вміст агрономічно цінних агрегатів. Однак, варто зазначити, що їх вміст трохи нижчий, ніж у ґрунтах чорнозему типового, а саме коливається в межах від 62,23 % до 65,67 %. При профільному розгляді перших тридцяти сантиметрових шарів відзначимо збільшення брилистої фракції від 16,41 % до 22,78 % та суми мікроагрегатів від 14,99 % до 20,25 % порівняно з аналогічними шарами ґрунтового профілю чорнозему типового.

Окремої уваги заслуговує структурний стан чорнозему звичайного агроекосистеми без застосування механізованого обробітку ґрунту, в якому показники ґрунтового профілю наближаються до значень природної екосистеми.

Динаміка вмісту агрономічно цінних агрегатів, мікроагрегатів та брилистої фракції в ґрунтах агроекосистеми подібна до такої у чорноземів типових, найбільший вміст агрономічно цінних агрегатів 48,02 % виявлено в підорному шарі. Також варто відмітити збільшення вмісту мікроагрегатів від 38,88 % до 22,59 %, а також брилистої фракції від 15,78 % до 29,39 % порівняно з природною екосистемою чорнозему звичайного.

Експериментальні дослідження дозволяють помітити, що у ґрунтах, що перебувають під впливом тривалого сільськогосподарського використання, спостерігається зниження коефіцієнта структурності порівняно з цілинними ділянками на 41,13 % – для чорнозему типового; 50,57 % – чорнозему звичайного. Така зміна агрегатної структури ґрунтів пов'язана, перш за все, зі зміною вмісту та складу гумусових речовин у орному шарі.

Важливими ґрунтово-екологічними параметрами при оцінюванні земель за різного типу використання, враховуючи зони досліджень є – щільність твердої фази ґрунту (ЩТФ), рівноважна щільність ґрунту (РЩГ) та загальна шпаруватість (ЗШ).

Визначивши в лабораторних умовах ці параметри та проаналізувавши їх співвідношення ми виявили деяку залежність, а саме, що дані показники коливаються у широкому інтервалі та піддаються значним змінам. Для більш детального аналізу та для спрощення висновків розглянемо окремо зони досліджень і відповідно характерні зміни для кожної окремо взятої ділянки. Результати досліджень фізичних показників наведені в таблиці 3.

При порівнянні РЩГ чорнозему типового природних та агроекосистем, виявили, що найбільш рихлим виявився ґрунт в лісі, де верхній шар 0-10 см мав об'ємну щільність сухої маси 1,16 г/см^3. Цей шар має також доволі непогані показники за такими параметрами як ЩТФ та ЗШ. Останні два параметри для орного шару дорівнюють 2,35 г/см^3 та 51 % відповідно. Орний шар агроекосистеми мав показник щільності 1,25 г/см^3, а підорний 1,38 г/см^3

Показники ЗШ та $Ш_а$ для ґрунтів агроекосистем мали незадовільні значення у відповідності з загальноприйнятою класифікацією Н.А. Качинського [14, с. 82]. Якщо для природних екосистем верхній шар характе-

Таблиця 3

Фізичні показники ґрунтів чорноземного типу природних та агроекосистем (середнє за 2018–2020 роки)

Назва ґрунту	Глибина відбору зразків, см	ЩТФ, г/см ^{3}	РЩГ, г/см^3	ЗШ, %	Ша, %
Природна екосистема					
Чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий	0-20	2,35±0,03	1,16±0,02	55±2	38±2
	30-50	2,42±0,02	1,19±0,02	51±2	40±2
	60-90	2,51±0,03	1,30±0,03	48±2	35±2
Агроекосистема					
Чорнозем типовий малогумусний	0-20	2,45±0,03	1,25±0,05	49±2	36±2
	30-50	2,47±0,03	1,35±0,04	45±2	30±2
важкосуглинковий	60-90	2,51±0,03	1,38±0,05	45±2	29±2
Природна екосистема					
Чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий	0-20	2,07±0,01	0,93±0,02	55±2	38±2
	30-50	2,11±0,02	1,12±0,02	47±2	40±2
	60-90	2,34±0,02	1,29±0,01	45±2	35±2
Агроекосистема					
Чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий	0-20	2,30±0,04	1,28±0,02	48±2	39±2
	30-50	2,37±0,02	1,29±0,03	45±2	31±2
	60-90	2,44±0,02	1,31±0,02	43±2	29±2
Агроекосистема *					
Чорнозем звичайний середньогумусний глибокий карбонатний важкосуглинковий	0-20	2,40±0,01	0,92±0,01	62±2	45±2
	30-50	2,43±0,02	1,08±0,02	56±2	31±2
	60-90	2,49±0,01	1,15±0,02	54±2	31±2

* Примітка: Агроекосистема без механізованого обробітку ґрунту

ризувався відмінними показниками ЗШ та шпаруватості аерації ґрунту – 55 та 38 % відповідно, то ґрунти агроекосистем мали незадовільний показник ЗШ на рівні 43-49 %, при цьому мав цілком пристойні значення показника шпаруватості аерації – 39 % (див. табл. 3).

Виключенням є ґрунти агроекосистеми без застосування механізованого обробітку. В яких верхній шар 0-20 см виявився найбільш рихлим та мав показник рівноважної щільності ґрунту на рівні 0,92 г/см^3. Цей шар має також доволі непогані показники за такими параметрами як ЩТФ та ЗШ. Останні два параметри для орного шару дорівнюють 2,40 г/см^3 та 62 % відповідно. Власне верхній шар ґрунту 0-30 см характеризується поступовим зростанням щільності від 0,92 до 1,15 г/см^3. Ґрунт даної агроекосистеми є яскравим підтвердженням того, що в результаті впливу важкої ґрунтообробної техніки природні процеси ґрунтоутворення зазнають істотних змін у чорноземних ґрунтів агроекосистем [15, с. 54].

Вирощування сільськогосподарських культур помітно змінює характер біологічного кругообігу азоту та умов формування повітряного, водного та теплового режимів. З врожаями щорічно відчужується величезна кількість органічної речовини, а значить й величезна кількість поживних речовин. Внаслідок цих процесів скорочується строк взаємодії кореневих систем рослин з ґрунтом. Значно ускладнює ситуацію те, що орні шари агроекосистем зазнали руйнування структури та переущільнення. Тому продуктивність агроекосистем значно поступається природним аналогам.

Стійкість ґрунтових агрегатів значною мірою залежить від властивостей гумусових речовин, які по різному впливають на стійкість агроекосистеми в цілому. Гумусові речовини ґрунту є молекулою, що складається з полярних груп і неполярного вуглеводневого радикалу [16, с. 67]. Таке уявлення про будову гумусових речовин дозволяє віднести їх до амфолітних поверхнево-активних речовин, що мають дифільну будову. Аналогічно поверхнево-активної речовини гумусові речовини ґрунтів мають поверхневу активність, що зумовлює взаємодію полярних груп молекул гумусової складової з поверхнею мінеральної матриці ґрунту, а гідрофобні - один з одним за рахунок сил гідрофобного зв'язування. Таке формування нових енергетичних зв'язків, що утримують частки один з одним, зумовлює стійкість ґрунтового агрегатного комплексу.

Висновки Ґрунти агроекосистем втрачають природні фізичні властивості в результаті надмірного механічного впливу важкої техніки. Комплексний аналіз фізичних показників верхнього гумусного шару ґрунту чорноземів типового та звичайного виявив те, що при тривалому орному використанні ґрунту агроекосистем спостерігається переважання гідрофільних компонентів у складі гумусових речовин ґрунту над гідрофобними компонентами, що призводить до зниження вмісту гумусу. Зменшення гідрофобності гумусу ґрунту агроекосистем, пов'язане зі зростанням частки гідрофільних фракцій, збільшуючи його міграційну здатність, впливаючи на структуроутворення та тим самим, змінюючи чи не всю сукупність фізичних властивостей ґрунтів, в свою чергу призводить до зниження родючості ґрунтів агроекосистем. Для поліпшення ситуації, необхідно вдосконалити технології агровиробнитва з метою зменшення механічного впливу на ґрунти агроекосистем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гаськевич В. Г., Паньків З., Папіш І., Ямелинець Т. Ґрунти // Львівська область: природні умови і ресурси: монографія / [за заг. ред. М. М. Назарука]. Львів: Вид-во Старого Лева, 2018. С. 117–156.
2. Бреус Н.М. Черноземы типичные. Почвы Украины и повышение их плодородия. Экология, режимы и процессы, классификация и генетико-производственные аспекты. К.: Урожай, 1988 т. 1, С. 178–192.
3. Медведев В.В, Лындина Т.Е., Лактионова Т.Н. Плотность сложения почв (генетический, экологический и агрономический аспекты). Харьков. 2004. Изд. «13 типография». 244 с.
4. Дацько Л.В., Щербатенко О.С. Баланс гумусу під сільськогосподарськими культурами в ґрунтах України та його динаміка. *Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний збірник. Спеціальний випуск до VII з'їзду УТГА «Ґрунти – основа добробуту держави, турбота кожного»*, книга 3. Харків, 2006 С. 39-41.
5. Ковальов М.М. Продуктивність природних та агроекосистем залежно від вмісту гумусу та азоту чорнозему типового та звичайного Бузько-Дніпровського міжріччя.. *Вісник ХНАУ: Зб. наук. пр*. Харк. націон. аграр. Ун-т. 2012. № 3. С. 234–239
6. Надточій П.П., Вольвач Ф.В., Гермашенко В.Г. Екологія ґрунту та його забруднення. Київ : Аграрна наука, 1997. 286 с.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 415 с.
8. Органічна речовина ґрунту: ДСТУ 4289 (ДСТУ 4289-2004). –[Чинний від 2004-04-30]. Київ : Держспоживстандарт України, 2005.14 с
9. Визначення щільності складення на суху масу: ДСТУ ISO 11272-2001.
10. Ковальов М.М., Семітківська Т.О. Агроекологічні критерії родючості чорноземів. Вісник ЛНАУ: Зб. наук. пр. Львів. націон. аграр. ун-т. 2017. С. 57-65.
11. Anthropogenic evolution of morphological features of chernozems Mykola Kovalov, Vita Reznichenko / New stages of development of modern science in Ukraine and EU countries: monograph / edited by authors. 7th ed. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2019. pp 86-107.
12. Данилова В.І. Зміна структурного стану ґрунтів при ущільненні та розущільнені. *Ґрунтознавство.* 1996. № 10. С. 1203-1212.
13. Мєдведєв В.В. Физическая деградация черноземов. Диагностика. Причины. Следствия. Предупреждение. Харьков: «Городская типография», 2013, 34 с.
14. Медведев В. В. Мониторинг почв Украины. Х., 2002. 428 с.
15. Гамкало З. Г. Активна фаза органічної речовини ґрунту : генеза, роль, діагностика. Агрохімія і ґрунтознавство. 2003. № 64. С. 53–58.
16. Попірний М. А. Зміна якісних і спектроскопічних характеристик органічної речовини чорнозему типового за різних систем обробітку ґрунту. Вісник аграрної науки. 2016. Вип. 7. С. 65-68.

REFERENCES:

1. Nazaruk, M. M. (Eds.). (2018). *Grunty. Lvivska oblast: pryrodni umovy i resursy: monohrafiia [Soils. Lviv region: natural conditions and resources: monograph].* Lviv: Vyd-vo Staroho Leva [in Ukrainian].
2. Breus, N.M. (1988). Chernozemy tipichnye. Pochvy Ukrainy i povyshenie ih plodorodija [Chernozems are typical. Soils of Ukraine and increasing their fertility]. *Jekologija, rezhimy i processy, klassifikacija i genetiko-proizvodstvennye aspekty – Ecology, regimes and processes, classification and genetic and production aspects* (Vols. 1), (pp. 178-192). Kyiv: Harvest [in Ukrainian].
3. Medvedev, V.V., & Lyndina, T.E., & Laktionova, T.N. (2004). *Plotnost' slozhenija pochv (geneticheskij, jekologicheskij i agronomicheskij aspekty) [Soil density (genetic, ecological and agronomic aspects)].* Har'kov. «13 tipografija» [in Ukrainian].
4. Datsko, L.V., & Shcherbatenko O.S. (2006). Balans humusu pid silskohospodarskymy kulturamy v gruntakh Ukrainy ta yoho dynamika [The balance of humus under agricultural crops in the soils of Ukraine and its dynamics]. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo. Mizhvidomchyi tematychnyi zbirnyk. Spetsialnyi vypusk do VII zizdu UTHA «Grunty – osnova dobrobutu derzhavy, turbota kozhnoho» – Agrochemistry and soil science. Interdepartmental thematic collection. Special issue for the 7th Congress of UTGA «Lands - the basis of the state's well-being, everyone's concern»*, 3. 39 – 41 [in Ukrainian].
5. Kovalov, M.M. (2012). Produktyvnist pryrodnykh ta ahroekosystem zalezhno vid vmistu humusu ta azotu chornozemu typovoho ta zvychainoho Buzko-Dniprovskoho mizhrichchia [Productivity of natural and agroecosystems depending on the content of humus and nitrogen of typical and ordinary chernozem of the Buzka-Dnieper interfluve]. *Visnyk KhNAU: Zb. nauk. pr. Khark. natsion. ahrar. Un-t – Bulletin of Kharkiv National Agrarian University Collection of scientific papers Kharkiv National Agrarian University*, 3. 234–239 [in Ukrainian].
6. Nadtochii, P.P., & Volvach, F.V., & Hermashenko V.H. (1997). *Ekolohiia gruntu ta yoho zabrudnennia [Ecology of the soil and its pollution].* Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
7. Dospekhov, B. A.(1979). *Metodika polevogo opyta [Field experiment methodology].* Moscow.: Kolos [in Russian].
8. Orhanichna rechovyna gruntu [Soil organic matter]. (2005). *DSTU 4289-2004 from 30th April 2004.* Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
9. Vyznachennia shchilnosti skladennia na sukhu masu [Determination of compaction density per dry mass]. (2003). *DSTU ISO 11272-2001 from 01th July 2003*. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
10. Kovalov, M.M., & Semitkivska, T.O. (2017). Ahroekolohichni kryterii rodiuchosti chornozemiv [Agroecological criteria of chernozem fertility]. *Visnyk LNAU: Zbirnyk naukovykh prats Lvivskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet – LNAU Bulletin: Collection of Scientific Works Lviv National Agrarian University* , 57-65 [in Ukrainian].
11. Kovalov, Mykola., & Reznichenko, Vita. (2019). Anthropogenic evolution of morphological features of chernozems / New stages of development of modern science in Ukraine and EU countries: monograph / edited by authors. 7th ed. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2019. pp 86-107
12. Danylova, V. I. (1996). Zmina strukturnoho stanu gruntiv pry ushchilnenni ta rozushchilneni [Changes in the structural state of soils during compaction and loosening]. *Gruntoznavstvo -Soil science*. 10, 1203-1212 [in Russian].
13. Mєdvedєv, V. V. (2013). *Fizicheskaja degradacija chernozemov. Diagnostika. Prichiny. Sledstvija. Preduprezhdenie [Physical degradation of chernozems. Diagnostics. Causes. Consequences. A warning]*. Har'kov: «Gorodskaja tipografija» [in Ukrainian].
14. Medvedev, V. V. (2002). *Monitoring pochv Ukrainy [Soil monitoring in Ukraine]*. Har'kov: «Gorodskaja tipografija» [in Ukrainian].
15. Hamkalo, Z. H. (2003). Aktyvna faza orhanichnoi rechovyny gruntu : heneza, rol, diahnostyka [Active phase of soil organic matter: genesis, role, diagnosis]. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo – Agrochemistry and soil science*. 64. S. 53–58 [in Ukrainian].
16. Popirnyi, M. A. (2016). Zmina yakisnykh i spektroskopichnykh kharakterystyk orhanichnoi rechovyny chornozemu typovoho za riznykh system obrobitku gruntu [Changes in qualitative and spectroscopic characteristics of organic matter of typical chernozem under different tillage systems]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Herald of Agrarian Science.* 7. 65-68 [in Ukrainian].

Ковальов М.М., Топольний Ф.П., Трикіна Н.М. Вплив способу використання чорноземів на їх фізичні властивості

Суттєве загострення екологічної ситуації та формування в межах Бузько-Дніпровського міжріччя передкризового, кризового, а нерідко і катастрофічного стану земельних ресурсів потребує детального вивчення процесів, які пов'язані з сільськогосподарською діяльністю. Лише так можна розробити методологічну основу покращення стану ґрунтів агроекосистем та оцінити втрати сільськогосподарського виробництва від нераціонального використання застарілих технологій машинобудування. **Метою** роботи було виявлення залежності між ґрунтовою структурою та основними характеристиками гумусу найбільш поширених підтипів ґрунтів Кіровоградщини в межах природних та агроекосистем. **Методи.** В процесі виконання роботи використовувались загальнонаукові та спеціальні методи досліджень: порівняльно-географічний, порівняльно-профільно-генетичний (відбір ґрунтових зразків пошарово); порівняльно-аналітичний (фізико-хімічні та агрохімічні дослідження, порівняльно-розрахунковий і статистичний (математична і статистична обробка експериментальних даних). **Результати.** Механічне регулярне перемішування (оранка, розпушення та ін.) створює гарні умови для розвитку аеробної мікрофлори та сприяє прискоренню процесів мінералізації органічних залишків і власне процесів окислення. Порівняльний аналіз морфологічної будови чорноземів типових та звичайних Бузько-Дніпровської області Правобережного південного Лісостепу та північного Степу показав, що розорювання обумовило зникнення горизонтів лісової підстилки і дернини, а регулярні педотрубації, виниклі внаслідок розпушення, призвели до координальних змін морфології поверхневих горизонтів, а саме виділення у гумусному горизонті орного шару, розвитку ерозійних процесів, що позначилося

в першу чергу на зміні забарвлення, утворення нетривкої пилувато-грудкуватої та брилистої структури, збільшенні рівноважної щільності як гумусного, так в деяких випадках гумусно-перехідного горизонтах. Інтенсифікація процесів механізації призвела до погіршення водно-повітряного режиму ґрунтів агроекосистем, що позначилось в значній мірі на морфологічній будові профілю. Агроекосистеми в яких не застосовується механізований обробіток мають комкувато-зернисту пухку структуру орного шару, що є не типовим для інших антропогенно-змінених ґрунтів. Антропогенно-трансформовані ґрунти з веденням науково-обґрунтованого господарювання зазнають негативних перетворень менше ніж ґрунти агроекосистем де використовуються лише споживацькі підходи. **Висновки.** Узагальнюючи результати змін морфологічних властивостей чорноземів типових та звичайних Бузько-Дніпровського міжріччя можна заключити, що верхні горизонти антропогенно-трансформованих ґрунтів відрізняються від своїх природних аналогів низкою показників, ступінь погіршення яких залежить від величини антропогенного тиску.

Ключові слова: чорноземи типові та звичайні, трансформація, щільність ґрунту, загальна шпаруватість, гумус.

Kovalov M.M., Topolnyi F.P., Trykina N.M. The influence of the method of using chernozems on their physical properties

The significant aggravation of the ecological situation and the formation of the pre-crisis, crisis, and often catastrophic state of land resources within the Buzka-Dnieper watershed requires a detailed study of the processes associated with agricultural activity. This is the only way to develop a methodological basis for improving the condition of the soils of agro-ecosystems and to assess the losses of agricultural production from the irrational use of outdated engineering technologies. **The objective.** The aim of the work was to identify the dependence between the soil structure and the main humus characteristics of the most common soil subtypes of the Kirovohrad region within natural and agroecosystems. **Methods.** In the process of performing the work, general scientific and special research methods were used: comparative-geographical, comparative-profile-genetic (selection of soil samples layer by layer); comparative-analytical (physical-chemical and agrochemical studies, comparative-calculation and statistical (mathematical and statistical processing of experimental data). **Results.** Regular mechanical mixing (ploughing, loosening, etc.) creates good conditions for the development of aerobic microflora and helps to accelerate the mineralization of organic residues and actually oxidation processes. A comparative analysis of the morphological structure of typical and ordinary chernozems of the Right Bank Southern Forest Steppe and Northern Steppe of the Buzka-Dnieper Region showed that plowing led to the disappearance of forest litter and turf horizons, and regular pedotubation, which arose as a result of loosening, led to coordinate changes in the morphology of the surface horizons, namely the allocation of the humus horizon of the arable layer, the development of erosion processes, which primarily affected the change in color, the formation of a non-permanent dusty-lumpy and briny structure, the increase in the equilibrium density of both humus and, in some cases, humus-transitional horizons.

The intensification of mechanization processes led to the deterioration of the water-air regime of the soils of agroecosystems, which significantly affected the morphological structure of the profile. Agroecosystems in which mechanized cultivation is not used have a lumpy-granular loose structure of the arable layer, which is not typical for other anthropogenically altered soils. Anthropogenically transformed soils with science-based management undergo negative transformations less than soils of agroecosystems where only consumer approaches are used. **Conclusions.** Summarizing the results of changes in the morphological properties of typical and ordinary chernozems of the Buzka-Dnieper interfluve, we can conclude that the upper horizons of anthropogenically transformed soils differ from their natural counterparts by a number of indicators, the degree of deterioration of which depends on the amount of anthropogenic pressure.

Key words: typical and ordinary chernozems, transformation, dry bulk density, porosity of ground, humus.

УДК 633.854.54; 676.034.24
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.7

ПРОДУКТИВНІСТЬ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ, НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

КУЧЕР І.П. – аспірант
orcid.org/0000-0001-7094-3467
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Постановка проблеми. Новим трендом є позитивна динаміка виробництва у світі льону олійного, так і в Україну (2021–2022 рр.) повертається позитивна динаміка посіву посівних площ після шаленого спаду з 2017 по 2020 роки викликаного на фоні високої не стабільності валового виробництва [5, 12].

Вирощування олійних культур для господарств у ринкових умовах – економічно вигідна справа. Вони дають високі прибутки і є одним із напрямів грошових надходжень. Культура льону олійного на сьогодні є альтернативою для інших високотехнологічних олійних культур, насамперед, для соняшнику, площі під яким в окремих зонах і господарств виходять за межі оптимального науково обґрунтованого співвідношення культур у сівозмінах [1, 3, 10, 11]. Порівюючи із іншими сільськогосподарськими культурами, льон олійний характеризується невеликим використанням поживних елементів живлення на формування врожаю (N_{38} кг, $P_{13,5}$ кг, K_{20} кг та $S_{7,6}$ кг діючої речовини на формування однієї тони зерна плюс відповідної кількості побічної продукції) [2, 13]. Але через відносно короткий період вегетації для нормального росту і розвитку потребує високого вмісту у ґрунті також і мікроелементів у легкодоступній формі, в тому числі такого як бор. Який має ряд важливих функцій в рослинному організмі, насамперед це – проростання пилкових трубок, що в свою чергу сприяє нормальному проходженню процесів запилення та запліднення квіток, визначаючи кількість плодів і насінин. За його нестачі пилок втрачає життєздатність, процес запилення проходить не повністю (опадання зав'язей і пустозерність) [4]. Бор регулює вуглеводний обмін і підвищує вміст олійності у олійних культурах, запобігає захворюванням, викликаним дефіцитом цього мікроелементу (кореноплоди – серцевинна гниль і дуплистість, льон – бактеріоз, картопля – парша, плодові дерева – суеризація плодів, виноград – горошинність ягід) [2, 10].

Із зміною клімату у сторону зменшення кількості опадів та підвищення середньомісячних показників температури в Україні дискусійним питанням стає вибір густоти посіву (оптимізація площі живлення), а також підбір та впровадження у виробництво нових сучасних сортів льону олійного [13]. Одержання великих показників врожаю насіння льону та вихід високої кількості олії забезпечується наявністю високопродуктивних сортів та високоякісного насіннєвого матеріалу у поєднані із інтенсивною технологією вирощування, що дає змогу реалізувати потенційні можливості перших двох складових.

Тому вивчення продуктивності нових сортів льону олійного із різними агротехнологічними прийомами у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу є актуальним питанням сьогодення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Незважаючи на досить значну кількість досліджень та публікацій з питань розвитку вітчизняного ринку льону олійного представлених у роботах таких авторів Поляков О. І., Рудік О. Л., Махно Ю. О., Сорока А. І., Войтович О. М., Левчук Г. М., Аксьонов І. В., Сафонов Ю. М., Коваленка О. В., Кузнєцова А. А., Побережна О. Л., Чехова В. І. та ін. [2–7], але більшість авторів вивчали технологічні аспекти щодо рослин льону олійного переважно у центральній та східній частині України. Питання інтенсивної технології та перспектив розвитку льонарства в Західному Лісостепу на сьогоднішній день досліджено недостатньо. Льон олійний безпідставно розглядається як нішева культура вирощування. Це зумовлює другорядне до нього ставлення, що не відповідає його економічному потенціалу [1, 3, 5].

Мета статті. Метою наших досліджень **є** вдосконалення технології вирощування льону олійного в умовах Західного Лісостепу, вивчення впливу як погодно-кліматичних умов місцевості, так і елементів технології вирощування (нових сучасних сортів льону олійного, норми висіву, позакореневого підживлення, а саме вплив мікроелементу бор). Досягнення мети дозволяє запропонувати агротехнічні заходи щодо впровадження їх в технологію вирощування для ефективнішого використання економічного потенціалу виробництва льону олійного з урахуванням зональних закономірностей для культури.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводились впродовж 2020–2022 років в умовах ТОВ «Голозубенецьке», яке знаходиться в с. Голозубинці, Дунаєвецького району, Хмельницької області. Закладалось два досліди. Дослід 1 включав: фактор а – сорт (Водограй, Живинка, Світлозір); фактор в – норма висіву насіння (4 та 5 мільйонів схожих насінин на гектар). Дослід 2 включав: фактор а – мікродобриво (Вітамін Бор (17 %) та Borogreen L (11 %)), фактор в – норма внесення (90, 120 та 150 г/га діючої речовини бору). Спостереження, аналізи та обліки виконувались відповідно до загальноприйнятих методик.

Результати досліджень. Для подальшого зростання виробництва насіння і олії потрібно висівати сучасні сорти льону олійного, які мають в собі поєднувати високий потенціал продуктивності, стійкості до хвороб, володіти добрими адаптивними властивостями до несприятливих умов середовища [8, 9]. Останніми роками вчені Інституту олійних культур НААН, створили високопродуктивні сорти льону олійного (Водограй, Ківіка, Дебют,

Айсберг, Живинка, Запорізький богатир, Світлозір) [9], які занесені до Державного реєстру сортів рослин. Цим сортам льону олійного, які створені у вітчизняних селекційних центрах, притаманна висока пластичність, посухостійкість, стійкість до вилягання та осипання. Також вони є придатними для прямого прийому збирання зернозбиральними комбайнами [13]. Нами було обрано для дослідження три сучасних сорти льону, а саме: Водограй, Живинка та Світлозір.

У технології вирощування льону олійного як і для більшості сільськогосподарських культур, важливим елементом технології вирощування є норма висіву насіння [4]. Для нових сортів льону цей агротехнологічний прийом потребує вивчення.

З агротехніки використані наступні прийоми. Влітку після збирання стерньового попередника (озимої пшениці) здійснена дискування на глибину 8–10 см. Восени була проведена оранка оборотнім плугом на 23–25см. Навесні зроблено закриття вологи середніми боронами. Сівбу проведено в перші декаді квітня з глибиною загортання насіння близько 2 см із одночасним внесенням сульфоамофосу в нормі 100 кг / га, відразу проведено прикочування посівної площі котком ККШ–6Г. У другій декаді квітня проводили обприскування грамініцидом Ореол Максі (1 л / га), через 5 діб – проведено обприскування гербіцидом від більшості дводольних бур'янів препаратом Хармоні (20 г / га), у третій декаді травня – внесення розкидним способом добрива аміачна селітра (N_{34}) – 120 кг / га. У фазу бутонізації (перша декада червня) проведено у відповідності до схеми досліду внесення двох різних боровмісних мікродобрива: Вітамін Бор та Borogreen, а також із додаванням у бакову суміш інсектициду Канонір Дуо (0,16 л / га), фунгіциду Флутривіт (0,5 л / га) та органосиліконового сурфактанта АгроПАВ Екстра (0,16 л / га).

Результатами досліджень встановлено, що в середньому за три роки досліджень схожість досліджуваних сортів за норми висіву 4 мільйона знаходилась в межах 3,06–3,62, а за норми висіву 5 млн – 4–4,35 млн (рис. 1).

Таким чином, можемо відмітити, що кожен сорт по-різному відреагував на заплановану густоту посіву, але сорт Живинка найбільш відчутно втратив густоту рослин. За розрахунками зниження відсотку схожості по відношенню до норми висіву насіння випливає наступне: найбільше втрачало схожість насіння сорту Живинка за обох норм висіву насіння, за норми 5 млн шт / га схожість знизилась на 23,5 %, за норми 4 – на 20 %; найменший відсоток втрати схожості був у сорту Водограй за норми висіву 4 млн шт / га – 9 %, за норми 5 млн шт / га – 16,4 %; у сорту Світлозір відсоток втрати схожості за норми 5 млн шт / га найменший із усіх сортів та становив 13 %, а за норми висіву насіння 4 млн / га – 18 %.

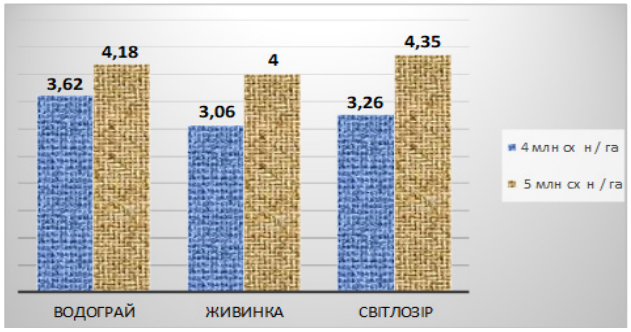


Рис. 1. Схожість льону олійного залежно від норми висіву насіння, млн шт / га (середнє за 2020–2022 рр.)

У розрізі норм висіву спостерігалась тенденція до підвищення схожості за меншої норми висіву насіння у двох досліджуваних сортів (Водограй та Живинка), а сорт Світлозір майже однаково зреагував у відсотковому співвідношенні (13 та 18) на схожість до норм висіву.

Урожайність сортів льону не знаходилась в прямій залежності від збільшення густоти посіву для усіх сортів. Беззаперечно лідерські позиції впродовж всіх трьох років проведення досліджень за норми висіву (5 млн шт / га)

Таблиця 1

Урожайність насіння льону олійного залежно від сорту та норми висіву насіння, т/га (2020–2022 рр.)

Рік досліджень	Сорт (А)					
	Водограй		Живинка		Світлозір	
	норма висіву насіння, млн шт / га (В)					
	4	5	4	5	4	5
2020	2,16	1,91	2,08	2,36	2,06	2,25
2021	2,31	1,95	2,15	1,64	2,2	2,41
2022	1,99	1,96	1,73	2,08	1,77	2,05
$НІР_{05}$	2020: А – 0,06 ; В – 0,08; 2021: А – 0,08 ; В – 0,1; 2022: А – 0,04; В – 0,02					

Таблиця 2

Показники структури урожаю льону олійного (середнє за 2020–2022 рр.)

Показник	Сорт		
	Водограй	Живинка	Світлозір
Кількість коробочок з рослини, шт	12	11,5	10,5
$М_{1000}$ насінин, г	6,5	6	7,7
Вміст жиру в насінні, %	42,8	41,6	44,2
Середня урожайність, т/га	2,03	2,01	2,13
Вихід олії, т/га	0,87	0,84	0,94

сприяла більшій урожайності для сорту Світлозір (у 2020 році 2,25 т / га проти 2,06 т / га; у 2021 році 2,41 т / га проти 2,2 т / га; у 2022 році 2,05 т / га у порівнянні 1,77 т / га) (табл. 1).

Під впливом погодних умов, які характеризувалися зменшенням кількості опадів у 2020 та 2022 роках, сорт Живинка в ці посушливіші роки досліджень кращий результат урожайності сформував за норми висіву 5 млн шт / га (2,36 т/га проти 2,08 т/га; 2,08 т/га проти 1,73 т / га), лише у дощовий 2021 рік, коли дана густота у 5 млн шт / га спричинила негативний вплив на стійкість рослин, ділянка дослідного посіву дещо вилягла, що в свою чергу ускладнило збирання, і як наслідок – зменшилася урожайність через неможливість жаткою комбайна повністю підібрати рослини із таких полеглих ділянок (1,64 т / га порівняно з висівом нормою 4 млн шт / га – 2,15 т / га). А для сорту Водограй навпаки, менша густота висіву (4 млн шт / га) була кращою для формування більшого врожаю насіння відповідно: у 2020 р. – 2,16 т / га проти 1,91 т / га; у 2021 р. –2,31 т / га проти 1,95 т / га; у 2022 р. – 1,99 т / га у порівнянні до 1,96 т / га.

Слід відмітити, що досліджувані сорти відрізнялися за кількістю коробочок на рослині. Так, за роки досліджень у сорту Водограй відмічалося найбільша середня їх кількість – 12 шт, з невеликим відставанням сорт Живинка – 11,5 шт, та середня кількість коробочок у сорту Світлозір – 10,5 шт. За масою тисячі насінин лідерські позиції займав сорт Світлозір, відповідно середній показник становив 7,7 грам, за ним слідував сорт Водограй із середнім показником – 6,5 грам, та у сорту Живинка середня маса тисячі насінин була на рівні 6 грам. (табл. 2).

За вмістом жиру лідируючі позиції займав сорт Світлозір із середнім показником за три роки – 44,2 %, тоді як у сорту Водограй цей показник складав – 42,8 %, та з незначним відставанням – сорт Живинка із вмістом жиру 41,6 %. Однак, необхідно відмітити, що хімічний склад сорту Живинка характеризується зниженим вмістом ліноленової кислоти в олії – 25,9 % та підвищеним вмістом олеїнової – 20,6 % і лінолевої – 43,6 % кислот.

За результатами середньої урожайності за три роки спостережень отримано наступні показники у сортів: Водограй – 2,03 т / га, Живинка – 2,01 т / га, Світлозір – 2,13 т / га.

Отримавши такий біохімічний показник як вміст жиру та середню урожайність, також було визначено і вихід олії із одного гектара. Таким чином, отримали для даних сортів відповідні дані: Водограй – 0,87 т / га, Живинка – 0,84 т / га, Світлозір – 0,94 т / га.

Вивчення впливу норм підживлення боровмісними мікродобривами вивчався на сорті льону олійного Світлозір. Результати досліджень показали найбільший вплив препарату Borogreen L нормою внесення 150 г/га діючої речовини бору, показник становив 2,16 т/га, тобто з перевищенням контролю на 0,28 т/га (рис.2).

Отримавши такий біохімічний показник як вміст жиру та середню урожайність, також було визначено і вихід олії із одного гектара. Таким чином, отримали для даних сортів відповідні дані: Водограй – 0,87 т / га, Живинка – 0,84 т / га, Світлозір – 0,94 т / га.

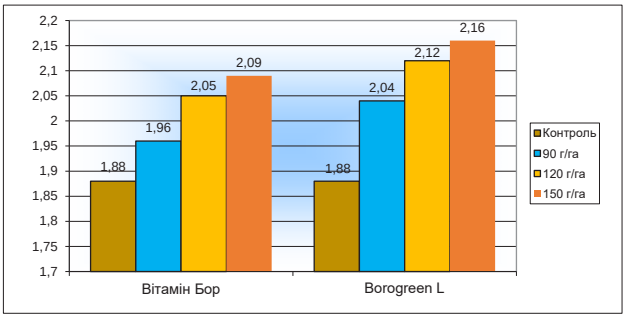


Рис. 2. Урожайність насіння льону олійного залежно від норми застосування мікропрепарату, т/га (2020–2022 рр.)

Висновки. За результатами досліджень встановлено, що в середньому за три роки за норми висіву насіння 4 мільйони схожих насінин на гектар відсоток схожості був вищим у всіх досліджуваних сортів. Максимальною схожістю характеризувався сорт Водограй за норми висіву 4 млн шт / га, схожість складала 92,4 % і мінімальною сорт Живинка – 72,5 % (норма 5 млн шт / га). Досліджувані сорти реагували на норми висіву насіння та погодні умови року, які спричинили деяку строкатість даних. Отже, норма висіву насіння 4 млн шт / га за різних погодних умов була кращою за показником урожайності насіння для сорту Водограй, а для сорту Світлозір – норма висіву 5 млн шт / га. Сорт Живинка за дощових умов потребує меншої норми висіву, а за рівномірного розподілу опадів і теплового режиму – навпаки більшої. Найбільший вплив препарату Borogreen L нормою внесення 150 г/га діючої речовини бору, показник становив 2,16 т/га, тобто з перевищенням контролю на 0,28 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Виноградов Д. В., Кунцевич А. А. Влияние норм высева и удобрений на продуктивность льна масличного. *Вестник КрасГАУ*. 2015. № 6. С. 105–107.
2. Державна служба статистики України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua (дата звернення 08.12.2022).
3. Дідух В. Ф., Тараймович І. В., Онюх Ю. М. Дослідження умов вирощування льону олійного. *Сільськогосподарські машини*. 2016. № 34. С. 104–110.
4. Дмитренко Т. Ф. Особливості росту і розвитку олійних та довгунцевого типів льону в грунтово – кліматичних умовах Поліської зони. Збірник наукових праць Інституту луб'яних культур. 2009. № 5. С. 106–113.
5. Домінська О. Я. Вплив факторів на розвиток льонарства в Україні. *Агросвіт*. 2015. № 7. С. 13–19.
6. Рудік О. Л. Оцінка інноваційного потенціалу Linum humile Mill як джерела волокнистої та целюлозно-паперової сировини в Україні. Сучасний стан та пріоритети розвитку системи обліку, оподаткування й аналізу виробничо-економічної діяльності суб'єктів господарювання агропромислового сектору економіки: колект. моногр. Херсон: Айлант, 2018. С. 356–373.
7. Рудик Р.І., Ковальов В.Б., Приймачук Т.Ю. Перспективи розвитку льонарства на Житомирщині. Житомир. 2015. 25 с.

8. Сай В. А., Дідух В. Ф., Тараймович І. В. Перспективи вирощування льону олійного на Волині. Легка промисловість. 2009. № 3. С. 10–11.
9. Тараймович І.В. Можливості розширення асортименту продуктів харчування за рахунок місцевої олійної сировини. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2015. № 1 (3). С. 167–171.
10. Рекомендації по вирощуванню льону олійного в Запорізькій області / Чехов А. В та ін. Запоріжжя. 2009. 12 с.
11. Чехова І. В., Чехов С. А, Шкурко М. П. Вітчизняний ринок льону. Економіка України. 2017. № 1. С. 52–63.
12. Чурсіна Л. А. Тіхосова Г. А., Горач О. О. Перспективи комплексного використання льону олійного. Праці Таврійського держ. агротехнол. ун-ту. Мелітополь, 2010. Вип. 10. т. 1. С. 30–39.
13. Шеремет Ю.В., Дідора В.Г., Шваб С. Б. Сортові особливості технології вирощування льону олійного в умовах Полісся України. Луб'яні та технічні культури. 2013. № 3. С. 102–106.

REFERENCES:

1. Vinogradov D. V., Kuntsevich A. A. (2015). Vliyanie norm vyiseva i udobreniy na produktivnost lna maslichnogo [influence of seeding rates and fertilization on the productivity of oilseed flax]. Vestnik KrasGAU. pp. 105–107. [in Russian].
2. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine]. URL: http://www.ukrstat.gov.ua (data zvernennia 08.12.2022). [in Ukrainian].
3. Didukh V. F., Taraimovych I. V., Oniukh Yu. M. (2016). Doslidzhennia umov vyroshchuvannia lonu oliinoho [Study of conditions for growing oilseed flax]. Silskohospodarski mashyny. pp. 104–110. [in Ukrainian]
4. Dmytrenko T. F. (2009). Osoblyvosti rostu i rozvytku oliinykh ta dovhuntsevoho typiv lonu v hruntovo – klimatychnykh umovakh Poliskoi zony [Peculiarities of growth and development of oil-bearing and long flax types in the soil and climatic conditions of the Polissya zone.]. Zbirnyk naukovykh prats Instytutu lubianykh kultur. pp. 106–113. [in Ukrainian].
5. Dominska O. Ya. (2015). Vplyv faktoriv na rozvytok lonarstva v Ukraini [influence factors on development of flax in Ukraine]. Ahrosvit. pp. 13–19. [in Ukrainian].
6. Rudik O. L. (2018). Otsinka innovatsiinoho potentsialu Linum humile Mill yak dzherela voloknystoi ta tseliuloznopaperovoi syrovyny v Ukraini. Suchasnyi stan ta priorytety rozvytku systemy obliku, opodatkuvannia y analizu vyrobnycho-ekonomichnoi diialnosti subiektiv hospodariuvannia ahropromyslovoho sektoru ekonomiky: kolekt. Monohr [Evaluation of the innovative potential of Linum humile Mill as a source of fiber and pulp and paper raw materials in Ukraine. The current state and priorities for the development of the system of accounting, taxation and analysis of production and economic activity of economic entities in the agro-industrial sector of the economy: collection. monogr.]. Kherson: Ailant, pp. 356–373. [in Ukrainian].
7. Rudyk R.I., Kovalov V.B., Pryimachuk T.Iu. (2015). Perspektyvy rozvytku lonarstva na Zhytomyrshchyni [Prospects for the development of flax growing in Zhytomyr Oblast]. Zhytomyr. [in Ukrainian].
8. Sai V. A., Didukh V. F., Taraimovych I. V. (2009). Perspektyvy vyroshchuvannia lonu oliinoho na Volyni [Prospects for growing oilseed flax in Volyn]. Lehka promyslovist. pp. 10–11. [in Ukrainian].
9. Taraimovych I.V. (2015) Mozhlyvosti rozshyrennia asortymentu produktiv kharchuvannia za rakhunok mistsevoi oliinoi syrovyny. Suchasni tekhnolohii v mashynobuduvanni ta transporti [Possibilities of expanding the range of food products at the expense of local oil raw materials]. pp. 167–171. [in Ukrainian].
10. Chekhov A. V ta in. (2009). Rekomendatsii po vyroshchuvanniu lonu oliinoho v Zaporizkii oblasti [Recommendations for the cultivation of linseed oil in the Zaporizhzhia region]. Zaporizhzhia.. 12 s. [in Ukrainian].
11. Chekhova I. V., Chekhov S. A, Shkurko M. P. (2017). Vitchyznianyi rynok lonu [Domestic flax market]. Ekonomika Ukrainy. pp. 52–63. [in Ukrainian].
12. Chursina L. A. Tikhosova H. A., Horach O. O. (2010). Perspektyvy kompleksnoho vykorystannia lonu oliinoho [Prospects of complex use of linseed oil]. Pratsi Tavriiskoho derzh. Ahrotekhnol. un-tu. Melitopol, Vyp. 10. t. 1. S. pp. 30–39. [in Ukrainian].
13. Sheremet Yu.V., Didora V.H., Shvab S. B. (2013). Sortovi osoblyvosti tekhnolohii vyroshchuvannia lonu oliinoho v umovakh Polissia Ukrainy [Varietal features of the technology of growing oil flax in the conditions of Polissia of Ukraine]. Lubiani ta tekhnichni kultury. pp. 102–106. [in Ukrainian].

Кучер І.П. Продуктивність льону олійного залежно від сорту, норми висіву насіння та позакореневого підживлення в умовах західного Лісостепу

У статті наведено результати польових та лабораторних досліджень впливу норми висіву насіння, сорту та позакореневого підживлення на формування урожайності насіння і виходу олії льону олійного за вирощування в умовах Західного Лісостепу. Дослідження виконувались на трьох різних за морфолого-біологічними особливостями сортах льону: Водограй, Живинка та Світлозір за сівби з нормами висіву насіння 4 та 5 мільйонів схожих насінин на гектар. Розглянуто питання впливу підживлення боровмісними мікродобривами (Вітамін Бор 17% та Borogreen L 11%) у фазу бутонізації рослин льону (перша декада червня) за трьох норм внесення (90, 120 та 150 г/га діючої речовини),

За результатами досліджень встановлено, що найменшу схожість забезпечив сорт Живинка за обох норм висіву насіння, за норми 5 мільйонів насінин на гектар, схожість знизилась на 23,5 %, за норми 4 млн шт / га – на 20 %, оптимальну схожість забезпечив сорт Водограй (за норми висіву насіння 5 млн шт / га – 16,4 %, за норми 4 млн шт / га – 7,6 %).

Результатами біометричного аналізу доведено, що за норми висіву 5 мільйонів схожих насінин на гектар висота рослин усіх трьох сортів була вищою на 2–8 см., за цим показником найбільшу реакцію на норму висіву виявив сорт Водограй. Максимальні біометричні показники такі як кількість коробочок та насіння з рослини отримано у сорту Водограй за норми висіву насіння 4 млн шт / га, тоді як маса 1000 насінин була максимальною у сорту Світлозір, показник становив 7,0–7,2 грам. Більш ваговитим сформувалось насіння за меншої норми його висіву.

Встановлено, що досліджувані сорти реагували на норми висіву насіння залежно від погодних умов року, які спричинили деяку строкатість даних. Отже, норма висіву насіння 4 млн шт / га за різних погодних умов була кращою

за показником урожайності насіння для сорту Водограй, а для сорту Світлозір – норма висіву 5 млн шт / га. Сорт Живинка за дощових умов у літній період потребує меншої норми висіву, а за рівномірного розподілу опадів і теплового режиму – навпаки більшої. В середньому за роки досліджень оптимальну урожайність забезпечив сорт льону олійного Світлозір за норми висіву насіння 5 млн шт /га, урожайність становила 2,23 т/га

Ключові слова: льон олійний, норма висіву насіння, сорт, мікродобриво, схожість, біометричні показники, урожайність насіння.

Kucher I.P. The productivity of oily flax depends on the variety, the rate of sowing seeds and extra-root nutrition in the conditions of the Western Forest Steppe

The article presents the results of field and laboratory research on the influence of the rate of seed sowing, variety and foliar feeding on the formation of seed yield and oil yield of linseed oil when grown in the conditions of the Western Forest Steppe. The research was carried out on three varieties of flax with different morphological and biological characteristics: Vodohray, Zhyvynka and Svilozir for sowing with seeding rates of 4 and 5 million similar seeds per hectare. The issue of the effect of fertilizing with boron-containing microfertilizers (Vitamin Bor 17% and Borogreen L 11%) in the budding phase of flax plants (the first decade of June) at three application rates (90, 120 and 150 g/ha of active substance) was considered.

According to the research results, it was established that the lowest germination was provided by the Zhyvynka variety at both rates of sowing seeds, at the rate of 5 million seeds per hectare, germination decreased by 23.5%, at the rate of 4 million seeds per hectare – by 20%, the optimal germination was provided by the Vodohray variety (at the rate of seed sowing of 5 million pcs/ha – 16.4%, at the rate of 4 million pcs/ha – 7.6%).

The results of biometric analysis proved that at the sowing rate of 5 million similar seeds per hectare, the height of plants of all three varieties was higher by 2–8 cm. According to this indicator, the Vodohray variety showed the greatest reaction to the sowing rate. The maximum biometric indicators, such as the number of bolls and seeds per plant, were obtained for the Vodohray variety at a seeding rate of 4 million pcs/ha, while the weight of 1000 seeds was maximum for the Svetlozor variety, the indicator was 7.0–7.2 grams. Heavier seeds were formed at a lower sowing rate.

It was established that the researched varieties responded to seed sowing rates depending on the weather conditions of the year, which caused some variation in the data. Consequently, the seeding rate of 4 million pcs/ha under different weather conditions was better in terms of seed yield for the Vodohray variety, and for the Svitlozir variety, the seeding rate was 5 million pcs/ha. Variety Zhyvynka in rainy conditions in the summer requires a lower seeding rate, and with a uniform distribution of precipitation and thermal conditions, on the contrary, a higher one. On average, over the years of research, the Svitlozir oil flax variety provided the optimal yield at the seed sowing rate of 5 million units/ha, the yield was 2.23 t/ha.

Key words: flax oil, seed sowing rate, variety, microfertilizer, similarity, biometric indicators, seed yield.

УДК 633.34: 631.84:631.559
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.8

ВПЛИВ ПРЕПАРАТІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНОКУЛЯЦІЇ ПОСІВНОГО МАТЕРІАЛУ СОЇ

МІЛЕНКО О.Г. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-0529-5824
Полтавський державний аграрний університет
СІДАШ А.А. – здобувач вищої освіти ступеня доктор філософії
orcid.org/0000-0002-0398-2404
Полтавський державний аграрний університет
НЕВКРИТИЙ М.М. – здобувач вищої освіти ступеня магістр
orcid.org/0000-0001-5483-5992
Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології
Полтавського державного аграрного університету
ПЛІШКО О.В. – здобувач вищої освіти ступеня магістр
orcid.org/0000-0002-3030-8917
Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології
Полтавського державного аграрного університету
КОСТЕНКО Р.В. – здобувач вищої освіти ступеня магістр
orcid.org/0000-0003-3548-7958
Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології
Полтавського державного аграрного університету

Постановка проблеми. Соя – культура з відносно повільними темпами накопичення і синтезу сухої речовини та азоту у перших періодах онтогенезу і високою інтенсивністю фізіологічних процесів у фазі плодоутворення [4]. Мінеральний азот для сої відіграє суттєву роль у період росту вегетативно маси. Починаючи з фази цвітіння, джерелом надходження азоту стає азотфіксація. Швидкі темпи азотфіксації на початку репродуктивного періоду підтримуються у процесі посилення активної діяльності одиниці маси бульбочок, а у подальшому – за рахунок підвищення їх маси [12]. У період від початку формування бобів до наливання насіння у рослини сої транспортується 55–60 % від загальної питомої ваги азоту, фіксованого за період вегетації [1].

Незважаючи на підвищену енергоємність процесу симбіотичної азотфіксації, значну потребу генеративних органів у поживних речовинах та конкуренцію їх з бульбочками за продукти фотосинтезу, соя має здатність підтримувати в активному стані функціонування фіксуючої азотсимбіотичної системи у період активного плодоутворення [5]. Критична потреба бобів у азоті є важливим чинником, який встановлює на рівні цілої рослини підвищені темпи азотфіксації у репродуктивний період [13]. За умови раннього утворення бульбочок і ефективному симбіозі рослини сої формують підвищену продуктивність, в основному, за рахунок симбіотичного азоту [11]. Частка мінерального азоту, яка потрібна для забезпечення росту та розвитку рослин до періоду активації процесу азотфіксації, низька і може бути використана із ґрунтових запасів. Однак не виключається роль стартових доз азоту, особливо на бідних ґрунтах, для перестраховки рослин від можливого дефіциту азоту на випадок сповільнення появи бульбочок і затримки їх розвитку у роки з несприятливими умовами [3].

Тому формування бобів і наливання зерна відбувається, головним чином, за рахунок прямого використання симбіотичного азоту, а не шляхом реутилізації раніше поглинутого азоту і зменшення його кількості у вегетативних органах [9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що в умовах центрального Лісостепу на сірих лісових ґрунтах спонтанне зараження активними соєвими расами бульбочкових бактерій ризобіума не відбувається [2]. Тому інокуляція є обов'язковим елементом технології вирощування культури [1]. Інокуляція і застосування зазначених доз мінеральних добрив позитивно впливають не тільки на темпи росту та розвитку рослин, формування симбіотичного і фотосинтетичного апарату, а й на урожайність насіння сої [7].

Потенційна врожайність зерна сої у виробничих умовах залишається нереалізованою [10]. Потенціал симбіозу бобових культур з бульбочковими ризобіями ґрунту часто обмежений невисоким рівнем азотфіксуючої здатності або недостатньою кількістю бактерій в зоні насіння, що проростає [6]. Тому доцільним агрозаходом у технології вирощування сої повинна бути передпосівна обробка насіння біологічними препаратами на основі штамів специфічних ризобій [8].

Мета статті. Мета досліджень полягала у вивченні особливостей росту і розвитку та закономірностей формування врожаю сої за умови застосування бактеріальних препаратів для інокуляції посівного матеріалу, обґрунтування рекомендацій щодо вдосконалення елементів технології вирощування культури в умовах Лісостепу України.

У процесі реалізації поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

– визначити показник енергії проростання та лабораторної схожості насіння сої залежно від використання бактеріальних препаратів;

– зафіксувати тривалість періоду вегетації сої залежно від інокулянтів;

– встановити вплив передпосівної обробки насіння на висоту рослин сої;

– визначити площу асиміляційної поверхні сої залежно від застосування бактеріальних препаратів;

– встановити вплив бактеріальних препаратів на продуктивність рослин сої;

– визначити врожайність зерна сої залежно від інокуляції.

Матеріали та методика досліджень. Наукові дослідження проводили впродовж 2020–2022 років в умовах Центрального Лісостепу України. Повторність досліду – триразова. Розміщення ділянок – рандомізоване [20]. Площа дослідної ділянки 36 м^2, облікової – 25 м^2.

Основним типом ґрунту дослідних ділянок є чорнозем типовий важкосуглинковий. Уміст гумусу в ґрунті на глибині 0–20 см 3,8–4,5 %; азоту, що легко гідролізується (за Тюріним) – 9,7–11,3 мг/100 г ґрунту; P_2O_5 (за Чириковим) – 14,9–19,8 мг/100 г ґрунту; K_2O (за Масловою) – 9,8–11,9/100 г ґрунту. Технологія вирощування по варіантах не відрізнялась, крім передпосівної обробки насіння інокулянтами, які вивчали в процесі досліджень [5].

Всього у досліді вивчали 3 варіанти обробки посівного матеріалу: Контроль; Оптімайз 400 та БіоМаг Соя.

Оптімайз 400 – це інокулянт, який виготовлено на основі штаму Bradyrhizobium japonicum 5х10^9 + Ліпохітоолігосахарид 2х10^{-7}%. БіоМаг Соя – інокулянт виготовленbq на основі бактерій Bradyrhizobium japonicum із штамом LZ 21 та LZ18-ГМ, титр, яких становить 5х10^9 КУО/мл і включає продукти їх метаболізму.

Результати досліджень. Бактеріальні препарати стимулюють інтенсивний розвиток кореневої системи, одночасно активізують всі ростові процеси рослини, починаючи з енергії проростання та схожості насіння й до утворення продуктивної частини.

Аналіз отриманих даних (табл. 1) свідчить, що середня енергія проростання та лабораторна схожість насіння сої в контролі становили 86,3 і 97,5 %, що відповідає вимогам ДСТУ. Передпосівна інокуляція бактеріальними препаратами насіння сої, позитивно вплинула на енергію проростання: відбулося збільшення показника від 1,27 % (за обробки БіоМаг Соя) до 3,8 % (за обробки насіння сої Оптімайз 400).

Таблиця 1

Схожість та енергія проростання насіння сої залежно від застосування інокулянтів, 2020–2022 рр.

Варіант	Енергія проростання		Лабораторна схожість	
	%	відхилення від контролю	%	відхилення від контролю
Контроль	86,3	–	97,5	–
Оптімайз 400	89,6	+ 3,3	99,4	+ 1,9
БіоМаг Соя	87,4	+1,1	99,0	+ 1,5
$НІР_{0,05}$	0,6	–	0,5	–

Аналіз результатів досліду довів, що передпосівна інокуляція бактеріальними препаратами мала суттєвий вплив на енергію проростання та лабораторну схожість за рівнем $НІР_{0,05}$ різниця між варіантами є статистично достовірною.

На варіантах, де застосовували інокуляцію насіння, польова схожість перевищувала контроль на 2,4 % (Оптімайз 400) та на 1,9 % (БіоМаг Соя).

Терміни проходження рослинами основних фенологічних фаз відображають рівень їх адаптації до навколишнього середовища, й тому аналіз фенологічних ритмів є важливим показником дослідження біології сільськогосподарських культур.

Нами було встановлено, що в умовах господарства тривалість періоду вегетації сої змінювалась залежно від впливу погодних умов років досліджень та передпосівної інокуляції насіння.

На контролі, тривалість періоду вегетації сої була найменшою і становила 83 доби (табл. 2).

Інокуляція насіння препаратом Оптімайз 400 сприяла подовженню періоду вегетації на 6 діб, порівняно до контролю.

Таблиця 2

Тривалість міжфазних періодів вегетації сої залежно від інокуляції, діб (2020–2022 рр.)

Варіант	Міжфазні періоди вегетації			Вегетаційний період	+/- до контролю
	повні сходи – бутонізація	бутонізація – цвітіння	цвітіння – повна стиглість		
Контроль	35	8	40	83	–
Оптімайз 400	34	11	44	89	+ 6
БіоМаг Соя	34	8	44	86	+ 3

Інокуляція препаратом БіоМаг Соя вплинула на подовження вегетаційного періоду на 3 доби.

Застосування бактеріальних препаратів вплинуло на збільшення висоти рослин у фазі бутонізації в межах 3 см (табл. 3). Під час фази цвітіння ріст стебла сої був кращим на варіантах із застосуванням інокуляції.

Таблиця 3

Висота рослин сої залежно від передпосівної інокуляції насіння, діб (2020–2022 рр.)

Варіант	Фази росту та розвитку сої		
	бутонізація	цвітіння	дозрівання
Контроль	35,4	45,1	84,2
Оптімайз 400	38,9	49,8	87,1
БіоМаг Соя	38,3	49,1	86,6

Висота рослин була вищою більш як на 4 см. В період дозрівання сої висота рослин на варіанті контроль досягала 84,2 см, на варіанті із використанням препарату Оптімайз 400 вона була на 2,9 см вища, а на варіанті з використанням препарату БіоМаг Соя висота рослин збільшилась на 2,3 см, у порівнянні до контролю. На початку фази стиглості ріст рослини припиняється, а точка росту відмирає.

Важливою умовою формування високих урожаїв бобових культур є підвищення рівня їхньої фотосинтетичної активності, що вимірюється масою синтезованої

органічної речовини одиницею площі асиміляційної поверхні за одну добу. Одне з основних завдань в досягненні цієї мети – формування посівів з розвиненим листковим апаратом, який би зберігав максимальну активність впродовж всього вегетаційного періоду. Розвинений асиміляційний апарат, оптимальний за площею і динамікою функціонування є одним із чинників одержання сталих врожаїв сільськогосподарських культур.

За результатами досліджень встановлено, що найбільшого розвитку асиміляційний апарат рослин сої досяг у фазі цвітіння (табл. 4).

Таблиця 4

Площа листкової поверхні рослин сої залежно від бактеріальних препаратів (фаза цвітіння), тис.м²/га

Варіант	Роки			Середнє
	2020	2021	2022	
Контроль	31,8	44,9	40,4	39,0
Оптімайз 400	44,2	58,4	52,6	51,7
БіоМаг Соя	42,8	56,9	49,7	49,8

Найменшу площу листкової поверхні зафіксовано на контролі, в розмірі 39 тис.м²/га. Сівба сої насінням інокульованим Оптімайз 400 сприяла формуванню асиміляційної поверхні рослин сої на 32,5 % більшою. За рахунок передпосівної обробки насіння БіоМаг Соя листкова поверхня рослин зросла на 27,6 %, у порівнянні з контролем.

Основними елементами, що визначають урожайність бобових культур є: кількість бобів на рослині, маса насіння отримана з однієї рослини та показник маси 1000 насінин.

Таблиця 5

Вплив інокуляції на елементи продуктивності сої, 2020–2022 рр.

Варіант	Кількість бобів, шт./рослину	Маса насіння, г/рослину	Маса 1000 насінин, г
Контроль	25	4,3	171,8
Оптімайз 400	34	5,9	178,1
БіоМаг Соя	29	5,6	176,9

Залежно від передпосівної інокуляції насіння сої БіоМаг Соя та Оптімайз 400 кількість бобів на рослині зросла на 16 та 36 %, маса насіння з однієї рослини на 30 та 37 % відповідно (табл. 5).

За допомогою обробки посівного матеріалу інокулянтом БіоМаг Соя вдалося збільшити масу 1000 насінин до 176,9 г, що на 3 % перевищило контроль. В той час інокуляція Оптімайз 400 збільшила цей показник на 3,7 %, порівняно до контролю.

Таблиця 6

Урожайність сої залежно від інокуляції, т/га

Варіант	Роки			Середнє
	2020	2021	2022	
Контроль	2,18	2,50	2,28	2,32
Оптімайз 400	2,71	3,16	3,05	2,97
БіоМаг Соя	2,42	2,86	2,77	2,68
$НІР_{0,05}$	0,2	0,4	0,2	

Найбільше на рівень урожайності сої впливали погодні умови. Сприятливим для формування урожайності насіння сої був 2021 рік. А в 2020 році ми спостерігали значне зниження цього показника, в зв'язку із засушливими погодними умовами (табл. 6).

Застосування передпосівної інокуляції насіння бактеріальними препаратами істотно впливало на приріст урожаю. Дія азотфіксуючих штамів бактерій Bradyrhizobium japonicum у формі препарату Оптімайз 400 сприяла отриманню врожайності насіння сої 2,97 т/га, що на 0,65 т/га більше, ніж на контролі.

Урожайність на варіанті, де було застосовано інокуляцію азотфіксуючими штамами бактерій у вигляді препарату БіоМаг Соя зросла на 0,36 т/га, в порівнянні до контролю.

Висновки. За результатами досліджень встановлено, що лабораторна схожість насіння за рахунок обробки посівного матеріалу Оптімайз 400 збільшилась на 1,9 %, а БіоМаг Соя – на 1,5 %, у порівнянні до контролю. Енергія проростання насіння покращилась на 3,8 % у варіанті з обробкою Оптімайз 400 та на 1,27 % у варіанті з обробкою БіоМаг Соя.

Тривалість вегетації рослин сої подовжувалась під впливом препарату Оптімайз 400 на 6 діб, а під впливом препарату БіоМаг Соя на 3 доби, у порівнянні до контролю. Також необхідно зазначити, що на цих варіантах було зафіксовано подовження міжфазного періоду цвітіння – повна стиглість, тобто період формування генеративних органів.

Висота рослин до періоду бутонізації у варіантах досліду суттєво не відрізнялась. Починаючи з фази бутонізації, рослини сої були вищим у варіантах досліду, де проводили сівбу культури інокульованим насінням.

Максимальна площа листкової поверхні 51,7 тис.м²/га була сформована на рослинах варіанту Оптімайз 400, рослини варіанту БіоМаг Соя сформували площу асиміляційної поверхні 49,8 тис.м²/га, що на 10,8 тис.м²/га більше, ніж на Контролі.

Формування генеративних органів також залежало від симбіозу рослин сої з бактеріями. За рахунок інокуляції посівного матеріалу збільшилась кількість бобів на рослині від 25 до 34 шт.

Масу насіння з однієї рослини отримали на 1,3 г більшу, за рахунок застосування препарату БіоМаг Соя та на 1,6 г більшу – в результаті обробки Оптімайз 400. Показник маси 1000 насінин по досліду варіював, в межах 171,8–178,1 г, найкрупніше насіння було сформоване на рослинах, посівний матеріал, яких інокулювали Оптімайз 400.

Урожайність сої загалом по досліду найвищу отримали у 2021 році. У середньому за три роки на Контролі було сформовано 2,32 т/га, обробка посівного матеріалу Оптімайз 400 впливала на збільшення показника врожайності до 0,65 т/га, а застосування БіоМаг Сої сприяло збільшенню врожайності на 0,36 т/га.

Тому, в умовах виробництва, під час вирощування сої рекомендуємо перед сівбою проводити інокуляцію насіння препаратом Оптімайз 400, в нормі 1,8 л/т.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Hanhur, V., Marenych, M., Yeremko, L., Yurchenko, S., Hordieieva, O. & Korotkova, I. (2020). The effect of soil tillage on symbiotic activity of soybean crops. Bulg. J. Agric. Sci., 26 (2), 365–374.

2. Вожегова, Р. А. Наукові основи адаптування систем зрошуваного землеробства до кліматичних змін – селекція та сортові технології. Аграрні інновації, 2020. № 1. С. 26–32.
3. Вожегова, Р. А., Боровик, В. О., Рубцов, Д., Біднина, І. Сучасні аспекти вирішення проблеми економії азотних добрив під час вирощування сої в умовах зрошення. Аграрні інновації, 2020. № 1. С. 11–16.
4. Вожегова, Р. А., Лавриненко, Ю. О., Базалій, В. В., Марченко, Т. Ю., Боровик, В. О., Михаленко, І. В., Клубук, В. В. Мінливість ознаки «маса насіння з рослини» у гібридів сої різних груп стиглості. Фактори експериментальної еволюції організмів, 2019. № 24. С. 53–58.
5. Вожегова, Р. А., Найдьонова, В. О., Воронюк, Л. А. Продуктивність сої за різних способів основного обробітку ґрунту та доз внесення добрив при зрошенні. Зрошуване землеробство, 2016. № 65. С. 20–22.
6. Масюченко О. М. Формування продуктивності окремих бобових культур залежно від елементів технології вирощування в умовах північно-східного Лісостепу України. Автореф. дис. на здобуття ступеня к. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». Суми, 2013. 20 с.
7. Міленко О. Г., Антонець М. О., Копань Д. В., Добровольський С. О., Лукіна А. Р. Урожайність скоростиглих сортів сої залежно від норми висіву насіння. Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2021. № 4. С. 103–111. doi: 10.31210/visnyk2021.04.13
8. Поспєлова Г. Д., Коваленко Н. П., Нечипоренко Н. І., Степаненко Р. О., Шерстюк О. Л. Вплив фунгіцидних протруйників на патогенний комплекс і лабораторну схожість насіння сої. Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2021. № 1. С. 72–79.
9. Поспєлова, Г. Д., Коваленко, Н. П., Нечипоренко, Н. І., Шерстюк, О. Л., Морозов, О. М. Вплив передпосівної обробки на посівні якості та фітосанітарний стан насіння нуту. Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2022. № 2, С. 127–134. https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.15
10. Рибальченко, А.М. Прояв гетерозису та ступеня фенотипічного домінування за елементами продуктивності та тривалості періоду вегетації сої F1. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія та біологія, 2022. № 46 (4), 62–67. https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.4.9
11. Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Артеменко Д. Ю. Формування продуктивності сої залежно від строків сівби та регуляторів росту рослин. Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2021. № 4. С. 30–35.
12. Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Скриннік І. О., Артеменко Д. Ю. Ефективність застосування добрив на посівах сої в умовах Північного Степу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2021. № 1. С. 37–42.
13. Шокало Н. С., Бажан Б. О., Озаров А. С. Формування насіннєвої продуктивності гороху залежно від норми висіву. Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2020. № 1. С. 61–66.

REFERENCES:

1. Hanhur, V., Marenych, M., Yeremko, L., Yurchenko, S., Hordieieva, O. & Korotkova, I. (2020). The effect of soil tillage on symbiotic activity of soybean crops. Bulg. J. Agric. Sci., 26 (2), 365–374.
2. Vozhehova R.A. (2020). Naukovi osnovy adaptuvannia system zroshuvanoho zemlerobstva do klimatychnykh zmin – selektsiia ta sortovi tekhnolohii. [Scientific bases of adaptation of irrigated agriculture systems to climatic changes – selection and varietal technologies]. Agrarian innovations, (1), 26–32 [in Ukrainian]. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.4
3. Vozhegova R.A., Borovik V.O., Rubtsov D.K., Bidnyna I.O., & Klubuk V.V. (2020). Suchasni aspekty vyrishennia problemy ekonomii azotnykh dobryv pid chas vyroshchuvannia soi v umovakh zroshennia. [Modern aspects of solving the problem of saving nitrogen fertilizers when growing soybeans under irrigation]. Agrarian innovations, (1), 11–16 [in Ukrainian]. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.2
4. Vozhehova R.A., Lavrynenko Yu.O., Marchenko T.Iu., Borovyk V.O., & Klubuk V.V. (2019). Minlyvist oznaky «masa nasinnia z roslyny» u hibrydiv soi riznykh hrup styhlosti. [Variability of the 'weight of seeds from a plant' trait in the soybeans hybrids of the different groups of ripeness]. Factors of experimental evolution of organisms, (24), 53–58 [in Ukrainian]. DOI: https:// doi.org/10.7124/FEEO.v24.1078
5. Vozhegova, R. A., Naydonova, V. O., & Voronyuk, L. A. (2016). Produktyvnist soi za riznykh sposobiv osnovnoho obrobitku gruntu ta doz vnesennia dobryv pry zroshenni. [Productivity of soy at the different methods of basic treatment of soil and doses of fertilizers on irrigation]. Irrigated Agriculture, 65, 20–22 [in Ukrainian].
6. Masiuchenko O. M. Formuvannia produktyvnosti okremykh bobovykh kultur zalezhno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy. [The formation of the productivity of individual leguminous crops depending on the elements of cultivation technology in the conditions of the North-Eastern Forest Steppe of Ukraine]. Avtoref. dys. na zdobuttia stupenia k. s.–h. nauk: spets. 06.01.09 «Roslynnytstvo». Sumy, 2013. 20 s [in Ukrainian].
7. Milenko, O. H., Antonets, M. O., Kopan, D. V., Dobrovolskyi, S. O., & Lukina, A. R. (2021). Urozhainist skorostyhlykh sortiv soi zalezhno vid normy vysivu nasinnia. [Yield capacity of early-maturing soybean varieties depending on seeding rate]. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 103–111 [in Ukrainian]. doi: 10.31210/visnyk2021.04.13
8. Pospielova, G. D., Kovalenko, N. P., Nechiporenko, N. I., Stepanenko, R. O., & Sherstiuk, O. L. (2021). Vplyv funhitsydnykh protruinykiv na patohennyi kompleks i laboratornu skhozhist nasinnia soi. [Influence of fungicidal disinfectants on pathogenic complex and laboratory germination of soybean seeds]. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 72–79 [in Ukrainian]. doi: 10.31210/visnyk2021.01.08
9. Pospielova, G., Kovalenko, N., Nechiporenko, N., Sherstiuk, O., & Morozov, O. (2022). Vplyv peredposivnoi obrobky na posivni yakosti ta fitosanitarnyi stan nasinnia nutu. [Influence of pre-seed treatment on sowing qualities and phytosanitary condition of nuttle

seeds]. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (2), 127–134 [in Ukrainian]. doi: 10.31210/visnyk2022.02.15
10. Rybalchenko A. M. (2022). Proiav heterozysu ta stupenia fenotypichnoho dominuvannia za elementamy produktyvnosti ta tryvalosti periodu vehetatsii soi F1. [Manifestation of heterosis and degree of phenotypic dominance by elements of productivity and duration of period vegetation in F1 soybean]. Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: Agronomy and Biology, 46 (4), 62–67 [in Ukrainian]. https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.4.9
11. Shepilova, T. P., Petrenko, D. I., Leshchenko, S. M., & Artemenko, D. Yu. (2021). Formuvannia produktyvnosti soi zalezhno vid strokiv sivby ta rehuliatoriv rostu Roslyn. [Formation of soybean productivity depending on sowing time and plant growth regulators]. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 30–35 [in Ukrainian]. doi: 10.31210/visnyk2021.04.03
12. Shepilova, T. P., Petrenko, D. I., Leshchenko, S. M., Skrynnik, I. O., & Artemenko, D. Yu. (2021). Efektyvnist zastosuvannia dobryv na posivakh soi v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy. [Effectiveness of fertilizer application on soybean areas in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine]. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (1), 37–42 [in Ukrainian]. doi: 10.31210/visnyk2021.01.04
13. Shokalo, N. S., Bazhan, B. O., & Ozarov, A. S. (2020). Formuvannia nasinnievoi produktyvnosti horokhu zalezhno vid normy vysivu. [Formation of pea seed productivity depending on sowing rate]. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, 1, 61–66 [in Ukrainian]. doi: 10.31210/visnyk2020.01.06.

Міленко О.Г., Сідаш А.А., Невкритий М.М., Плішко О.В., Костенко Р.В. Вплив препаратів на ефективність інокуляції посівного матеріалу сої

Мета**.** Встановлення особливостей росту і розвитку та закономірностей формування врожаю сої за умови застосування бактеріальних препаратів для інокуляції посівного матеріалу, обґрунтування рекомендацій щодо вдосконалення елементів технології вирощування культури в умовах Лісостепу України.

Методи. Наукові дослідження проводили впродовж 2020–2022 років лабораторним та польовим методом. Повторність досліду – триразова. Розміщення ділянок – рандомізоване. Площа дослідної ділянки 36 м², облікової – 25 м².

Результати. За результатами досліджень встановлено, що лабораторна схожість насіння за рахунок обробки посівного матеріалу Оптімайз 400 збільшилась на 1,9 %, а БіоМаг Соя – на 1,5 %, у порівнянні до контролю. Енергія проростання насіння покращилась на 3,3 % у варіанті з обробкою Оптімайз 400 та на 1,1 % у варіанті з обробкою БіоМаг Соя. Висота рослин до періоду бутонізації у варіантах досліду суттєво не відрізнялась. Починаючи з фази бутонізації, рослини сої були вищим у варіантах досліду, де проводили сівбу культури інокульованим насінням. Формування генеративних органів також залежало від симбіозу рослин сої з бактеріями. За рахунок інокуляції посівного матеріалу збільшилась кількість бобів на рослині від 25 до 34 шт. Масу насіння з однієї рослини отримали на 1,3 г більшу, за рахунок застосування препарату БіоМаг Соя та на 1,6 г більшу – в результаті обробки Оптімайз 400. Показник маси 1000 насінин по досліду варіював, в межах 171,8–178,1 г, найкрупніше насіння було сформоване на рослинах, посівний матеріал, яких інокулювали Оптімайз 400. Урожайність сої загалом по досліду найвищу отримали у 2021 році. У середньому за три роки на Контролі було сформовано 2,32 т/га, обробка посівного матеріалу Оптімайз 400 впливала на збільшення показника врожайності до 0,65 т/га, а застосування БіоМаг Сої сприяло збільшенню врожайності на 0,36 т/га.

Висновки. Для умов виробництва, під час вирощування сої рекомендуємо перед сівбою проводити інокуляцію насіння препаратом Оптімайз 400, в нормі 1,8 л/т.

Ключові слова: зернобобові культури, технологія вирощування, бактеріальні препарати, азотфіксація.

Milenko O.H., Sidash A.A., Nevkrytyi M.M., Plishko O.V., Kostenko R.V. The influence of drugs on the effectiveness of inoculation of soybean seed

Purpose. Establishing the features of growth and development and regularities of soybean crop formation under the condition of using bacterial preparations for seed inoculation, substantiation of recommendations for improving the elements of crop cultivation technology in the conditions of the forest-steppe of Ukraine.

Methods. Scientific research was conducted during 2020–2022 by laboratory and field methods. The experiment was repeated three times. Placement of plots is randomized. The area of the experimental area is 36 m², the accounting area is 25 m².

Results. According to the research results, it was established that the laboratory germination of seeds due to the treatment of Optimize 400 seed material increased by 1.9%, and BioMag Soya – by 1.5%, compared to the control. Seed germination energy improved by 3.3% in the version treated with Optimize 400 and by 1.1% in the version treated with BioMag Soya. The height of the plants before the period of budding did not differ significantly in the variants of the experiment. Starting from the budding phase, soybean plants were taller in the variants of the experiment, where the culture was sown with inoculated seeds. The formation of generative organs also depended on the symbiosis of soybean plants with bacteria. Due to the inoculation of seed material, the number of beans per plant increased from 25 to 34 pieces. The mass of seeds from one plant was 1.3 g more due to the use of BioMag Soy and 1.6 g more – as a result of Optimize 400 treatment. The weight of 1000 seeds varied according to the experiment, within 171.8–178.1 g, the largest seeds were formed on plants inoculated with Optimize 400. According to the experiment, the yield of soybeans in general was the highest in 2021. On average, 2.32 t/ha were formed in Control over three years, Optimize 400 seed treatment increased the yield to 0.65 t/ha, and the use of BioMag Soy contributed to an increase in yield by 0.36 t/ha.

Conclusions. For production conditions, during the cultivation of soybeans, we recommend inoculating the seeds with Optimize 400, at a rate of 1.8 l/t, before sowing.

Key words: legumes, growing technology, bacterial preparations, nitrogen fixation.

УДК 631.526.3:633.11:631.67
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.9

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА УМОВ ЗВОЛОЖЕННЯ

ПАНФІЛОВА А.В. – доктор сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-0006-4090
Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Зернова галузь є запорукою сталого розвитку АПК. Зростання попиту на зернову продукцію у світі дає змогу Україні з її потужним аграрним комплексом зайняти на світовому ринку зерна передові позиції [1]. Завдяки розвитку аграрного виробництва Україна вийшла на світовий ринок зернових як один з найпотужніших експортерів. Щоб утриматися на досягнутих позиціях, необхідним є стабільне зростання виробництва зерна. Формування врожаю зернових культур пов'язане з комплексом абіотичних факторів, серед яких важливе місце займають природно-кліматичні умови [2].

За останні десятиліття урожайність зернових культур у світовому масштабі значно збільшилась переважно за рахунок селекційно-генетичного поліпшення сортових ресурсів, підвищення потенціалу продуктивності генотипів, адаптованості до різних кліматичних чинників, толерантності до стресових факторів біотичного та абіотичного походження. Це свідчить про важливість селекційно-генетичних розробок, які за результатами досліджень провідних вчених забезпечують основний приріст урожайності та валових зборів зерна в умовах сьогодення [3].

Вирощування пшениці озимої є одним із найвагоміших напрямів аграрного сектору України. За сучасних реалій, коли майже всі сегменти національної економіки перебувають під дією кризових чинників, у господарствах отримують рекордні врожаї цієї культури. Що викликає значну зацікавленість як і у виробників так, і у споживачів [4].

Глобальною проблемою XXI століття, яка постає перед світовою спільнотою, є забезпечення людства продуктами харчування. За даними ФАО ООН, понад 800 млн людей у світі страждають від хронічного недоїдання, а близько 2 млрд не мають збалансованого харчування. Для цього необхідно збільшити виробництво сільськогосподарської продукції на 60% [5]. Але глобальне потепління, що супроводжується дефіцитом атмосферних опадів, зниженням вологості повітря, підвищенням температури, тощо спричиняє уповільнення цього процесу [6]. Протягом останнього часу розробляються різноманітні заходи, які допоможуть мінімізувати вплив зміни клімату на діяльність аграрного виробництва в світі та нашій країні, зокрема за рахунок застосування зрошення і добору адаптованих сортів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За результатами досліджень вітчизняних вчених встановлено, що наслідки зміни клімату відчутні в Україні вже сьогодні і матимуть наслідки в майбутньому. Великий вплив вони мають на продуктивність агросфери нашої держави [7].

Найбільшим викликом для аграріїв зони Степу є дефіцит зволоження, зменшення кількості опадів і збільшення малопродуктивних опадів, тривалі посухи і суховії. За результатами досліджень та проведеного аналізу в Інституті зрошуваного землеробства НААН за 135 років, за період з 1886 по 1965 рік середньорічна кількість опадів за останні 50 років зросла з 335,0 до 446 мм, тобто на 33%. Переважна кількість опадів була непродуктивною і випадала в зимовий період [8].

Одним із радикальних методів боротьби із посухами є зрошення, але в Україні його часто неможливо проводити, коли значні території охоплені посухою, до того ж тривале використання зрошення призводить до деградації ґрунтів, вторинного засолення, втрати кальцію, погіршення структури тощо. Науковцями запропоновано впровадження ефективних та сучасних систем зрошення, використання генетичного потенціалу вітчизняних культур, а також селекція сортів і гібридів за посухостійкістю.

Роль пшениці озимої на зрошенні зростає з розширенням поливних земель і значна частина цих масивів відводиться під цю культуру [9].

Дослідженнями Вожегової Р. А., Гончаренко О. Л. [10] підтверджено підвищення урожайності за рахунок зрошення у сортів Находка 4, Херсонська 99, Херсонська безоста, Одеська 267, Селянка, Ніконія на 90-100% і більше. Визначено, що досліджувані сорти характеризувалися практично однаковою посухостійкістю, оскільки вони однаковою мірою реагували на умови зрошення. Результати дисперсійного аналізу довели вплив зрошення на величину врожайності, питома вага якого становить до 35,8%. Також доведено істотний вплив на врожайність погодних умов – 14,3%, частка впливу сортового складу при цьому становить 4,9%.

Базалій В.В. та ін. [11] встановили, що у першій половині вегетації (сходи–вхід в зиму) волога найбільш інтенсивно використовується з шару ґрунту 0−30 см, у другій половині вегетації (весняне відростання – повна стиглість) рослини пшениці озимої, що вирощуються на фоні вологозарядкового поливу, використовують вологу з більш глибоких шарів ґрунту і знаходяться в межах 0−60 та 0−70 см. За проведення вегетаційних поливів, волога рослинами використовується з менш глибоких шарів ґрунту, оскільки немає потреби в її використанні з більш глибоких шарів. Найвищий приріст урожайності був у варіанті з фоновим вологозарядковим поливом та вегетаційними поливами до фази молочної стиглості зерна на рівні 0,53−1,54 т/га.

Генетичний потенціал продуктивності сучасних сортів пшениці озимої за останні роки значно зріс

понад (10 т/га), однак вплив несприятливих факторів, зокрема і погодних умов в період вегетації рослин, призводить до втрат урожайності зерна [12].

Дослідженнями Корхової М. М. та ін. [13] встановлено, що у зоні Південного Степу України слід висівати сорти пшениці озимої із високою та підвищеною посухостійкістю – Озерна, Сталева, Марія, Центуріон, які незалежно від погодних умов року можуть давати стабільний урожай на рівні 5,87–6,53 т/га.

За даними Базалій Г. Г. та ін. [9] рекомендовано висівати сорти пшениці озимої твердої Андромеда та Кассіопея, які є зимостійкими, посухостійкими та в умовах півдня України здатні забезпечувати урожайність зерна на рівні 7,0 – 7,5 т/га в зрошуваних умовах.

Отже, добір сортів та застосування зрошення є одним із ключових факторів, які допоможуть мінімізувати вплив зміни клімату на діяльність аграрного виробництва в світі та нашій країні, тому дослідження цього питання є актуальним.

Мета статті – дослідити вплив сортового складу та умов зволоження на продуктивність пшениці озимої в умовах Південного Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальні дослідження проводили впродовж 2020–2022 рр. на дослідному полі Миколаївського національного аграрного університету на чорноземі південному малогумусному слабосолонцюватому важкосуглинковому на лесах. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (pH – 6,8 – 7,2). Вміст гумусу в 0 – 30 см шарі становить 3,1 – 3,3 %. У середньому за роки досліджень у грунті містилося 15 – 25 мг/кг ґрунту нітратів (за Грандваль Ляжу), 41 – 46 мг/кг ґрунту рухомого фосфору (за Мачигіним) та 389 – 425 мг/кг ґрунту обмінного калію (на полуменевому фотометрі).

Господарство розташоване в третьому агрокліматичному районі і відноситься до підзони Південного Степу України. Клімат характеризується як помірно–континентальний, теплий, посушливий, з нестійким сніговим покривом. За гідротермічними показниками погодні умови різнилися в роки проведення досліджень, що дало можливість отримати об'єктивні результати.

Схема досліду включала наступні варіанти:

Фактор А – сорт: Овідій, Родзинка одеська, Росинка, Спадщина одеська, Херсонська 99, Антонівка, Версія одеська, Відповідь одеська, Дума одеська, Ліга одеська.

Фактор В – умови зволоження: зрошення, природнє зволоження.

Польові та лабораторні дослідження виконувалися відповідно до сучасних вимог і стандартів дослідної справи в агрономії та землеробстві.

Результати досліджень. Наші дослідження показали, що висота рослин пшениці озимої дуже залежала від умов зволоження. Так, у сорту Овідій у варіанті без зрошення висота рослин становила 86,2 см, тоді як в умовах зрошення – 100,4 см, що на 14,2 см, або на 14,1 % більше (табл. 1).

Більшу висоту рослин пшениці озимої (99,2 см) сформував сорт Росинка, що на 0,7 см більше, ніж у сорту Антонівка, на 3,2 см більше, ніж у сорту Херсонська 99, на 5,7 см більше, ніж у сорту Родзинка одеська, на 5,9 см більше, ніж у сорту Овідій, на 11,3 см – ніж у сорту Ліга одеська, на 21,4 см більше, ніж у сорту Відповідь одеська.

Середня висота рослин пшениці озимої по фактору сорт становила 90,2 см. При цьому, середня висота рослин пшениці озимої в умовах зрошення становила 96,7 см, що на 13,1 см або 13,5 % більше, ніж на варіанті без зрошення.

Формування урожаю залежить від продуктивності однієї рослини. Сортові особливості, попередники, якість обробітку ґрунту, фон живлення, рівень вологозабезпечення – ці фактори впливають на кінцевий результат вирощування пшениці озимої [14].

Кущіння має важливе агрономічне значення для зернових культур, оскільки може частково або повністю компенсувати різницю у кількості рослин після сходів чи перезимівлі. Але не всі пагони утворять колос, адже частина з них відмирає ще до початку цвітіння. Кількість продуктивних пагонів, у першу чергу, визначається генотипом сорту, умовами середовища [12]. Кількість продуктивних стебел рослин пшениці озимої залежала як від сортових особливостей та умов зволоження. Так,

Таблиця 1

Висота рослин пшениці озимої у фазі повної стиглості зерна залежно від сортових особливостей та зрошення, см (середнє за 2021–2022 рр.)

№ п/п	Фактор А (сорти)	Фактор В (зрошення)		Середнє
		без зрошення	в умовах зрошення	
1	Овідій	86,2	100,4	93,3
2	Родзинка одеська	87,2	99,7	93,5
3	Росинка	92,1	106,3	99,2
4	Спадщина одеська	82,7	96,4	89,6
5	Херсонська 99	89,1	102,8	96,0
6	Антонівка	91,0	105,9	98,5
7	Версія одеська	77,9	89,3	83,6
8	Відповідь одеська	72,1	83,5	77,8
9	Дума одеська	76,0	88,7	82,4
10	Ліга одеська	81,5	94,2	87,9
Середнє		83,6	96,7	90,2
$НІР_{05}$ за фактором А (см) – 8,4				
$НІР_{05}$ за фактором В (см) – 10,2				

більшу густоту продуктивного стеблостою (940 шт./м^2) сформовано у сорту Родзинка одеська в умовах зрошення, а найменшу – 698 шт./м^2 у сорту Дума одеська у варіанті без зрошення (табл. 2).

Визначено, що кількість продуктивних стебел рослин пшениці озимої збільшувалася за умов зрошення на 16,0-17,0 % залежно від сорту у порівнянні з природним зволоженням.

В середньому по фактору зрошення більшу кількість стебел на одиниці площі сформував сорт Родзинка одеська – 871,0 шт./м^2, що перевищило кількість продуктивних стебел рослин інших досліджуваних сортів на 14 – 113 шт./м^2 або 1,6 – 13,0 %. При цьому, найменші показники кількості продуктивних стебел, в середньому за роки досліджень, було визначено у сорту Дума одеська.

В середньому по досліджуваних сортах кількість продуктивних стебел на 1 м^2 становила 815,5 шт., в умовах без зрошення – 752,3 шт./м^2, в умовах зрошення – 878,7 шт./м^2.

Маса зерна з 1 колоса пшениці озимої коливалася від 0,56 г/колос у сорту Відповідь одеська у контрольному варіанті (без зрошення) до 0,85 г/колос у сорту Дума одеська (в умовах зрошення). В середньому по фактору зрошення маса зерна з одного колоса коливалася від 0,60 – 0,80 г/колос залежно від сорту (табл. 3).

У середньому по досліджуваних сортах за умов зрошення маса зерна з одного колоса склала 0,74 г/колос, що перевищило показники на варіанті без зрошення на 0,09 г/колос або на 12,2 %.

Середнє значення досліджуваного показника по факторам досліду становив 0,70 г/колос. Визначено, що маса зерна з 1 колоса пшениці озимої вирощеної в умовах зрошення збільшувалася порівняно з контрольним варіантом (без зрошення) на 10,2 % у сорту Овідій; на 11,6 % у сорту Родзинка одеська; на 13,9 % у сорту Росинка; на 11,5 % у сорту Спадщина одеська; на 10,7 % у сорту Херсонська 99; на 12,8% у сорту Антонівка; на 12,3% у сорту Версія одеська; на 12,5% у сорту Відповідь одеська; на 12,9% у сорту Дума одеська та на 9,1% у сорту Ліга одеська.

Урожайність зерна пшениці озимої коливалася в межах від 4,67 т/га у сорту Відповідь одеська у варіанті без зрошення до 7,24 т/га у сорту Ліга одеська за

Таблиця 2

Густота продуктивного стеблостою пшениці озимої у фазу повної стиглості зерна залежно від сортових особливостей та зрошення, шт./м^2 (середнє за 2021–2022 рр.)

№ п/п	Фактор А (сорти)	Фактор В (зрошення)		Середнє
		без зрошення	в умовах зрошення	
1	Овідій	703	824	763,5
2	Родзинка одеська	802	940	871,0
3	Росинка	777	918	847,5
4	Спадщина одеська	739	859	799,0
5	Херсонська 99	748	877	812,5
6	Антонівка	710	818	764,0
7	Версія одеська	769	901	835,0
8	Відповідь одеська	793	921	857,0
9	Дума одеська	698	818	758,0
10	Ліга одеська	784	911	847,5
Середнє		752,3	878,7	815,5
$НІР_{05}$ за фактором А (см) – 18,3				
$НІР_{05}$ за фактором В (см) – 50,2				

Таблиця 3

Маса зерна з 1 колоса пшениці озимої у фазу повної стиглості зерна залежно від сортових особливостей та зрошення, г (середнє за 2021–2022 рр.)

№ п/п	Фактор А (сорти)	Фактор В (зрошення)		Середнє
		без зрошення	в умовах зрошення	
1	Овідій	0,70	0,78	0,74
2	Родзинка одеська	0,61	0,69	0,65
3	Росинка	0,62	0,72	0,67
4	Спадщина одеська	0,69	0,78	0,74
5	Херсонська 99	0,67	0,75	0,71
6	Антонівка	0,68	0,78	0,73
7	Версія одеська	0,57	0,65	0,61
8	Відповідь одеська	0,56	0,64	0,60
9	Дума одеська	0,74	0,85	0,80
10	Ліга одеська	0,70	0,77	0,74
Середнє		0,65	0,74	0,70
$НІР_{05}$ за фактором А (г) – 0,05				
$НІР_{05}$ за фактором В (г) – 0,09				

Таблиця 4

Урожайність зерна сортів пшениці озимої залежно від умов зволоження, т/га (середнє за 2021–2022 рр.)

№ п/п	Фактор А (сорти)	Фактор В (зрошення)		Середнє
		без зрошення	в умовах зрошення	
1	Овідій	5,10	6,67	5,89
2	Родзинка одеська	5,13	6,71	5,92
3	Росинка	5,20	6,86	6,03
4	Спадщина одеська	5,26	6,94	6,10
5	Херсонська 99	5,22	6,78	6,00
6	Антонівка	5,02	6,57	5,80
7	Версія одеська	4,61	6,03	5,32
8	Відповідь одеська	4,67	6,11	5,39
9	Дума одеська	5,33	7,19	6,26
10	Ліга одеська	5,66	7,24	6,45
Середнє		5,12	6,71	5,92
$НІР_{05}$ за фактором А (т/га) – 0,25				
$НІР_{05}$ за фактором В (т/га) – 0,37				

умов зрошення. Сорт Дума одеська за урожайністю (7,19 т/га) відрізнявся не істотно від сорту Ліга одеська – на 0,05 т/га або 0,69% менше (табл. 4).

Середня по досліду урожайність зерна пшениці озимої становила 5,92 т/га.

Отже, більш врожайним виявився сорт Ліга одеська, середня урожайність по фактору зрошення якого становила 6,45 т/га, що на 0,19-1,13 т/га або на 2,9-17,5% більше, ніж у інших досліджуваних сортів.

За результатами дисперсійного аналізу визначено, що $НІР_{05}$ за фактором А становив 0,25 т/га, а за фактором В – 0,37 т/га.

Таким чином, середня урожайність зерна пшениці озимої по досліджуваних сортах в умовах зрошення становила 6,71 т/га, що на 1,59 т/га, або на 23,7% більше, ніж у контрольного варіанту (без зрошення).

Висновки. Застосування зрошення та сівба найбільш адаптованих до умов зміни клімату Південного Степу України сортів пшениці озимої забезпечує найвищі показники продуктивності рослин. Так, сівба сорту Ліга одеська за умов зрошення забезпечила одержання в середньому за роки досліджень урожайності зерна на рівні 7,24 т/га, що перевищило показники інших досліджуваних сортів на 0,7 – 16,7%. Застосування зрошення забезпечило зростання урожайності зерна пшениці озимої на 23,7%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гамаюнова В. В., Панфілова А. В., Аверчев О. В. Продуктивність пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 103. С. 16–22.
2. Грицюк П. М., Бачишина Л. Д. Вплив зміни кліматичних умов на динаміку врожайності зернових в Україні. *Економіка України*. 2016. 6 (655). С. 68-75.
3. Жупина А. Ю., Базалій Г. Г., Усик Л. О., Марченко Т. Ю., Сучкова В. М., Міщенко С. В., Лавриненко Ю. О. Успадкування маси зерна колоса гібридами пшениці озимої різного еколого-генетичного походження в умовах зрошення. *Аграрні інновації*. 2022. 14. С. 152-160. doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.2
4. Карамушка О. М. Підвищення конкурентоспроможності виробників зернових культур в Україні. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. № 2(40). 2016. С. 104–108.
5. Protecting plants, protecting life. Internathional year of plant health. URL: http://www.fao.org/plant-health-2020
6. Марковська О. Є., Гречишкіна Т. А. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування в умовах Південного Степу України. *Агробіологія*. 2020. № 1. С. 96-103. doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-96-103
7. Степаненко С. М., Польовий В. М. Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату: монографія. Одеський державний екологічний університет. Одеса : ТЕС. 2018. 548 с.
8. Вожегова Р. А. Напрями адаптації галузі рослинництва до регіональних змін клімату. Збірник тез II Міжнародної науково-практичної конференції *«Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти»,* 10-12 квітня 2019 року. ДУ НМЦ «Агроосвіта», Київ – Миколаїв – Херсон, 2019. С. 6-8.
9. Базалій Г. Г., Колесникова Н. Д., Клубук В. В. Сорти пшениці озимої м'якої для зони Південного Степу України на межі століть. *Зрошуване землеробство*. 2014. № 62. С. 82-86.
10. Вожегова Р. А., Гончаренко О. Л. Моделювання насіннєвої продуктивності сортів пшениці озимої залежно від норм висіву та умов зволоження. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 1 (71). doi.org/10.31548/dopovidi2018.01.021
11. Базалій В. В., Коковіхін С. В., Писаренко П. В., Грабовський П. В. Вплив умов зволоження та фону мінерального живлення на водоспоживання та врожайність сортів твердої озимої пшениці в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2011. № 77. С. 20–30.
12. Шевченко Л. А., Селінний М. М., Рябуха Г. І., Кудряшова К. М. Вплив передпосівної інокуляції насіння на продуктивність різних сортів пшениці озимої. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія і біологія». 2022. Вип. 1 (47). С. 138-143. doi.org/10.32845/agrobio.2022.1.19
13. Корхова М. М., Нікончук Н. В., Панфілова А. В. Адаптивний потенціал нових сортів пшениці озимої

в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 122. С. 48-55. doi:10.32851/2226-0099.2021.122.7
14. Деревянко І. О., Гончарова Д. Д., Подпрятова Ю. С., Аксенко П. А. Ефективність використання комплексного біологічного препарату МегаВрожай на формування показників врожайності та якості зерна пшениці озимої. *Аграрні інновації*. 2022. 14. С. 23-29. doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.4

REFERENCES:

1. Gamayunova, V. V., Panfilova, A. V., & Averchev, O. V. (2018). Produktyvnist pshenytsi ozymoi zalezhno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Winter wheat productivity depending on the cultivation technology elements in the Southern Steppe of Ukraine]. *Taurida Scientific Herald*, 103, 16–22 [in Ukrainian].
2. Hrytsyuk, P. M., & Bachishina, L. D. (2016). Vplyv zminy klimatychnykh umov na dynamiku vrozhainosti zernovykh v Ukraini [The influence of changes in climatic conditions on the dynamics of grain yield in Ukraine]. *Ukraine economy*, 6 (655), 68-75 [in Ukrainian].
3. Zhupina, A. Yu., Bazaliy, G. G., Usyk, L. O., Marchenko, T. Yu., Suchkova, V. M., Mishchenko, S. V., & Lavrinenko, Yu. O. (2022). Uspadkuvannia masy zerna kolosa hibrydamy pshenytsi ozymoi riznoho ekoloho-henetychnoho pokhodzhennia v umovakh zroshennia [Inheritance of ear grain mass by winter wheat hybrids of different ecological and genetic origin under irrigation conditions]. *Agrarian Innovations,* 14, 152-160. doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.2 [in Ukrainian].
4. Karamushka, O. M. (2016) Pidvyshchennia konkurentospromozhnosti vyrobnykiv zernovykh kultur v Ukraini. [Increasing the competitiveness of producers of grain crops in Ukraine]. *Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*, 2(40), 104–108 [in Ukrainian].
5. Protecting plants, protecting life. Internathional year of plant health. URL: http://www.fao.org/plant-health-2020
6. Markovska, O., & Hrechyshkina, T. (2020). Produktyvnist sortiv pshenytsi ozymoi zalezhno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Winter wheat varieties productivity of on elements of growing technology under the conditions of Southern Step of Ukraine]. *Agrobiology,* 1, 96-103. doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-96-103 [in Ukrainian].
7. Stepanenko, S. M., & Polovyi, V. M. (2018). *Klimatychni ryzyky funktsionuvannya haluzey ekonomiky Ukrayiny v umovakh zminy klimatu [Climatic risks of the functioning of branches of the economy of Ukraine in the conditions of climate change]*. Odesa: TPP, 548 [in Ukrainian].
8. Vozhehova, R. A. (2019). Directions of adaptation of the crop production industry to regional climate changes. Collection of theses of the II International scientific and practical conference "Climate changes and agriculture. Challenges for agricultural science and education", April 10-12, 2019. State University of Agro-Education, Kyiv – Mykolaiv – Kherson, 6-8 [in Ukrainian].
9. Bazalii, H. H., Kolesnikova, N. D., & Klubuk, V. V. (2014). Sorty pshenytsi ozymoi miakoi dlia zony Pivdennoho Stepu Ukrainy na mezhi stolit [Varieties of winter soft wheat for the Southern Steppe zone of Ukraine at the turn of the century]. *Irrigated farming*, 62, 82-86 [in Ukrainian].
10. Vozhegova, R. A., & Goncharenko, O. L. (2018). Modeliuvannia nasinnievoi produktyvnosti sortiv pshenytsi ozymoi zalezhno vid norm vysivu ta umov zvolozhennia [Modeling of seed productivity of winter wheat varieties depending on sowing norms and conditions of humidification]. *Scientific reports of NULES of Ukraine*, 1 (71). doi.org/10.31548/dopovidi2018.01.021 [in Ukrainian].
11. Bazalii, V. V., Kokovikhin, S. V., Pisarenko, P. V., & Grabovskyi, P. V. (2011). Vplyv umov zvolozhennia ta fonu mineralnoho zhyvlennia na vodospozhyvannia ta vrozhainist sortiv tverdoi ozymoi pshenytsi v umovakh Pivdnia Ukrainy [The influence of moisture conditions and the background of mineral nutrition on water consumption and yield of hard winter wheat varieties in the conditions of Southern Ukraine]. *Taurida Scientific Herald*, 77, 20-30 [in Ukrainian].
12. Shevchenko, L. A., Selinnyi, M. M., Ryabukha, G. I., & Kudriashova, K. M. (2022). Vplyv peredposivnoi inokuliatsii nasinnia na produktyvnist riznykh sortiv pshenytsi ozymoi [Influence of pre-sowing inoculation on the productivity of different varieties of winter wheat]. *Bulletin of the Sumy National Agrarian University*, Series "Agronomy and Biology", 1 (47), 138-143. doi.org/10.32845/agrobio.2022.1.19 [in Ukrainian].
13. Korkhova, M. M., Nikonchuk, N. V., & Panfilova, A. V. (2021). Adaptyvnyi potentsial novykh sortiv pshenytsi ozymoi v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Adaptive potential of new winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Taurida Scientific Herald*, 122, 48-55. doi:10.32851/2226-0099.2021.122.7 [in Ukrainian].
14. Derevianko, I. O., Honcharova, D. D., Podpryatova, Yu. S., & Aksenko, P. A. (2022). Efektyvnist vykorystannia kompleksnoho biolohichnoho preparatu MehaVrozhai na formuvannia pokaznykiv vrozhainosti ta yakosti zerna pshenytsi ozymoi [The effectiveness of the use of the complex biological preparation MehaVrozhai on the formation of indicators of the yield and quality of winter wheat grain]. *Agrarian Innovations*, 14, 23-29. doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.4 [in Ukrainian].

Панфілова А.В. Продуктивність пшениці озимої залежно від сортових особливостей та умов зволоження

Мета. Дослідити вплив сортового складу та умов зволоження на продуктивність пшениці озимої в умовах Південного Степу України. **Методи.** Експериментальні дослідження проводили впродовж 2020–2022 рр. на дослідному полі Миколаївського національного аграрного університету. Польові та лабораторні дослідження виконувалися відповідно до сучасних вимог і стандартів дослідної справи в агрономії та землеробстві. **Результати.** Встановлено, що висота рослин пшениці озимої залежала від умов зволоження. Так, у сорту Овідій у варіанті без зрошення висота рослин становила 86,2 см, тоді як в умовах зрошення – 100,4 см, що на 14,2 см, або на 14,1% більше. При цьому, середня висота рослин пшениці озимої (в середньому по досліджуваних сортах) в умовах зрошення становила 96,7 см, що на 13,1 см або 13,5% більше, ніж на варіанті без зрошення. Більшу густоту продуктивного стеблостою (940 шт./м^2) сформовано у сорту Родзинка одеська в умовах зрошення, а найменшу – 698 шт./м^2 у сорту

Дума одеська у варіанті без зрошення. Маса зерна з 1 колоса пшениці озимої коливалася від 0,56 г/колос у сорту Відповідь одеська у контрольному варіанті (без зрошення) до 0,85 г/колос у сорту Дума одеська (в умовах зрошення). Більш врожайним у роки досліджень визначено сорт Ліга одеська, середня урожайність по фактору зрошення якого становила 6,45 т/га. **Висновки.** Застосування зрошення та сівба найбільш адаптованих до умов зміни клімату Південного Степу України сортів пшениці озимої забезпечує найвищі показники продуктивності рослин. Так, сівба сорту Ліга одеська за умов зрошення забезпечила одержання в середньому за роки досліджень урожайності зерна на рівні 7,24 т/га, що перевищило показники інших досліджуваних сортів на 0,7 – 16,7%. Застосування зрошення забезпечило зростання урожайності зерна пшениці озимої на 23,7%.

Ключові слова: пшениця озима, сорт, зрошення, продуктивність.

Panfilova A. Productivity of winter wheat depending on varietal characteristics and moisture conditions

Purpose. Studying the influence of varietal composition and moisture conditions on the productivity of winter wheat in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. **Methods.** Field and laboratorian trials were carried out with accordance to current requirements and standards of scientific research in agronomy and agriculture. **Results.** It was established that the height of winter wheat plants depended on moisture conditions. Thus, in the Ovid variety, in the version without irrigation, the height of the plants was 86.2 cm, while under irrigation – 100.4 cm, which is 14.2 cm or 14.1% more. At the same time, the average height of winter wheat plants (on average for the studied varieties) under irrigation conditions was 96.7 cm, which is 13.1 cm or 13.5% more than in the case without irrigation. The higher density of productive stems (940 pcs./m^2) was formed in the Odeska raisin variety under irrigation conditions, and the lowest – 698 pcs./m^2 in the Duma Odeska variety without irrigation. The weight of grain from 1 ear of winter wheat ranged from 0.56 g/ear in the Odeska Answer variety in the control variant (without irrigation) to 0.85 g/ear in the Duma Odeska variety (under irrigation conditions). In the years of research, the Liga Odeska variety was determined to be more productive, the average yield of which according to the irrigation factor was 6.45 t/ha. **Conclusions**. The use of irrigation and sowing of winter wheat varieties most adapted to the climate change conditions of the Southern Steppe of Ukraine ensures the highest indicators of plant productivity. Thus, the sowing of the Odesa League variety under irrigation conditions provided an average grain yield of 7.24 t/ha over the years of research, which exceeded the indicators of other researched varieties by 0.7 – 16.7%. The use of irrigation ensured a 23.7% increase in the yield of winter wheat grain.

Key words: winter wheat, variety, irrigation, productivity.

УДК 631.41: 631.51.01 (477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.10

ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ДЕСТРУКТОРА ЕКОСТЕРН КЛАСИЧНИЙ ТА СПОСОБУ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ

ПАНФІЛОВА А.В. – доктор сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-0006-4090
Миколаївський національний аграрний університет
БЄЛОВ Я.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-3605-1227
Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Україна має найкращі у світі ґрунти за потенціалом родючості, перш за все це стосується чорноземних ґрунтів. Але внаслідок порушення законів землеробства та недотримання зональних рекомендацій щодо вирощування сільськогосподарських культур вони втрачають основні показники родючості, зокрема зменшується вміст в них макро- та мікроелементів, гумусу, а також погіршується їх структура. Наслідком цього процесу є зниження продуктивності сільськогосподарських культур в зоні Південного Степу та в цілому по Україні [1].

Однією з причин зниження родючості ґрунтів та їх деградації є зменшенням внесення органічних добрив. На жаль сьогодні для забезпечення бездефіцитного балансу ґрунту недостатньо традиційних видів органічних добрив, тому необхідно залучати додаткові резерви органічної сировини, зокрема післяжнивні рештки сільськогосподарських культур.

Відновленню родючості ґрунтів, підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур, одержанню екологічно чистої продукції також сприятиме використання біологічних препаратів, зокрема і для деструктиризації рослинних решток. На сьогоднішній день, ще не зовсім повно вивчено дію біодеструторів стерні на процеси мінералізації післяжнивних решток сільськогосподарських культур, особливо за різних способів основного обробітку ґрунту, тому дослідження в цьому напрямку є актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За даними Sun et al. (2020) важливим аспектом сільськогосподарського виробництва, а також економічного розвитку країн на основі біотехнологій належить управлінню використанням післяжнивних решток [2]. Цілі сталого розвитку економіки щодо біохімічних речовин і палива можуть призвести до збільшення попиту на післяжнивні рештки зернових культур, що може призвести до небажаного впливу на вміст органічних речовин у ґрунті. Солома зернових є поширеним побічним продуктом сільського господарства в Європі. Наразі в ЄС застосовуються загальні обмеження на видалення післяжнивних решток з метою збереження органічної речовини ґрунту [3]. При цьому дослідженнями деяких науковців встановлено, що на вміст органічної речовини ґрунту видалення з полів соломи не впливає [4; 5].

В Україні післяжнивні рештки сільськогосподарських культур щороку видаляються з полів або спалюються. При цьому, такі заходи можуть призвести до екологічної катастрофи та є нераціональними. При спалюванні стерні, соломи і поживних залишків згорає гумус, як наслідок відбувається безповоротна втрата органічного вуглецю і азоту, а також знижується біологічна активність ґрунту.

Рослинні рештки сільськогосподарських культур – найважливіший ресурс відтворення органічної речовини і збереження функціональних властивостей ґрунтів в агроценозах [6]. Вони забезпечують ґрунти органічними речовинами, які трансформуються мікроорганізмами, що живуть у ґрунтах [7; 8; 9]. При розкладенні рослинних решток відбувається зростання кількості та підвищення активності ґрунтової мікрофлори. Мікроорганізми в значній кількості нагромаджують азот, який є одним із основних поживних елементів для рослин. Це говорить про необхідність і перевагу використання рослинних решток як органічного добрива та залучення їх у біологічний кругообіг речовин [10; 11].

Урожайність сільськогосподарських культур, насамперед, залежить від вмісту у ґрунті макро- і мікроелементів, які визначають його родючість [12]. Дослідження Domaratskiy et al. (2022) та Panfilova (2021) показали, що левова частка елементів живлення виноситься з ґрунту урожаєм і без їх компенсації збільшується дефіцит мікро та макроелементів, крім цього, неправильне господарювання призводить до невідворотної деградація ґрунтів. Цьому може перешкодити відшкодування витрат елементів живлення у вигляді мінеральних добрив, сучасних біо- і рістрегулюючих препаратів, а також застосування післяжнивних решток рослин, які органічного добрива [13; 14]. Для пришвидшення їх розкладання і вивільнення у ґрунт елементів живлення широко використовуються біодеструктори стерні. Мікроорганізми, ферменти та біологічно активні речовини, що містяться в цих біопрепаратах, прискорюють перетворення нерозкладеної органічної речовини в доступні для рослин форми поживних елементів, перешкоджають розвитку та поширенню хвороб, покращують мікробіологічні та агрохімічні властивості ґрунтів [15].

Застосування біодеструкторів стерні сприяє покращенню поживного та водного режимів ґрунту, внаслідок цього зростає урожайність сільськогосподарських культур. Так, дослідженнями встановлено, що система удобрення на основі використання соломи та соломи разом із деструктором стерні забезпечили зростання урожайності зерна пшениці озимої на 0,45–0,36 т/га; кукурудзи – на 0,60–0,46 т/га, а ячменю ярого – на 0,32–0,22 т/га порівняно з контрольним варіантом [16].

На сьогоднішній день, ще не зовсім повно вивчено дію біодеструторів на процеси мінералізації післяжнивних решток сільськогосподарських культур, особливо за різних способів основного обробітку ґрунту, тому дослідження цього питання є актуальним.

Мета статті – дослідити поживний режим ґрунту залежно від обробки післяжнивних решткків кукурудзи та соняшнику біодеструктором Екостерн Класичний та способу обробітку ґрунту в умовах Південного Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальні дослідження проводили впродовж 2019–2021 рр. на дослідному полі Миколаївського національного аграрного університету на чорноземі південному малогумусному слабосолонцюватому важкосуглинковому на лесах. Агротехніка вирощування кукурудзи на зерно та соняшнику була загальноприйнятою для зони Південного Степу Украни. Після збирання культур їх післяжнивні рештки обробляли біодеструктором Екостерн Класичний у дозі 2,0 л препарату з витратою робочого розчину 200 л на 1 га.

Схема досліду включала такі фактори та варіанти:

Фактор А – спосіб основного обробітку ґрунту:

1. Безполицевий (чизельний) обробіток;
2. Оранка.

Фактор В – обробка післяжнивних решткків:

1. Вода;
2. Екостерн Класичний.

У досліді використовували біодеструктор стерні Екостерн Класичний – це концентрований засіб, до складу якого входять гриби і бактерії, які пришвидчують розкладання залишків рослин, крім цього біопрепарат містить антагоністи патогенних мікроорганізмів, живі клітини *Bacillus subtilis, Paenibacillus, Azotobacter, Enterobacter, Enterococcus, Agrobacterium* і гриби роду *Trichoderma*, зокрема *T. lignorum* та *T. viride*. КУО становить 3,5 х 10^9 на $см^3$ [15].

Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками. Так, вміст нітратів у ґрунті визначали за ДСТУ 4729:2007, а вміст рухомого фосфору та обмінного калію – за ДСТУ 4115-2002. Ґрунт відбирали після збирання культур (перед обробкою біопрепаратом) та через шість місяців після цього.

Результати досліджень. У світовому землеробстві побічна продукція рослинництва є найдешевшим джерелом поповнення ґрунту органічними речовинами. Після збирання кукурудзи на полі лишається 10–14 т/га кореневих і пожнивних решток. За узагальненими даними наукових установ, з 1 т пожнивних решток кукурудзи в ґрунт повертаються 7,5 кг/га азоту, 3 – фосфору, 16 – калію та багато мікроелементів. Вартість заміни макроелементів через вилучення 1 т рослинних решток становить близько 10 дол. [17]. Для часткового повернення у ґрунт елементів живлення, витрачених рослинами кукурудзи на формування продуктивності, використовують обробку післяжнивних решток біопрепаратами, на основі целюлозоруйнівних бактерій, одним з яких є Екостерн Класичний.

Нашими дослідженнями встановлено, що у середньому за 2019 – 2021 рр. після збирання кукурудзи на зерно у шарі ґрунту 0-30 см містилося 15,3 мг/кг ґрунту нітратів, 44,6 мг/кг ґрунту рухомого фосфору та 308,1 мг/кг ґрунту обмінного калію, а у шарі ґрунту 30 – 50 см відповідно 6,2; 22,4 та 184,5 мг/кг ґрунту (Табл. 1).

Таблиця 1

Вміст NPK у ґрунту перед обробкою післяжнивних решток кукурудзи на зерно біодеструктором (середнє за 2019–2021 рр.), мг/кг ґрунту

Шар ґрунту, см	Вміст		
	NO_3^-	P_2O_5	K_2O
0-30	15,3	44,6	308,1
30-50	6,2	22,4	184,5

У середньому за роки досліджень застосування варіантів обробки післяжнивних решток кукурудзи та способів основного обробітку ґрунту по-різному вплинуло на вміст елементів живлення в ньому (Табл. 2).

Так, за безполицевого (чизельного) обробітку ґрунту та обробки післяжнивних решток кукурудзи водою у шарі ґрунту 0-30 см було визначено 16,4 мг/кг ґрунту нітратів, 47,6 мг/кг ґрунту рухомого фосфору та 328,7 мг/кг ґрунту обмінного калію, що менше за показники варіанту застосування біодеструктору Екостерн Класичний за даного обробітку ґрунту відповідно на 3,8; 1,5 та 18,4 мг/кг ґрунту або 18,8; 3,1 та 5,3%.

Дещо менший вміст елементів живлення було визначено у шарі ґрунту 30 – 50 см. Так, за безполицевого (чизельного) обробітку ґрунту вміст нітратів коливався в межах 8,8 – 12,4 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 25,7 – 27,7 мг/кг ґрунту, а обмінного калію – 217,5 – 233,1 мг/кг ґрунту залежно від варіанту обробки післяжнивних решток кукурудзи. Слід відмітити, що у шарі ґрунту 30 – 50 см також спостерігався позитивний вплив застосування Екостерну Класичного для обробки пісТаблиця 2

Вплив обробки післяжнивних решток кукурудзи на зерно біодеструктором та способу основного обробітку ґрунту на вміст NPK (середнє за 2019–2021 рр.), мг/кг ґрунту

Спосіб основного обробітку ґрунту	Обробка післяжнивних решткків	Вміст					
		NO_3^-		P_2O_5		K_2O	
		шар ґрунту, см					
		0-30	30-50	0-30	30-50	0-30	30-50
Безполицевий (чизельний обробіток)	вода	16,4	8,8	47,6	25,7	328,7	217,5
	Екостерн Класичний	20,2	12,4	49,1	27,7	347,1	233,1
Оранка	вода	18,4	9,6	48,1	26,5	337,8	231,5
	Екостерн Класичний	22,6	14,4	52,1	30,2	359,6	252,1

ляжнивних решток порівняно з обробкою лише водою – вміст нітратного азоту був вищим на 29,0%, рухомого фосфору та обмінного калію – відповідно на 7,2 та 6,7%.

Поживний режим ґрунту багато в чому залежить від способу основного обробітку ґрунту. Оранка порівняно з дискуванням значно посилює мінералізацію органічної речовини і збільшує ефективність використання елементів мінерального живлення, хоча при цьому внаслідок активної нітрифікації, а в подальшому денітрифікації, можуть відбуватись і втрати сполук азоту [18]. Проведені нами дослідження свідчать, що у середньому за 2019-2021 рр. дещо вищими показники вмісту елементів живлення у ґрунті незалежно від шару ґрунту та варіанту обробки післяжнивних решток кукурудзи були визначеними після оранки. Так, в середньому по варіантах застосування обробки післяжнивних решток кукурудзи, вміст нітратів у шарі ґрунті 0 – 30 см був вищим порівняно із варіантом безполицевого (чизельного) обробітку ґрунту на 2,2 мг/кг ґрунту або 10,7%, рухомого фосфору – на 1,8 мг/кг ґрунту або 3,6%, а обмінного калію – на 10,8 мг/кг ґрунту або 3,1%, а у шарі ґрунту 30 – 50 см відповідно на 1,4; 1,7 та 16,5 мг/кг ґрунту або на 11,6; 6,0 та 6,8%.

Провідною олійною культурою як в Україні, так і у світі є соняшник (*Helianthus annuus* L.). Упродовж останніх років Україна посіла провідні позиції на світовому ринку соняшникового насіння, олії та продуктів переробки, ставши постійним і стабільним їх експортером [19]. Встановлено, що соняшник виносить із грунту значно більшу кількість елементів живлення порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами. Разом з тим значна кількість елементів живлення після збирання соняшнику залишається на полі і повертається в грунт для використання наступними рослинами [20].

За даними Ткаліча Ю. [21], серед п'яти поширених в Україні культур найбільше біологічне винесення азоту з ґрунту має кукурудза (106,06 кг/га). Друге місце посідає ріпак (92,29 кг/га), третє – пшениця озима (82,54 кг/га), четверте – соняшник (73,12 кг/га), п'яте – ячмінь ярий (52,4 кг/га). За виносом фосфору соняшник посідає третє місце. Така ж позиція у нього в списку культур за виносом калію.

Нашими дослідженнями встановлено, що після соняшнику у ґрунті залишається менше елементів живлення порівняно з кукурудзою на зерно. Так, у середньому за 2019 – 2021 рр., у шарі ґрунту 0 – 30 см було визначено 4,8 мг/кг ґрунту нітратів, 20,6 мг/кг ґрунту рухомого фосфору та 124,5 мг/кг ґрунту обмінного калію (рис. 1).

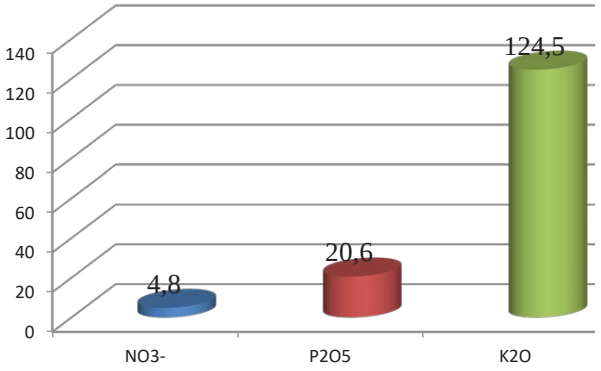


Рис. 1. Вміст елементів живлення у шарі ґрунту 0-30 см перед обробкою післяжнивних решток соняшнику біодеструктором (середнє за 2019–2021 рр.), мг/кг ґрунту

Нашими дослідженнями встановлено, що в середньому за роки досліджень, застосування різних способів основного обробітку ґрунту та варіантів обробки післяжнивних решток соняшнику сприяло збільшенню вмісту NPK у ґрунті після вирощування соняшнику. Так, в середньому по варіантах способів основного обробітку ґрунту та обробки післяжнивних решток, вміст нітратів у шарі ґрунту 0 – 30 см підвищився на 3,8 мг/кг ґрунту або 44,2%, рухомого фосфору – на 8,9 мг/кг ґрунту або 30,2%, а обмінного калію – на 52,2 мг/кг ґрунту або 29,5% (Табл. 3).

У досліді спостерігалася позитивна дія застосування Екостерну Класичного для обробки післяжнивних решток соняшнику на вміст елементів живлення у ґрунті. Так, в середньому за роки досліджень та по варіантах способу основного обробітку ґрунту, вміст нітратів був вищим за даного варіанту досліду порівняно з обробкою решток лише водою на 2,0 мг/кг ґрунту або 20,8%, рухомого фосфору – на 2,7 мг/кг ґрунту або 8,7%, обмінного калію – на 17,1 мг/кг ґрунту або 9,2%.

Слід відмітити, що за варіанту оранки вміст елементів живлення у ґрунті був дещо вищим порівняно із варіантом безполицевого (чизельного) обробітку. Так, в середньому по варіантах обробки післяжнивних решток соняшнику, вміст нітратів у ґрунті був вищим на 1,4 мг/кг ґрунту або 15,1%, рухомого фосфору – на 2,0 мг/кг ґрунту або 6,5%, обмінного калію – на 27,5 мг/кг ґрунту або 13,6%.

Висновки. Застосування біопрепаратів для деструктиризації післяжнивних рештків сільськогосподарських

Таблиця 3

Вміст NPK у шарі ґрунту 0-30 см залежно від способу обробітку ґрунту та застосування біодеструктуору для обробки післяжнивних решток соняшнику (середнє за 2019–2021 рр.), мг/кг ґрунту

Спосіб основного обробітку ґрунту	Обробка післяжнивних решткив	Вміст		
		NO_3^-	P_2O_5	K_2O
Безполицевий (чизельний обробіток)	вода	7,1	27,5	159,8
	Екостерн Класичний	8,7	30,1	179,1
Оранка	вода	8,0	28,9	176,5
	Екостерн Класичний	10,5	31,6	191,4

культур в умовах Південного Степу України є ефективним способом покращення мікробіологічної діяльності ґрунту і, як наслідок, підвищення умісту елементів живлення в ньому. Так, в середньому за роки досліджень та по способах обробітку ґрунту, обробка післяжнивних решток кукурудзи та соняшнику біодеструктором Екостерн Класичний сприяла підвищенню вмісту нітратів у шарі ґрунту 0 – 30 см на 18,7 та 20,8%, рухомого фосфору – на 5,3 та 8,7%, а обмінного калію – на 5,7 та 9,2% залежно від досліджуваної культури.

Найінтенсивніше деструкція рослинних решток і накопичення у ґрунті елементів живлення відбувається за умов оранки, коли вони рівномірно заробляються по всій глибині орного шару ґрунту. Встановлено, що вищим вміст елементів живлення у ґрунті визначено за варіанту оранки та застосування для обробки післяжнивних решток досліджуваних культур біопрепарату Екостерн Класичний. Так, вміст нітратів за даного варіанту досліду порівняно із варіантом безполицевого обробітку ґрунту та обробки решток досліджуваних культур водою, у шарі ґрунту 0 – 30 см підвищився на 27,4% за обробки решток кукурудзи, на 32,4% за обробки соняшнику. Вміст рухомого фосфору відповідно збільшився на 8,6 та 13,0%, а обмінного калію – відповідно на 8,6 та 16,5%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Бакланова Т. В., Коваленко О. А., Пилипенко Т. В. Сучасні підходи до застосування мінеральних добрив за збереження ґрунтової родючості в умовах зміни клімату. *Scientific Horizons*. 2020. 02 (87). С. 89–101. doi: 10.33249/2663-2144-2020-87-02-89-101
2. Sun M., Xu X., Wang C., Bai Y., Fu C., Zhang L., Fu R., Wang Y. (2020). Environmental burdens of the comprehensive utilization of straw: Wheat straw utilization from a life-cycle perspective. *Journal of Cleaner Production*. 259. 120702. doi:10.1016/j.jclepro.2020.120702
3. Björnsson L., Prade T. (2021). Sustainable cereal straw management: use as feedstock for emerging biobased industries or cropland soil incorporation? *Waste and Biomass Valorization*. 12. P. 5649–5663. doi:10.1007/s12649-021-01419-9
4. Giuntoli J., Agostini A., Edwards R., Marelli L. (2017). Solid and gaseous bioenergy pathways: input values and GHG Emissions. Calculated according to the methodology set in COM(2016) 767. Publications Office of the European Union, Luxembourg. doi:10.2790/98297
5. Valin H., Peters D., Van den Berg M., Frank S., Havlik P., Forsell N., Hamelinck C. (2015). The land use change impact of biofuels consumed in the EU. Ecofys Netherlands B V, Utrecht. 261 p.
6. Токмакова Л. М., Трепач А. О. Мікробіологічна деструкція органічної речовини в агроценозах. Вісник аграрної науки. 2022. №2 (827). С. 19 – 26. doi:10.31073/agrovisnyk202202-03
7. Jacinthe P.A., Lal R., Kimble J.M. (2002). Effects of wheat residue fertilization on accumulation and biochemical attributes of organic carbon in a central ohio luvisol. *Soil Sciens*. V. 167. I. 11. P. 750–758.
8. Hossain M. Z., Fragstein P., Niemsdorff P., Heß J. (2017). Effect of different organic wastes on soil properties and plant growth and yield: a review. *Scientia Agriculturae Bohemica*. 48(4). P. 224-237. doi:10.1515/sab-2017-0030
9. Kõlli R. (2018). Influence of land use change on fabric of humus cover (pro humus form). *Applied Soil Ecology*. 123. P. 737-739. doi:10.1016/j.apsoil.2017.06.022
10. Hamaiunova V., Hlushko T., Honenko L. (2018). Preservation of soil fertility as basis for improving the efficiency of management in the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific development and achievements*. 4. P. 13–27.
11. Марковська О. Є. Динаміка чисельності мікроорганізмів у темно-каштановому ґрунті за різних систем основного обробітку та удобрення в сівозміні на зрошенні. Agrology. 2018. 1 (3). С. 294–299. doi: 10.32819/2617-6106.2018.13009
12. Gamajunova V., Panfilova A., Kovalenko O., Khonenko L., Baklanova T., Sydiakina O. (2021). Better management of soil fertility in the Southern Steppe Zone of Ukraine. *Better Management. Springer Nature Switzerland*. P. 163-171. doi:10.1007/978-3-030-68394-8_16
13. Domaratskiy Y., Bazaliy V., Dobrovol'skiy A., Pichura V., Kozlova O. (2022). Influence of eco-safe growth-regulating substances on the phytosanitary state of agrocenoses of wheat varieties of various types of development in non-irrigated conditions of the Steppe Zone. *Journal of Ecological Engineering*. 23(8). P. 299–308. doi:10.12911/22998993/150865
14. Panfilova A. (2021). Influence of stubble biodestructor on soil microbiological activity and grain yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Notulae Scientia Biologicae*. 13(4). 11035. doi:10.15835/nsb13411035
15. Dudchenko V., Markovska O., Sydiakina O. (2021). Soybean productivity in rice crop rotation depending on the Impact of biodestructor on post-harvest rice residues. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 22(6). P. 114-121. doi:10.12912/27197050/141466
16. Фурманець М. Г., Фурманець Ю. С., Фурманець І. Ю. Вплив систем обробітку ґрунту та удобрення на запаси продуктивної вологи під агрофітоценозами у сівозміні. Agrobiology. 2021. 2. doi:10.33245/2310-9270-2021-167-2-176-182
17. Зосимчук М. Альтернативна органіка. *Agro Times*. 2021. URL: https://agrotimes.ua/article/zagortannya-pislyazhnyvnyh-reshtok-kukurudzy-pokrashhuye-grunt/ (дата звернення: 12.12.2022).
18. Małecka, I., Blecharczyk, A., Sawinska, Z., Dobrzeniecki, T. The effect of various long-term tillage systems on soil properties and spring barley yield. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2012. 36, 217–226. doi:10.3906/tar-1104-20.
19. Гангур В. В., Космінський О. О., Лень О. І., Тоцький В. М. Вплив удобрення на продуктивність соняшнику та якість насіння. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. №2. С. 50–56. doi:10.31210/visnyk2022.02.05
20. Продуктивність олійних культур за впливу ресурсозберігаючого живлення біопрепаратами в умовах Південного Степу України / В. Гамаюнова та ін. Агрохімічні ресурси та управління біопродуктивністю агроландшафтів : матеріали Міжнар. науково-практ. конф., м. Київ, 23 листоп. 2021 р. – 25 листоп. 2022 р. Київ, 2021. С. 10–18.
21. Ткаліч Ю. Вбиває не соняшник, а безгосподарність. Зерно. 2017. № 3. С. 28–30.

REFERENCES:

1. Gamayunova, V., Khonenko, L., Baklanova, T., Kovalenko, O., & Pilipenko, T. (2020). Suchasni pidkhody do zastosuvannia mineralnykh dobryv za zberezhennia hruntovoi rodiuchosti v umovakh zminy klimatu [Modern approaches to use of the mineral fertilizers preservation soil fertility in the conditions of climate change]. *Scientific Horizons*, 02 (87), 89–101. doi: 10.33249/2663-2144-2020-87-02-89-101 [in Ukrainian].
2. Sun, M., Xu, X., Wang, C., Bai, Y., Fu, C., Zhang, L., Fu, R., & Wang, Y. (2020). Environmental burdens of the comprehensive utilization of straw: Wheat straw utilization from a life-cycle perspective. *Journal of Cleaner Production*, 259, 120702. doi:10.1016/j.jclepro.2020.120702
3. Björnsson, L., Prade, T. (2021). Sustainable Cereal Straw Management: Use as Feedstock for Emerging Biobased Industries or Cropland Soil Incorporation? *Waste and Biomass Valorization*, 12, 5649–5663. doi:10.1007/s12649-021-01419-9
4. Giuntoli, J., Agostini, A., Edwards, R., & Marelli, L. (2017). Solid and Gaseous Bioenergy Pathways: Input Values and GHG Emissions. Calculated According to the Methodology Set in COM(2016) 767. Publications Ofce of the European Union, Luxembourg. doi:10.2790/98297
5. Valin, H., Peters, D., Van den Berg, M., Frank, S., Havlik, P., Forsell, N., & Hamelinck, C. (2015). The Land Use Change Impact of Biofuels Consumed in the EU. Ecofys Netherlands B V, Utrecht.
6. Tokmakova, L., Trepach, A. (2022). Mikrobiolohichna destruktsiia orhanichnoi rechovyny v ahrotsenozakh [Microbiological destruction of organic substance in agrocenoses]. *Bulletin of Agricultural Science*, 2 (827), 19–26. doi:10.31073/agrovisnyk202202-03 [in Ukrainian].
7. Jacinthe, P.A., Lal, R., Kimble, J.M. (2002). Effects of wheat residue fertilization on accumulation and biochemical attributes of organic carbon in a central ohio luvisol. *Soil Sciens*, 167 (11), 750–758.
8. Hossain, M. Z., Fragstein, P., Niemsdorff, P., & Heß, J. (2017). Effect of different organic wastes on soil properties and plant growth and yield: a review. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 48(4), 224-237. doi:10.1515/sab-2017-0030
9. Kõlli, R. (2018). Influence of land use change on fabric of humus cover (pro humus form). *Applied Soil Ecology*, 123, 737-739. doi:10.1016/j.apsoil.2017.06.022
10. Hamaiunova, V., Hlushko, T., Honenko, L. (2018). Preservation of soil fertility as basis for improving the efficiency of management in the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific development and achievements*, 4, 13–27.
11. Markovskaya, O. E. (2018). Dynamika chyselnosti mikroorhanizmiv u temno-kashtanovomu grunti za riznykh system osnovnoho obrobitku ta udobrennia v sivozmini na zroshenni [Dynamics of microorganism in dark kastanozems in different systems of basic tillage and fertilizer in crop rotation on irrigation]. *Agrology*, 1 (3), 294–299. doi: 10.32819/2617-6106.2018.13009 [in Ukrainian].
12. Gamajunova, V., Panfilova, A., Kovalenko, O., Khonenko, L., Baklanova, T., & Sydiakina, O. (2021). Better management of soil fertility in the Southern Steppe Zone of Ukraine. *Better Management. Springer Nature Switzerland*, 163-171. doi:10.1007/978-3-030-68394-8_16
13. Domaratskiy, Y., Bazaliy, V., Dobrovol'skiy, A., Pichura, V., & Kozlova, O. (2022). Influence of ecosafe growth-regulating substances on the phytosanitary state of agrocenoses of wheat varieties of various types of development in non-irrigated conditions of the Steppe Zone. *Journal of Ecological Engineering*, 23(8), 299–308. doi:10.12911/22998993/150865
14. Panfilova, A. (2021). Influence of stubble biodestructor on soil microbiological activity and grain yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Notulae Scientia Biologicae*, 13(4), 11035. doi:10.15835/nsb13411035
15. Dudchenko, V., Markovska, O., Sydiakina, O. (2021). Soybean productivity in rice crop rotation depending on the Impact of biodestructor on post-harvest rice residues. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 22(6), 114-121. doi:10.12912/27197050/141466
16. Furmanetc, M., Furmanetc, Y., Furmanetc, I. (2021). Vplyv system obrobitku gruntu ta udobrennia na zapasy produktyvnoi volohy pid ahrofitotsenozamy u sivozmini [Influence of tillage and fertilizer systems on productive moisture reserves under agrophytocenosis in crop rotation]. *Agrobiology*, 2. doi:10.33245/2310-9270-2021-167-2-176-182 [in Ukrainian].
17. Zosymchuk, M. (2021). Alternatyvna orhanika [Alternative organics]. *Agro Times*. URL: https://agrotimes.ua/article/zagortannya-pislyazhnyvnyh-reshtok-kukurudzy-pokrashhuye-grunt/ [in Ukrainian].
18. Małecka, I., Blecharczyk, A., Sawinska, Z., & Dobrzeniecki, T. (2012). The effect of various long-term tillage systems on soil properties and spring barley yield. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36, 217–226. doi:10.3906/tar-1104-20.
19. Hanhur, V., Kosminskyi, O., Len, O., & Totskyi, V. (2022). Vplyv udobrennia na produktyvnist soniashnyku ta yakist nasinnia [Influence of fertilizer on sunflower productivity and seed quality]. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 50–56. doi:10.31210/visnyk2022.02.05 [in Ukrainian].
20. Gamayunova, V., Honenko, L., Pylypenko, T., Chabanenko, V., Baklanova, T., & Sidyakina, O. (2022). Produktyvnist oliinykh kultur za vplyvu resursozberihaiuchoho zhyvlennia biopreparatamy v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Productivity of oil crops under the influence of resource-saving nutrition with biological preparations in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. Agrochemical resources and bioproductivity management of agrolandscapes: materials of the International scientific and practical conference, Kyiv, November 23 2021 – November 25 2021. Kyiv, 2021. P. 10–18. [in Ukrainian].
21. Tkalich, Yu. (2017). Vbyvaie ne soniashnyk, a bezghospodarnist [It is not the sunflower that kills, but mismanagement]. *Grain*, 3, 28-30. [in Ukrainian].

Панфілова А.В., Бєлов Я.В. Поживний режим ґрунту залежно від деструктора Екостерн Класичний та способу основного обробітку ґрунту

Мета. Дослідити поживний режим ґрунту залежно від обробки післяжнивних решток кукурудзи та соняшнику біодеструктором Екостерн Класичний та способу обробітку ґрунту в умовах Південного Степу України. **Методи**. Польові та лабораторні дослідження виконувалися відповідно до сучасних вимог і стандартів дослідної справи в агрономії та землеробстві. Зразки ґрунту аналізувалися відповідно до чинних стандартів агрохімічного аналізу. **Результати**. Встановлено, що у середньому за 2019 – 2021 рр. після збирання кукурудзи на зерно у шарі ґрунту 0-30 см містилося 15,3 мг/кг ґрунту нітратів, 44,6 мг/кг ґрунту рухомого фосфору та 308,1 мг/кг ґрунту обмінного калію, а після збирання соняшнику – 4,8 мг/кг ґрунту нітратів, 20,6 мг/кг ґрунту рухомого фосфору та 124,5 мг/кг ґрунту обмінного калію. Обробка післяжнивних решток досліджуваних культур біопрепаратом сприяла зростанню вмісту елементів живлення у ґрунті. Так, в середньому за роки досліджень та по способах обробітку ґрунту, обробка післяжнивних решток кукурудзи та соняшнику біодеструктором Екостерн Класичний сприяла підвищенню вмісту нітратів у шарі ґрунту 0 – 30 см на 18,7 та 20,8%, рухомого фосфору – на 5,3 та 8,7%, а обмінного калію – на 5,7 та 9,2% залежно від досліджуваної культури. При цьому, незалежно від досліджуваної культури, вищим вміст елементів живлення у ґрунті визначений у варіанті застосування оранки. **Висновки**. Обробки післяжнивних решток кукурудзи та соняшнику біодеструктором Екостерн Класичний та проведення оранки покращило поживний режим ґрунту. Так, вміст нітратів за даного варіанту досліду порівняно із варіантом безполицевого обробітку ґрунту та обробки решток досліджуваних культур водою, у шарі ґрунту 0 – 30 см підвищився на 27,4% за обробки решток кукурудзи, на 32,4% за обробки соняшнику. Вміст рухомого фосфору відповідно збільшився на 8,6 та 13,0%, а обмінного калію – відповідно на 8,6 та 16,5%.

Ключові слова: елементи живлення рослин, деструктиризації, післяжнивні решки, біодеструктор, оранка, безполицевий обробіток ґрунту.

Panfilova A.V., Byelov Ya.V. Nutrient mode of the soil depending on the destructor Ecostern Classic and the method of the main tillage

Purpose. Studying the nutrient regime of the soil depending on the treatment of post-harvest residues of corn and sunflower with the Ecostern Classic biodestructor and the method of soil cultivation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. **Methods**. Field and laboratorian trials were carried out with accordance to current requirements and standards of scientific research in agronomy and agriculture. Soil samples were analyzed with accordance to current standards of agrochemical analysis. **Results**. It was established that, on average, for 2019-2021, after harvesting corn for grain, the soil layer 0-30 cm contained 15.3 mg/kg of soil nitrates, 44.6 mg/kg of soil mobile phosphorus and 308.1 mg/kg of soil of exchangeable potassium, and after harvesting sunflower – 4.8 mg/kg of soil nitrates, 20.6 mg/kg of soil of mobile phosphorus and 124.5 mg/kg of soil of exchangeable potassium. Treatment of the post-harvest residues of the studied crops with a biopreparation contributed to an increase in the content of nutrients in the soil. So, on average, over the years of research and according to the methods of soil cultivation, the treatment of post-harvest residues of corn and sunflower with the Ecostern Classic biodestroyer contributed to an increase in the content of nitrates in the soil layer 0-30 cm by 18.7 and 20.8%, mobile phosphorus by 5.3 and 8.7%, and exchangeable potassium – by 5.7 and 9.2%, depending on the studied culture. At the same time, regardless of the studied culture, the higher content of nutrients in the soil is determined in the variant of plowing. **Conclusions**. Treatment of post-harvest residues of corn and sunflower with Ecostern Classic biodestroyer and plowing improved the nutrient status of the soil. Thus, the content of nitrates in this variant of the experiment, compared to the variant of no-till tillage and treatment of the remains of the studied crops with water, in the soil layer 0-30 cm increased by 27.4% for the treatment of corn residues, by 32.4% for the treatment of sunflower. The content of mobile phosphorus increased by 8.6 and 13.0%, respectively, and exchangeable potassium – by 8.6 and 16.5% respectively.

Key words: elements of plant nutrition, destructuring, post-harvest tailings, biodestructor, plowing, tillage.

УДК 631.84
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.11

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СІДИ БАГАТОРІЧНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ

РАДЧЕНКО М.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0001-9376-8657
Сумський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Розвиток і використання на біопаливо відновлюваних джерел енергії, зокрема рослинної біомаси, відіграють важливу роль у зменшенні енергетичної залежності України. У зв'язку з подорожчанням енергетичних ресурсів обсяги відновлюваної енергії разом із біомасою успішно використовують у всьому світі. Нині майже 80 % світових поставок енергоносіїв становить невідновлюване викопне паливо [11]. За обсягами виробництва біомаса як паливо займає 4-те місце у світі. Її частка в загальному виробництві первинної енергії – 10 %. У країнах Європейського Союзу частка біомаси в загальному споживанні енергії становить 7 % [10]. У лідерів країн ЄС (Латвії, Фінляндії, Швеції, Данії, Австрії) частка біомаси у валовому енергоспоживанні – 16–28 %, в Україні – дещо більше 1 %. Серед усіх видів біомаси частка твердої біомаси є найбільшою – 80 % і залежно від країни становить 0–94 %. Найбільша вона у Фінляндії. Україна має великий потенціал біомаси, доступної для енергетичного використання, і всі передумови для розширеного використання на паливо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно з проведеними розрахунками Україна має значні потенційні можливості виробництва енергетичних рослинних біоресурсів: теоретичний потенціал біомаси – майже 50 млн т ум. п., економічно доцільний – 2–27 млн т, нетрадиційні трав'янисті багаторічні енергетичні культури (сильфій, топінамбур, міскантус, сіда багаторічна тощо) – 0,60 і 0,35 млн т [7, 13].

Виробництво енергії на основі нових високопродуктивних трав'янистих енергетичних культур, малопоширених в аграрному секторі України, має очевидні переваги. Вихід теплової енергії з 1 га за вирощування енергетичних культур різний [8]. Із трав'янистих енергетичних культур найбільший вихід енергії для виробництва твердих видів палива можна отримати із сіди багаторічної, міскантусу [1].

При виведенні з активного обробітку земель, розміщених в ерозійно небезпечній зоні агроландшафтів (під природні кормові угіддя та заліснення), на частині цих площ можна вирощувати багаторічні трав'янисті культури, зокрема й малопоширені, які не лише надійно захищатимуть ґрунт від ерозії, а й стануть джерелом біосировини для виготовлення твердих видів палива (паливних брикетів, гранул тощо) у сільській місцевості [12, 14].

Аналіз літературних джерел [2, 3, 5, 9] показав, що досліджень із вивчення енергетичного потенціалу багаторічних трав'янистих фітоценозів України та розроблення заходів із підвищення їх енергетичної продуктивності донині проведено недостатньо. Актуальність вивчення цих питань підвищується через значне подорожчання невідновлюваних первинних джерел енергії та зменшення потреби у трав'яних кормах з огляду на зменшення поголів'я худоби [6].

Мета статті – встановити вплив умов вирощування на елементи продуктивності та врожайність фітомаси сіди багаторічної.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводилися на базі навчально-наукового виробничого центру Сумського НАУ за загальноприйнятими методиками [4] протягом 2021-2022 рр. Ґрунти дослідного поля чорнозем типовий потужний важко-суглинковий середньогумусний, який характеризується такими показниками: вміст гумусу в орному шарі (за І. В.Тюриним) – 4,0 %, реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (pH 6,5), вміст легкогідролізованого азоту (за І. В. Тюриним) 9,0 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Ф. Чиріковим) відповідно14 мг і 6,7 мг на 100 ґрунту.

Агротехніка в досліді відповідала рекомендованій на час їх проведення для зони північно-східної частини Лісостепу, за виключенням агрозаходу, який передбачавсь схемою досліду для вивчення, а саме дози мінеральних добрив.

Польові досліди були закладені рендомізованим способом у трьохкратному повторенні. Облікова площа елементарної ділянки становила – 50 м^2. Як матеріал для дослідження був використаний сорт сіди багаторічної Вірджінія.

Схема досліду:

– контроль (без добрив);

– доза азоту 30 кг/га діючої речовини (N_{30}) – внесення на початку відростання;

– доза азоту 60 кг/га діючої речовини (N_{60}) – внесення на початку відростання.

Облік кількісних показників сіди багаторічної проводили на протязі вегетації рослин. Отримані результати досліджень, що апробовані в досліді, обробляли за сучасними методами статистики із застосуванням комп'ютерних програм Excel, Statistaca 6.0.

Результати досліджень. Для розробки сучасних технологій вирощування рослин виникає необхідність вивчення закономірностей їх росту, розвитку і формування врожаю та його якості залежно від дії агротехнічних заходів, таких як доза мінеральних добрив. Формування надземної маси сіди багаторічної, зокрема висоти, залежить від морфологічних особливостей сорту, гідротермічних і агротехнологічних заходів, у тому числі й від удобрення.

Найбільший показник висоти рослин отримано на варіанті з дозою добрив N_{60} – 258,6 см, зменшення дози добрив до N_{30} призводило до зменшення висоти рослин – 243,6 см. Найменша висота рослин сіди багаторічної відмічена на варіанті без добрив – 236,3 см (табл. 1).

Сіда багаторічна має діаметр стебла від 0,5 до 3,5 см.

За результатами досліджень діаметр у основі стебла сіди багаторічної в середньому по варіантах становив 7,6–9,8 мм ($НІР_{05}$ = 0,4). Найбільший діаметр стебла отримано на варіанті з дозою мінеральних добрив N_{60} – 9,8 мм, що більше в порівнянні з контролем на 2,2 мм, та з N_{30} на 1,3 мм (табл. 1).

Таблиця 1

Висота та діаметр рослин сіди багаторічної залежно від удобрення (середнє за 2021-2022 рр.)

Доза мінеральних добрив	Висота рослин, см	Діаметр стебла, мм
Без добрив (контроль)	236,3	7,6
N_{30}	243,6	8,5
N_{60}	258,6	9,8
$НІР_{05}$	3,7	0,4

Кількість листків на рослині в свою чергу залежить від висоти та густоти стояння на м^2, що разом включно із довжиною прапорцевого листка, визначають урожайність зеленої біомаси сіди багаторічної (табл. 2). Таким чином, забезпечення найбільшої кількості листків в послідуючому впливатиме на отримання найбільшої врожайності біомаси сіди багаторічної. Застосовуючі оптимальні технологічні прийоми можемо підвищити кількість листків на рослині.

Аналізуючі показники таблиці 2 в середньому відмічено, що найбільша кількість листків отримана у період вегетації на варіанті з дозою мінерального добрива N_{60} – 38,6 шт./рослині, а найменшу на контролі 24,8 шт./рослину. При внесенні мінерального добрива в кількості N_{30} – 32,1 шт./рослину.

Довжина листків коливалася в межаж від 5,7 до 9,7 см ($НІР_{05}$ =0,3). Найбільша довжина листків сформувалася на варіанті з дозою мінерального добрива N_{60} – 9,7 см, що більше в порівнянні зконтролем на 4,0 см (5,7 см), а на варіанті з дозою мінерального добрива N_{30} – на 1,7 см (8,0 см).

Ширина листків на контролі становила – 5,1 см, при внесенні мінерального добрива в дозі N_{30} – 7,2 см, N_{60} – 9,0 см. Так, найбільша ширина листків становила на варіанті з дозою азоту 60 кг/га діючої речовини – 9,0 см (табл. 2).

Важливим показником урожайності є вага рослини. Чим більша вегетативна маса тим буде вона більше містить сухих речовин. У таблиці 3 наведено вихід сирої та сухої ваги рослин залежно від удобрення.

За результатами досліджень вага рослини у фазу цвітіння коливалася в межах 58,2–75,4 г ($НІР_{05}$ = 3,9). Найбільша вага рослини отримана на варіанті з внесенням мінерального добрива в дозі N_{60} – 75,4 г, дещо меншу вагу рослини отримано за внесення N_{30} – 67,8 г і найменша вага отримана на контролі 58,2 г.

Вага сухої рослини на контролі становила 28,1 г, N_{30} – 30,4 г, N_{60} – 35,0 г. Максимальна вага сухої рослини відмічена на варіанті з дозою мінеральних добрив N_{60} – 35,0 г, що більше на 4,6 г за варіанту з дозою N_{30} та на 6,9 г за контроль (табл. 3).

Таблиця 2

Кількість листків та їхній розмір на стеблі рослин сіди багаторічної залежно від удобрення у період вегетації (середнє за 2021-2022 рр.)

Доза мінеральних добрив	Листок світчграсу		
	кількість на стеблі, шт.	довжина, см	ширина, см
Без добрив (контроль)	24,8	5,7	5,1
N_{30}	32,1	8,0	7,2
N_{60}	38,6	9,7	9,0
$НІР_{05}$	4,1	0,3	0,4

Таблиця 3

Вага рослини сіди багаторічної, г (середнє за 2021-2022 рр.)

Фон живлення	Вага рослини у фазу цвітіння	Вага сухої рослини
Без добрив (контроль)	58,2	28,1
N_{30}	67,8	30,4
N_{60}	75,4	35,0
$НІР_{05}$	3,9	2,5

Передзбиральна густота сіди багаторічної обумовлює врожайність фітомаси культури, що залежить, насамперед, від удобрення ($НІР_{05}$ = 1,7).

За результатами досліджень передзбиральна густота сіди багаторічної на контролі становила 35,0 шт./м^2, за внесення мінеральних добрив у дозі N_{30} передзбиральна густота становила 39,5 шт./м^2 та та за дози N_{60} – 43,2 шт./м^2. Найвищі значення передзбиральної густоти сіди багаторічної отримано за внесення мінерального добрива у дозі N_{60} – 43,2 шт./м^2 (рис. 1).

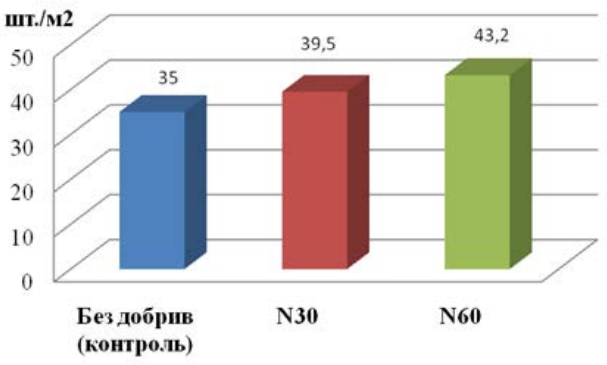


Рис. 1. Передзбиральна густота сіди багаторічної залежно від дози мінеральних добрив (середнє за 2021-2022 рр.), шт.

Одним з основних факторів підвищення продуктивності енергетичних культур є застосування мінеральних добрив. Внесення мінерального добрива в дозі від 30 до 60 кг діючої речовини азоту сприяло підвищенню врожайності.

За результатами досліджень урожайність сіди багаторічної в середньому становить від 9,8 до 15,1 т/га ($НІР_{05}$ = 1,0). Максимальну урожайність в середньому за період досліджень отримано за внесення мінерального добрива в дозі N_{60} – 15,1 т/га. Внесення N_{30} забезпечило урожайність на рівні 12,0 т/га, а на контролі 9,8 т/га (рис. 2).

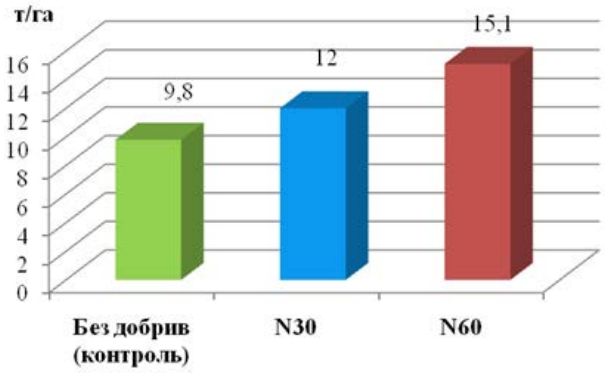


Рис. 2. Урожайність сухої біомаси рослин сіди багаторічної залежно від дози мінеральних добрив (середнє за 2021-2022 рр.), т/га

Висновки. За результатами досліджень було встановлено, що кращі умови для росту, розвитку і формування врожаю склалися на варіанті з внесенням азотних мінеральних добрив у кількості 60 кг/га діючої речовини. За такої дози добрив спостерігався найбільший приріст рослин у висоту – 258,6 см, діаметр стебла 9,8 мм. При внесенні азотних мінеральних добрив в дозі 60 кг/га діючої речовини відмічено максимальну вагу сухої рослини 35,0 г з передзбиральною густотою 43,2 шт./м^2 та урожайністю 15,1 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А., Жовмір М. М. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. *Промислова теплотехніка*. 2010. Т. 32. № 6. С. 58–65.
2. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А., Олійник Е. М. Перспективи виробництва теплової енергії з біомаси в Україні. *Промислова теплотехніка*. 2013. Т. 35. № 4. С. 5–15.
3. Гументик М. Я., Хіврич О. Б., Квак В. М., Замойський О. І. Ефективність впливу способів захисту від бур'янів на ріст і розвиток рослин міскантусу в умовах західної частини Лісостепу України. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.* 2013. Вип. 19. С. 24–27.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 350 с.
5. Думич В. В. Журба Г. І., Курило Г. І. Технікотехнологічні заходи для закладання енергоплантацій свічграсу в умовах Полісся України. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.* 2013. Вип. 19. С. 37–42.
6. Кургак В. Г. Лучні агрофітоценози: підручник. Київ: ДІА, 2010. 374 с.
7. Кургак В. Г., Левковський А. М., Єфремова Г. В., Лещенко О. Ю. Біоенергетичний потенціал багаторічних трав'янистих фітоценозів України. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.* 2013. Вип. 19. С. 63–67.
8. Кургак В. Г., Ткаченко А. М. Біоенергетичний потенціал багаторічних трав'янистих фітоценозів. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 2. С. 15–20.
9. Роїк М., Курило В., Гументик М. Ефективність вирощування високопродуктивних енергетичних культур. *Вісник Львівського НАУ*. 2011. № 15(2). С. 12–13.
10. Титко Р., Калініченко В. Відновлювальні джерела енергії (Досвід Польщі для України). Варшава: QWG, 2010. 15 с.
11. Gupta V. K., Tuohy M. G., Kubicek C. P., Saddler J. Bioenergy Research: Advances and Applications: textbook. Oxford. 2014. p. 500.
12. Kurgak V. G. Panasyuk S. S., Asanishvili N. M. Influence of perennia llegume son the productivity of meadow phytocenoses. Ukrainian J. *of Ecology*. 2020. № 6. P. 310–315. doi: 10.15421/ 2020_298.
13. Kurhak V. H., Tkachenko M. A., Asanishvili N. M. Energy productivity of uncommon herbs for solid fuel manufacturing. Ukrainian J. *of Ecology*. 2021. № 1. P. 299–305. doi: 10.15421/ 2021_45.
14. Petrychenko V., Kurgak V., Rybak S. Bioenergy potential of meadows of Ukraine. *Grassland Federation*. 2014. P. 143–145.

REFERENCES:

1. Heletukha H. H., Zhelezna T. A., Zhovmir M. M (2010). Otsinka enerhetychnoho potentsialu biomasy v Ukraini [Assessment of the energy potential of biomass in Ukraine]. *Promyslova teplotekhnika,* 6, 58–65. [in Ukrainian].
2. Heletukha H. H., Zhelezna T. A., Oliinyk E. M. (2013). Perspektyvy vyrobnytstva teplovoi enerhii z biomasy v Ukraini. [Prospects for thermal energy production from biomass in Ukraine]. *Promyslova teplotekhnika*, 4, 5–15. [in Ukrainian].
3. Humentyk M. Ya., Khivrych O. B., Kvak V. M., Zamoiskyi O. I. (2013). Efektyvnist vplyvu sposobiv zakhystu vid burianiv na rist i rozvytok roslyn miskantusu v umovakh zakhidnoi chastyny Lisostepu Ukrainy. [The effectiveness of weed protection methods on the growth and development of miscanthus plants in the conditions of the western part of the forest-steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu bionerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN,* 19, 24–27.
4. Dospehov B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moscow: Agropromizdat (in Russian).
5. 5. Dumych V. V. Zhurba H. I., Kurylo H. I. (2013). Tekhniko-tekhnolohichni zakhody dlia zakladannia enerhoplantatsii svichhrasu v umovakh Polissia Ukrainy. [Technical and technological measures for the establishment of switchgrass energy plantations in the conditions of the Polissia of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu bionerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN*, 19, 37–42. [in Ukrainian].
6. Kurhak V. H. (2010). *Luchni ahrofitotsenozy*. [Meadow agrophytocenoses]. Kyiv: DIA [in Ukrainian].

7. Kurhak V. H., Levkovskyi A. M., Yefremova H. V., Leshchenko O. Yu. (2013). Bioenerhetychnyi potentsial bahatorichnykh travianystykh fitotsenoziv Ukrainy. [Bioenergy potential of perennial herbaceous phytocenoses of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu bionerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN,* 19, 63–67. [in Ukrainian].
8. Kurhak V. H., Tkachenko A. M. (2016). Bioenerhetychnyi potentsial bahatorichnykh travianystykh fitotsenoziv. [Bioenergy potential of perennial herbaceous phytocenoses]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 2, 15–20. [in Ukrainian].
9. Roik M., Kurylo V., Humentyk M. (2011). Efektyvnist vyroshchuvannia vysokoproduktyvnykh enerhetychnykh kultur. [The efficiency of growing high-yielding energy crops]. *Visnyk Lvivskoho*, 15(2), 12–13. [in Ukrainian].
10. Tytko R., Kalinichenko V. (2010). *Vidnovliuvalni dzherela enerhii* (Dosvid Polshchi dlia Ukrainy). [V. Kalinichenko. Renewable energy sources (Poland's experience for Ukraine)]. Varshava: QWG [in Ukrainian].
11. GuptaV. K., Tuohy M. G., Kubicek C. P., Saddler J. (2014). *Bioenergy Research: Advances and Applications*. Oxford.
12. Kurgak V. G. Panasyuk S. S., Asanishvili N. M. (2020). Influence of perennia llegume son the productivity of meadow phytocenoses. Ukrainian J. *of Ecology*, 6, 310–315. doi: 10.15421/ 2020_298.
13. Kurhak V. H., Tkachenko M. A., Asanishvili N. M. (2021). Energy productivity of uncommon herbs for solid fuel manufacturing. Ukrainian J. *of Ecology*, 1, 299–305. doi: 10.15421/ 2021_45.
14. Petrychenko V., Kurgak V., Rybak S. (2014). Bioenergy potential of meadows of Ukraine. *Grassland Federation*, 2, 143–145.

Радченко М.В. Особливості вирощування сіди багаторічної залежно від елементів технології

Мета. Встановити вплив умов вирощування на елементи продуктивності та врожайність фітомаси сіди багаторічної.

Методи. Польовий – закладання дослідів, облік урожаю стебел, лабораторний – фізичний – вимірювання висоти, діаметру стебел, розмірів листків, розрахунковий – статистичний.

Результати. Максимальний показник висоти рослин отримано на варіанті з дозою добрив N_{60} – 258,6 см, зменшення дози добрив до N_{30} призводило до зменшення висоти рослин – 243,6 см. Найменша висота рослин сіди багаторічної відмічена на варіанті без добрив – 236,3 см. За результатами досліджень діаметр у основі стебла сіди багаторічної в середньому по варіантах становив 7,6–9,8 мм. Найбільший діаметр стебла отримано на варіанті з дозою мінеральних добрив N_{60} – 9,8 мм. Вага сухої рослини на контролі становила 28,1 г, N_{30} – 30,4 г, N_{60} – 35,0 г. Передзбиральна густота сіди багаторічної на контролі становила 35,0 шт./м^2, за внесення мінеральних добрив у дозі N_{30} передзбиральна густота становила 39,5 шт./м^2 та та за дози N_{60} – 43,2 шт./м^2. Найвищі значення передзбиральної густоти сіди багаторічної отримано за внесення мінерального добрива у дозі N_{60} – 43,2 шт./м^2. Максимальну урожайність в середньому за період досліджень отримано за внесення мінерального добрива в дозі N_{60} – 15,1 т/га. Внесення N_{30} забезпечило урожайність на рівні 12,0 т/га, а на контролі 9,8 т/га

Висновки. Кращі умови для росту, розвитку і формування врожаю склалися на варіанті з внесенням азотних мінеральних добрив у кількості 60 кг/га діючої речовини. За такої дози добрив спостерігався найбільший приріст рослин у висоту – 258,6 см, діаметр стебла 9,8 мм. При внесенні азотних мінеральних добрив в дозі 60 кг/га діючої речовини відмічено максимальну вагу сухої рослини 35,0 г з передзбиральною густотою 43,2 шт./м^2 та урожайністю 15,1 т/га.

Ключові слова: висота рослин, діаметр стебла, вага рослини, передзбиральна густота, урожайність.

Radchenko M.V. Peculiarities of growing perennial seeds depending on the elements of technology

Purpose. To determine the influence of growing conditions on elements of productivity and yield of phytomass of perennial seed.

Methods. Field – laying experiments, recording the crop of stems, laboratory – physical – measurement of height, diameter of stems, leaf sizes, calculation – statistical.

Results. The maximum plant height indicator was obtained on the variant with a dose of N_{60} fertilizers – 258.6 cm, reducing the dose of fertilizers to N_{30} led to a decrease in plant height – 243.6 cm. The lowest height of perennial seed plants was recorded on the version without fertilizers – 236.3 cm. According to the results of the research, the diameter at the base of the stem of the perennial seedling was 7.6–9.8 mm on average according to the variants. The largest diameter of the stem was obtained on the version with a dose of mineral fertilizers N_{60} – 9.8 mm. The weight of the dry plant in the control was 28.1 g, N_{30} – 30.4 g, N_{60} – 35.0 g. The pre-harvest density of perennial seedling in the control was 35.0 pieces/m^2, with the application of mineral fertilizers in the dose of N_{30}, the pre-harvest density was 39.5 pieces /m^2, and for the doses of N_{60} – 43.2 pieces/m^2. The highest values of the pre-harvest density of perennial seedling were obtained with the application of mineral fertilizer in a dose of N_{60} – 43.2 pieces/m^2. The maximum yield on average during the research period was obtained with the application of mineral fertilizer in a dose of N_{60} – 15.1 t/ha. Application of N_{30} ensured productivity at the level of 12.0 t/ha, and 9.8 t/ha in the control.

Conclusions. The best conditions for growth, development and formation of the crop were obtained on the option with the introduction of nitrogen mineral fertilizers in the amount of 60 kg/ha of the active substance. With such a dose of fertilizers, the greatest increase in plant height was observed – 258.6 cm, stem diameter 9.8 mm. When applying nitrogen mineral fertilizers at a dose of 60 kg/ha of the active substance, the maximum dry weight of the plant was 35.0 g with a pre-harvest density of 43.2 pieces/m^2 and a yield of 15.1 t/ha.

Key words: plant height, stem diameter, plant weight, pre-harvest density, productivity.

UDC 633.19. 631.53.011
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.12

ADAPTABILITY, SUSTAINABILITY AND PRODUCTIVITY OF MID-EARLY SOYBEAN VARIETIES

TKACHUK O.P. – Doctor of Agriculture, Associate Professor
orcid.org/0000-0002-0647-6662
Vinnytsia National Agrarian University
DIDUR I.M. – PhD in Agriculture, Associate Professor
orcid.org/0000-0002-6612-6592
Vinnytsia National Agrarian University
MAZUR O.V. – Assistant
orcid.org/0000-0002-1763-7548
Vinnytsia National Agrarian University

Relevance. Soybeans are a source of affordable plant-based proteins that can be used as food, fodder for livestock or raw material for technical needs. This explains a constant increase in the sowing area of soybean varieties. The United States, Brazil and Argentina are the largest soybean-producing countries. Soybeans are grown mainly on fertile soils with a proper level of moisture and heat, in the so-called soybean belt [1].

Ukraine has great potential for increasing both its sowing area and the yield of soybeans. Favourable regions for cultivating soybeans include the Forest-Steppe of Ukraine (about 60 % of all soybean acreage is concentrated here), Polissia, (here its acreage comprises 24 %), and the Steppe (16 % of acreage) [2].

With further aridity of the Ukrainian climate, an increase in the sum of positive and active temperatures during the growing season, a decrease in precipitation, soil and air drought, and the role of soybean varieties, as well as maintaining their stable productivity and improving yield, is emphasized.

When it comes to the selection of soybean varieties, it is necessary to assess their productivity, duration of the growing season, resistance to adverse environmental conditions, suitability for mechanized harvesting and other factors. Since the number of soybean varieties that have officially entered the State Register of Plant Varieties of Ukraine Suitable for Cultivation in 2021 is high (and a significant part of them is of foreign selection), the researchers' task is to evaluate not only their productivity but also agricultural properties, sustainability and adaptability.

Review of recent research and publications. It is important for modern soybean varieties to have high adaptive properties. Another significant component of the variety characteristics is the quality of the harvest, environmental resistance, and the economic feasibility of its cultivation [3].

When it comes to the selection of soybean varieties, it is necessary to consider the natural and climatic conditions of the area where it will be grown, the chemical composition of seeds, and the height of the lower beans. Soybeans should have at least 3 seeds and 10–11 productive nodes on the stem. A plant has to be small and full-grown. A ripe and ready-to-harvest variety should neither crack nor shed [4].

However, a number of objective circumstances are a hindrance to increasing the productivity of soybeans at a rapid pace. One of them is the inconsistency of the varietal policy with the available assortment of soybean varieties of different maturity groups suitable for cultivation in the Ukrainian soil and climatic conditions.

When it comes to the selection of soybean varieties, the intensity of growth at the initial stages is one of the important properties to consider. Varieties with high levels of initial growth quickly cover the soil surface and cause less evaporation of moisture. Another essential characteristic of soybean varieties is resistance to drought, which is particularly important for varieties that are recommended for cultivation in the Steppe of Ukraine. Resistance to drought enables plants to effectively store and use small moisture reserves as there is little evaporation and the soil is densely covered by the leaves slowing down the reaction to moisture deficit [5, 15–22].

There are five maturity groups of soybean varieties suitable for cultivation in Ukraine the ripening of which is guaranteed. Mid-early varieties provide the highest seed yield – it reaches 4 t/ha and more. This means that mid-early soybean varieties should dominate in the Forest-Steppe of Ukraine and its Polissia region, taking up to 55–65 % of the sowing areas [6, 10–14].

However, mid-early soybean varieties are so numerous in the State Register of Plant Varieties of Ukraine Suitable for Cultivation in 2021 that this list is of little help, to say the least – it is often an obstacle when it comes to selection.

Aim of the study. Therefore, the goal of our research is to analyse the varietal composition of mid-early soybean varieties with regard to such characteristics as plant height and attachment of lower beans, resistance to lodging, shedding, drought and disease, seed yield, protein and fat content.

Materials and methods. The study is based on the State Register of Plant Varieties of Ukraine Suitable for Cultivation in 2021 [7]. All mid-early soybean varieties recommended for cultivation in Ukraine were evaluated with regard to certain indicators. They include the growing season, height of lower beans attachment, plant height, resistance to lodging, shedding, drought and disease, seed yield, protein and fat content.

Specified indicators were determined with the help of the Methodology for the examination of plant varieties of the cereal, grain and legumes. Their suitability for cultivation in Ukraine was assessed [8]. We were

particularly interested in the plants' resistance to lodging, shedding, drought and disease and conducted a visual evaluation of the varieties on a nine-point scale using the following gradation: 9 points – the variety is excellent; 7 points – the variety is good; 5 points – the variety is satisfactory; 3 points – the variety is bad; 1 point – the variety is very bad.

We assessed the resistance of soybean varieties to the following diseases: downy mildew (*Peronospora manshurica* Sydow), ascochitosis (*Ascochytasojaecola* Abramov), bacteriosis (*Pseudomonas, Xanthomonas, Erwinia*), septoriosis (*Septoria glycines* T. Hemmi), and fusarium (*Fusarium* Link.).

Experiments with soybean varieties were conducted on plots of 10–25 m^2; the state variety test was repeated four times.

Results and discussion. There are five groups of soybean varieties suitable for cultivation in Ukraine based on the speed of ripening – ultra quick ripening, early ripening, mid-early ripening, mid-ripening and mid-late ripening. Mid-early varieties (their growing season comprises 106–125 days) are the most numerous group according to the State Register of Plant Varieties of Ukraine Suitable for Cultivation in 2021 with a total of 160 items.

The average plant height of mid-early soybean varieties is 82 cm. Oksana variety is the highest one – 158 cm, *Saska* comes next – 135 cm, Yuvileyna, Podyaka, Vityaz *50* are 115 cm each, Valiuta, Merkur are 110 cm each. Viola variety is the lowest one – 63 cm, RGT Sphinx is 64 cm, Krynytsia – 65 cm, Chernivetska 9 and Regina are 66 cm each, Astor and Tivaz are 67 cm each, Sloboda, Akardiya, ES Professor – 68 cm each, Vyshyvanka, Fantasia, ES Luxor – 69 cm each (Table 1).

1. Indicators of Adaptability of Mid-Early Soybean Varieties

The average height of lower bean attachment and its distance from the soil surface in soybean varieties of this maturity group comprises 13 cm. Varieties with the highest attachment of the lower beans include Georgina – 23 cm, Syaivo, OAC Morden – 19 cm each, OAC Prescott, Millennium, Saska, Vezha – 17 cm each. Varieties with the lowest attachment of lower beans include, Solena, RGT Sphinxa – 9 cm each, Sprint, Titan, ES Bachelor, Siberia, Akardia, Tivaz, Bettina, Vitalina, Elina, Mozart, Mariem, Viola, Alexa, Soprana – 10 cm each.

We established an average positive correlation between the height of plants of mid-early soybean varieties and the height of lower beans attachment (r = 0.383). There is a direct dependence between the two.

As for the average score of resistance to lodging in mid-early soybean varieties, it comprises 8.2 – 49 varieties have the highest resistance to lodging with a score of 9 points. Such varieties as Fantasia (4 points), Artemis, Aurora, Pivdenna Zorya (6 points) have the lowest resistance to lodging.

The average resistance to the shedding of the soybean varieties under consideration is 8.1 points – 34 soybean varieties have the highest resistance with a score of 9 points. Alexa variety has the lowest resistance to shedding with a score of 5 points, Artemis and Aris got 6 points, and another 12 varieties received 7 points.

The average score of drought resistance of mid-early soybean varieties is 8–21 varieties have the highest score of 9 points. OAC Acclaim has the lowest score for drought resistance – 5 points, Ophelia and Fantasia received 6 points, and another 16 varieties got 7 points (Table 2).

2. Indicators of Agroecological Stability, Yield and Seed Quality of Mid-Early Soybean Varieties

We established an average positive correlation (r = 0.334) between the score of drought resistance and resistance to the lodging of mid-early soybean varieties. The higher the drought resistance score of soybean varieties, the more resistant they are to lodging.

The average disease resistance score of the soybean varieties under consideration is 8.6 – 97 soybean varieties have the highest disease resistance score, which is 9 points. Artemis has the lowest disease resistance score – 6 points, Asuka, and Vityaz 50 received 7 points each.

The average seed yield of the soybean varieties under consideration is 27.2 t/ha. The highest productivity is characteristic of such varieties as Podyaka – 37.0 t/ha, Ezra, Stine 07G22 – 36.5 c/ha each, Saska, Syaivo – 35.0 c/ha each, Cypress – 34.6 c/ha, Malvina – 34.5 c/ha, SVH15T1S1 – 34.4 c/ha, ES Composer, Turizas, Elina – 33.3 c/ha each. Valiuta has the lowest seed yield – 17.5 c/ha, Kyivska 98 – 17.8 c/ha, Abelina – 18.0 c/ha, Sprint – 18.5 c/ha, Oksana – 18.8 c/ha.

The average protein content in the seeds of mid-early soybean varieties is 40.2%. RGT Sforza variety has the highest protein content – 45.5%, DSh401 –45.2%, ES Bachelor – 44.7%, Taurus, NS Diyana, DSh863 – 44.1% each, Lenka – 43.0%. At the same time, the seeds of the following soybean varieties have the lowest protein content: Valiuta – 34.9%, Ophelia – 35.6%, Kyivska 98 – 35.7%, Charm – 36.0%, KyVin, Sprint – 36, 2%.

The average fat content in the seeds of mid-early soybean varieties is 21.3%. Charm has the highest content of fat – 24.5%, Valiuta – 23.6%, Brown – 23.4%, Sprint and Everest – 23.2% each, and SG Anzer – 23.1%. Femida has the lowest fat content – 18.0%, Smolianka – 18.1% and ES Bachelor – 18.6%.

We established an average negative correlation between the content of fat and protein in the seeds of mid-early soybean varieties (r= – 0.330). That is, the higher the fat content in the seeds of mid-early soybean varieties, the lower their protein content is.

Conclusions and future prospects. According to the State Register of Plant Varieties of Ukraine Suitable for Cultivation in 2021, such mid-early soybean varieties as Podyaka, Ezra, Stine 07G22, Saska, Syavo, Cypress, Malvina, SVH15T1C1, ES Composer, Turizas, and Elina have the highest seed yield. RGT Sforza, DSh401, ES Bachelor, Taurus, NS Diyana, DSh863, and Lenka are varieties with the highest protein content. As for fat, these are Charm, Valiuta, Brown, Sprint, Everest, and SG Anzer. A significant part of mid-early soybean varieties is highly resistant to drought, diseases, lodging and shedding of seeds and gained the highest scores.

Further research in the area should be aimed at the comparison of productivity, adaptability and sustainability of mid-early soybean varieties with other maturity groups.

Table 1

Variety	Growing season, days	Height of lower beans attachment, cm	Plant height, cm	Resistance to lodging, score	Resistance to shedding, score
Ophelia	125	16	85	8	8
Gallek	114	11	77	9	9
NS Diyana	118	14	84	8	8
Orpheus	119	14	77	7	8
Brunensis	114	11	77	9	9
SVH15T1S1	117	11	78	8	8
Taurus	115	14	89	8	8
Mariem	115	10	71	9	8
Stine 06H02	119	13	79	8	8
Valiuta	115	13	110	8	8
Amadea	109	14	77	8	8
Albenga	110	11	74	9	8
Monarkh	100	16	82	9	9
Femida	120	15	80	8	8
Zolotysta	110	15	95	8	8
Yuvileina	120	18	115	8	8
Svyatkova	107	11	75	9	9
Omega Vinnytska	118	15	96	9	9
KyVin	112	13	80	8	8
Monada	121	13	100	8	8
Smolianka	118	14	75	8	8
Charm	116	13	103	8	8
Danaya	125	14	102	9	9
Georgina	117	23	75	7	7
Syaivo	112	19	90	7	7
Vezha	112	17	75	8	8
Khutoryanochka	109	13	75	8	8
Suzirya	112	14	91	8	8
Merkur	112	14	110	8	8
Knyazhna	108	14	75	8	7
Podyaka	116	13	115	8	8
Malvina	112	13	75	9	9
Cardiff	115	14	88	9	8
Romashka	122	19	90	8	8
Zolushka	107	12	96	8	9
Luna	120	13	75	8	8
Kofu	112	12	90	8	8
Saska	120	17	135	8	8
Sigaliya	122	16	80	8	8
Sinara	125	15	80	9	9
Opalin	116	15	82	9	8
Cassidi	115	13	80	9	9
Kyoto	124	13	73	8	8
Krynytsia	119	13	65	9	9
Diadema Podilia	110	13	75	7	8
Sofia	117	12	85	8	8
Cordoba	115	13	85	8	8
Millenium	107	17	90	8	8
DKh 618	119	14	76	8	8
DKh 530	120	15	87	8	9
OAC Calypso	123	15	90	8	8

Variety	Growing season, days	Height of lower beans attachment, cm	Plant height, cm	Resistance to lodging, score	Resistance to shedding, score
Arisa	120	13	95	9	6
Asuka	115	12	72	8	7
Amadeus	115	12	73	8	8
Nordica	115	12	80	8	8
Abelina	115	13	80	8	8
Obelix	121	12	77	9	9
Azymut	120	15	80	8	8
ES Tenor	115	12	77	9	9
Pereyaslavka	115	14	80	8	9
Marysia	123	14	78	8	8
Yasochka	115	15	86	9	9
Vyshyvanka	110	12	69	8	8
Corona	124	13	84	8	8
RGT Speda	115	16	83	9	9
Viola	115	10	63	9	8
Sculptor	115	13	85	9	9
DSh401	117	13	73	8	8
DSh863	117	14	73	8	8
Emperor	125	13	80	8	8
Samorodok	106	13	74	8	8
OAC Prescott	120	17	90	8	8
ОАЦ Morden	112	19	87	8	8
OAC Strive	120	14	92	8	8
NS Diyana	118	14	84	8	8
Alexa	108	10	74	8	5
Everest	113	13	73	8	8
RGT Svila	122	13	87	8	8
RGT Sforza	119	13	82	9	8
RGT Stumpa	117	14	73	8	8
ES Commandor	110	14	74	8	9
SG Kea	118	13	76	8	8
SG Anzer	110	14	74	8	8
Eurydice	122	13	79	7	8
Sylvia PZO	116	14	83	9	8
Lenka	118	12	82	8	8
Volta	117	11	85	9	9
SB 142	115	13	72	8	8
SB 143	120	13	71	8	8
Soprana	114	10	70	8	8
RGT Siroca	112	11	75	8	8
ES Adviser	117	13	86	8	8
Sloboda	106	14	68	7	8
Aurora	120	14	89	6	8
Pivdenna Zorya	123	13	94	6	8
Graf	114	14	92	7	8
Brown	122	16	93	7	8
Regina	110	11	66	9	8
Stine 06H02	119	13	79	8	8
Stine 14H02	125	13	82	8	8
Stine 09I36	123	16	85	8	8
Stine 07G22	119	12	79	8	8
Mozart	111	10	77	9	8

Variety	Growing season, days	Height of lower beans attachment, cm	Plant height, cm	Resistance to lodging, score	Resistance to shedding, score
Astor	111	12	67	8	8
Neptune	114	12	72	8	8
Tala	117	13	84	8	8
Cypress	117	15	79	8	8
Elina	106	10	80	8	8
Zeus	119	14	84	7	8
Vitalina	115	10	84	7	8
Karmelita	117	15	86	7	8
Bettina	109	10	70	9	8
Aurelina	107	12	75	8	8
Altona	111	12	76	8	8
Sireliya	106	11	72	9	9
Tivaz	107	10	67	9	8
Turizas	117	15	78	8	8
Inguz	116	12	75	8	8
Jade	114	11	82	8	8
Dara	115	14	81	8	8
Angelika	113	12	81	9	9
Atakama	114	12	72	9	9
Akardiya	115	10	68	7	9
Vista	107	11	71	9	8
Aziura	114	11	78	8	8
Siberia	106	10	70	9	7
Ezra	118	12	83	8	8
DH4202	114	12	75	7	9
DH 4173	116	11	78	9	9
Churayivna	109	12	82	9	8
Solena	110	9	73	9	8
RGT Sphinxa	108	9	64	9	9
ES Tribor	118	13	72	8	9
ES Professor	111	11	68	9	7
ES Luxor	111	10	69	9	7
ES Compositor	109	14	84	9	9
ES Chancellor	110	13	82	9	8
ES Bachelor	112	10	73	9	7
ES Decor	106	12	77	9	8
Serenade	114	13	79	7	7
Titan	112	10	70	9	9
Yakari	110	13	72	9	8
Fantasia	106	14	69	4	7
OAC Acclaim	114	12	73	9	9
Vutyaz 50	119	15	115	8	7
Izumrudna	120	16	75	8	8
Deimos	122	15	85	8	8
Chernivetska 9	114	11	66	8	8
Artemis	111	12	84	6	6
Oksana	121	13	158	8	8
Kyivska 98	113	12	90	8	8
Sprint	116	10	83	8	7
PR 9368 B07	125	11	75	9	9
DM 503	119	13	81	8	9
Buga	123	16	98	8	8

Table 2

Variety	Resistance to drought, score	Resistance to diseases, score	Seed yield, c/ha	Protein content in seed, %	Fat content in seed, %
Ophelia	6	8	20.1	35.6	21.6
Gallek	9	9	26.3	39.3	20.5
NS Diyana	8	9	25.0	44.1	20.7
Orpheus	8	9	23.6	41.2	22.3
Brunensis	9	9	26.3	39.3	20.5
SVH15T1S1	8	8	34.4	38.1	22.3
Taurus	8	9	28.3	44.1	21.1
Mariem	8	8	31.9	40.3	21.7
Stine 06H02	8	9	31.4	42.0	19.8
Valiuta	8	8	17.5	34.9	23.6
Amadea	8	9	27.7	40.4	22.9
Albenga	8	8	32.6	41.1	20.8
Monarkh	9	9	22.1	39.0	21.7
Femida	8	8	30.0	37.5	18.0
Zolotysta	7	8	30.0	39.7	21.0
Yuvileina	7	8	31.0	39.0	21.5
Svyatkova	8	8	25.0	38.5	20.5
Omega Vinnytska	8	9	21.8	36.8	22.9
KyVin	8	8	21.1	36.2	23.0
Monada	8	9	22.0	38.5	18.8
Smolianka	8	9	26.0	36.6	18.1
Charm	8	8	20.0	36.0	24.5
Danaya	8	9	27.9	38.0	21.6
Georgina	8	9	31.0	41.5	20.4
Syaivo	8	8	35.0	38.5	21.5
Vezha	8	9	28.0	39.3	19.6
Khutoryanochka	8	9	35.0	39.0	20.5
Suzirya	8	8	35.0	42.5	20.5
Merkur	8	9	28.0	39.5	20.0
Knyazhna	7	9	26.0	38.5	20.0
Podyaka	8	8	37.0	39.5	22.5
Malvina	8	8	34.5	39.5	21.5
Cardiff	8	9	23.4	42.7	20.0
Romashka	7	8	28.5	40.8	20.9
Zolushka	8	9	19.7	39.8	21.3
Luna	8	9	25.0	40.0	20.0
Kofu	8	8	25.0	41.5	22.0
Saska	8	8	35.0	41.0	20.0
Sigaliya	8	8	22.0	40.5	21.0
Sinara	8	9	24.8	41.0	21.0
Opalin	8	9	22.6	37.8	21.5
Cassidi	8	9	25.2	40.0	20.0
Kyoto	8	8	30.0	43.0	21.0
Krynytsia	8	9	23.3	39.4	20.0
Diadema Podilia	8	9	29.0	38.7	18.8
Sofia	8	9	20.0	39.5	21.0
Cordoba	8	8	25.0	39.0	20.0
Millenium	8	9	25.0	41.0	20.0
DKh 618	9	8	25.0	41.5	19.8
DKh 530	9	8	22.3	41.5	19.8
OAC Calypso	9	9	22.7	39.4	21.2
Arisa	8	8	22.0	40.0	22.0
Asuka	9	7	25.4	42.0	20.5
Amadeus	8	9	21.7	42.5	19.0
Nordica	8	9	25.0	40.0	20.0

Variety	Resistance to drought, score	Resistance to diseases, score	Seed yield, c/ha	Protein content in seed, %	Fat content in seed, %
Abelina	8	8	18.0	39.5	20.0
Obelix	9	9	25.1	40.0	22.4
Azymut	8	9	23.8	39.5	21.7
ES Tenor	9	9	23.7	39.3	22.3
Pereyaslavka	9	9	22.0	40.1	22.2
Marysia	8	9	24.2	41.1	21.0
Yasochka	9	9	22.4	41.6	21.2
Vyshyvanka	8	9	24.9	39.2	21.8
Corona	9	8	24.0	40.1	21.7
RGT Speda	9	9	20.9	42.8	21.8
Viola	8	9	20.6	41.8	22.3
Sculptor	8	9	21.0	41.9	21.9
DSh401	8	9	22.2	45.2	20.6
DSh863	8	9	23.0	44.1	21.0
Emperor	8	9	23.4	42.5	21.5
Samorodok	8	9	22.7	41.0	22.0
OAC Prescott	8	9	24.6	40.0	22.3
ОАЦ Morden	8	9	28.6	40.4	22.5
OAC Strive	8	9	25.5	42.2	22.1
NS Diyana	8	9	25.0	44.1	20.7
Alexa	8	9	28.4	41.4	21.3
Everest	8	9	25.4	39.7	23.2
RGT Svila	8	9	23.5	43.5	21.3
RGT Sforza	8	9	23.2	45.5	20.2
RGT Stumpa	8	9	26.2	40.0	22.3
ES Commandor	8	9	26.6	42.0	21.2
SG Kea	8	9	26.8	41.0	22.1
SG Anzer	8	9	25.5	40.0	23.1
Eurydice	8	9	24.0	42.0	21.6
Sylvia PZO	8	9	29.3	38.6	22.6
Lenka	8	9	27.5	43.0	22.0
Volta	9	8	25.1	40.5	21.7
SB 142	8	9	30.2	42.5	20.4
SB 143	9	8	27.6	42.5	20.2
Soprana	9	8	29.3	39.4	22.4
RGT Siroca	9	9	33.4	40.2	22.4
ES Adviser	8	9	31.5	40.1	22.8
Sloboda	8	9	24.7	40.8	20.3
Aurora	8	9	26.6	40.7	21.3
Pivdenna Zorya	7	9	27.3	40.6	21.3
Graf	8	9	32.1	39.9	21.9
Brown	8	9	29.8	37.4	23.4
Regina	8	9	33.4	41.2	21.8
Stine 06H02	8	9	31.4	42.0	19.8
Stine 14H02	8	9	32.6	42.3	20.2
Stine 09I36	8	9	31.0	38.8	22.0
Stine 07G22	8	9	36.5	40.1	20.6
Mozart	8	9	30.4	42.8	20.0
Astor	7	8	30.3	40.6	22.3
Neptune	8	8	32.8	39.9	22.0
Tala	8	9	30.4	39.3	22.0
Cypress	8	9	34.6	40.6	21.0
Elina	8	8	33.3	40.5	21.9
Zeus	8	8	30.1	40.1	22.1
Vitalina	8	8	30.3	38.3	22.8
Karmelita	7	8	30.4	41.0	21.3

Variety	Resistance to drought, score	Resistance to diseases, score	Seed yield, c/ha	Protein content in seed, %	Fat content in seed, %
Bettina	8	9	32.2	41.5	21.6
Aurelina	8	8	31.1	41.9	21.4
Altona	8	8	32.9	39.1	22.2
Sireliya	8	8	31.0	39.0	22.7
Tivaz	8	8	29.1	40.8	21.9
Turizas	8	8	33.3	38.5	21.5
Inguz	8	8	31.9	38.3	21.6
Jade	8	8	33.1	36.8	22.9
Dara	7	8	31.6	37.9	22.4
Angelika	9	9	30.0	41.0	20.9
Atakama	8	9	32.3	40.3	21.4
Akardiya	8	8	29.7	38.3	21.6
Vista	8	8	30.5	39.8	21.5
Aziura	8	8	29.4	41.8	21.3
Siberia	7	8	24.5	39.7	20.8
Ezra	8	8	36.5	37.2	22.2
DH4202	8	9	30.8	39.1	22.0
DH 4173	8	9	29.7	39.4	21.2
Churayivna	7	9	26.4	40.0	21.3
Solena	8	9	30.1	41.0	21.1
RGT Sphinxa	7	9	28.7	42.1	20.7
ES Tribor	7	9	29.1	41.3	20.6
ES Professor	7	8	29.1	42.3	21.0
ES Luxor	8	8	26.8	40.9	21.4
ES Compositor	8	9	33.3	40.1	22.0
ES Chancellor	8	9	28.8	39.9	21.3
ES Bachelor	7	8	26.8	44.7	18.6
ES Decor	8	9	28.4	41.9	21.2
Serenade	6	9	24.9	41.7	18.9
Titan	8	9	29.5	42.3	20.9
Yakari	8	8	32.7	40.9	20.6
Fantasia	6	8	23.7	40.6	19.9
OAC Acclaim	5	9	29.3	40.1	21.3
Vutyaz 50	8	7	25.0	40.0	22.5
Izumrudna	7	8	26.0	41.0	21.0
Deimos	8	8	22.0	39.2	22.2
Chernivetska 9	8	8	30.0	36.3	21.5
Artemis	8	6	24.7	39.7	22.2
Oksana	8	8	18.8	37.6	21.4
Kyivska 98	8	8	17.8	35.7	21.9
Sprint	8	8	18.5	36.2	23.2
PR 9368 B07	9	9	26.6	40.0	21.5
DM 503	8	9	31.9	39.4	22.4
Buga	7	9	20.9	39.6	20.5

BIBLIOGRAPHY:

1. Кренців Я., Медведєва Л., Гайденко О. Сорти сої: обираємо кращий. *Агробізнес сьогодні.* URL: http://agro-business.com.ua/ahrarni-kultury/item/19517-sorty-soi-obyraiemo-krashchyi.html (дата звернення 21.12.2021).
2. Технологія вирощування сої на прикладі господарств різних регіонів. *Суперагроном.* URL: https://superagronom.com/articles/447-tehnnologiya-viroschuvannya-soyi-na-prikladi-gospodarstv-riznih-regioniv (дата звернення 21.12.2021).
3. Нетіс В.І. Формування елементів продуктивності сої за різних заходів вирощування. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2018. Вип. 99. С. 100-107.
4. Шелкопляс Т. Сто бобів для сої – не межа. *Агропрофі*. URL: http://www.agroprofi.com.ua/statti/1781-100-bobiv-dlja-soyi-ne-mezha (дата звернення 21.12.2021).
5. Кифорук В. Вибір сортів сої для вирощування в умовах 2020 року. URL: https://bionorma.ua/media/articles/vybir-sortiv-soyi-dlya-vyroshhuvannya-v-umovah-2020-roku/ (дата звернення 21.12.2021).

6. Демидов О.А., Петриченко В.Ф., Січкар В.І., Тимченко В.Н. Соєві амбіції України. *Аграрний тиждень. Україна.* URL: https://a7d.com.ua/plants/1074-soyevi-ambiciyi-ukrayini.html (дата звернення 21.12.2021).
7. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік. Київ. 2021. 537 с.
8. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Київ. 2016. 81 с. URL: https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f4147d3595.pdf (дата звернення 21.12.2021).
9. Didur I., Bakhmat M., Shynchyk 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. № 10 (5). P. 54-61.
10. Honcharuk, I. Use of wastes of the livestock industry as a possibility for increasing the efficiency of aic and replenishing the energy balance. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*. 2020. Vol. 9. № 1. P. 9–14.
11. Панцирева Г. В. Дослідження сортових ресурсів люпину білого (Lupinus albus L.) в Україні. Вінниця. 2016. Вип. 4. С. 88-93.
12. Mazur V.A., Myalkovsky R.O., Pantsyreva H.V., Didur I.M., Mazur K.V., Alekseev O.O. Photosynthetic productivity of potato plants depending on the location of rows placement in agrophytocenosis. *Eco. Env. & Cons*. 2020. Vol. 26 (2). P. 46-55.
13. Puyu V., Bakhmat M., Pantsyreva H., Khmelianchyshyn Y., Stepanchenko V., Bakhmat O. Social-and-Ecological Aspects of Forage Production Reform in Ukraine in the Early 21st Century. *European Journal of Sustainable Development.* 2021. Vol. 10 (1). P. 221-228
14. 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. 54-61.
15. Bandura V., Mazur V., Yaroshenko L., Rubanenko O. Research on sunflower seeds drying process in a monolayer tray vibration dryer based on infrared radiation. *INMATEN – Agricultural Engineering*. 2019. Vol. 57. №1. P. 233-242.
16. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур в правобережному Лісостепу України. *Сільське господарство та лісництво*. 2020. Вип. 18. С. 5-16.
17. Панцирева Г.В. Сортові ресурси зернобобових культур в Україні: сучасний стан та перспективи використання. *Сільське господарство та лісництво*. 2020. Вип. 17. С. 30-41.
18. Панцирева Г.В. Особливості водоспоживання рослин люпину білого в умовах правобережного Лісостепу України. *Вісник ЛНАУ*. 2020. Вип. 24. С. 72-78.
19. Kaletnik G. Honcharuk, I. 2013. Innovatsiine zabezpechennia rozvytku biopalyvnoi haluzi: svitovyi ta vitchyznianyi dosvid [Innovative support for the development of the biofuel industry: world and national experience]. *In Biznes Inform [Business Inform]*. 2013. №. 9. P. 155–160.
20. Kaletnik G., Honcharuk I., Okhota Yu. The Waste-Free Production Development for the Energy Autonomy Formation of Ukrainian Agricultural Enterprises. *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2020. Vol. XI. Summer. № 3 (43). P. 513-522. DOI:10.14505/jemt.v11.3(43).02
21. Kaletnik G., Honcharuk I., Yemchyk T., Okhota Yu. The World Experience in the Regulation of the Land Circulation. *European Journal of Sustainable Development.* 2020. № 9 (2). P. 557-568.

REFERENCES:

1. Krentsiv, Ya., Medvedieva, L., Haidenko, O. Sorty soi: obyraiemo krashchyi [Soybean Varieties: How to Choose the Best Ones]. Agricultural Business Today. URL: http://agro-business.com.ua/ahrarni-kultury/item/19517-sorty-soi-obyraiemo-krashchyi.html (date of application December 21, 2021). [in Ukrainian].
2. Tekhnolohiia vyroshchuvannia soi na prykladi hospodarstv riznykh rehioniv [Technology of Soybeans Cultivation on the Example of Farms Located in Different Regions]. Superagriculturist. URL: https://superagronom.com/articles/447-tehnnologiya-viroschuvannya-soyi-na-prikladi-gospodarstv-riznih-regioniv (date of application December 21, 2021). [in Ukrainian].
3. Netis, V.I. (2018). Formuvannia elementiv produktyvnosti soi za riznykh zakhodiv vyroshchuvannia [Formation of Soybean Productivity Elements under Different Growing Strategies]. Taurian Scientific Bulletin. Kherson. №. 99. Pp. 100–107. [in Ukrainian].
4. Shelkoplias, T. Sto bobiv dlia soi – ne mezha. [One Hundred Beans for Soy is Hardly the Limit]. *Agroprofessionals.* URL: http://www.agroprofi.com.ua/statti/1781-100-bobiv-dlja-soyi-ne-mezha (date of application December 21, 2021). [in Ukrainian].
5. Kyforuk, V. Vybir sortiv soi dlia vyroshchuvannia v umovakh 2020 roku [Selection of Soybean Varieties for Cultivation in 2020]. URL: https://bionorma.ua/media/articles/vybir-sortiv-soyi-dlya-vyroshhuvannya-v-umovah-2020-roku/ (date of application December 21, 2021). [in Ukrainian].
6. Demydov, O.A., Petrychenko, V.F., Sichkar, V.I., Tymchenko, V.N. Soievi ambitsii Ukrainy [Soy Ambitions of Ukraine]. Agrarian Week. Ukraine. URL: https://a7d.com.ua/plants/1074-soyevi-ambiciyi-ukrayini.html (date of application December 21, 2021). [in Ukrainian].
7. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2021 rik [State Register of Plant Varieties of Ukraine Suitable for Cultivation in 2021]. Kyiv. 2021. P. 537. [in Ukrainian].
8. Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methodology for Assessing Plant Varieties of Cereal, Grain and Legumes and the Evaluation of their Suitability for Cultivation in Ukraine]. Kyiv. 2016. P. 81. URL: https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f4147d3595.pdf (date of application December 21, 2021). [in Ukrainian].
9. Didur, I., Bakhmat, M., Chynchyk, O., Pantsyreva, H., Telekalo, N., Tkachuk, O. (2020). Substantiation of Agroecological Factors on Soybean Agrophytocenosis by Analysis of Variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. Ukrainian Journal of Ecology. 10 (5). Pp. 54–61.
10. Honcharuk, I. (2020). Use of Wastes of the Livestock Industry as a Possibility for Increasing the Efficiency

of AIC and Replenishing the Energy Balance. Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development. Vol. 9. №. 1. Pp. 9–14.
11. Pantsyreva, H. V. (2016). Doslidzhennia sortovykh resursiv liupynu biloho (Lupinus albus L.) v Ukraini [Study of Varietal Resources of White Lupine (*Lupinus albus L.*) in Ukraine]. Vinnytsia. №. 4. Pp. 88-93. [in Ukrainian].
12. Mazur,V.A.,Myalkovsky,R.O.,Pantsyreva,H.V.,Didur,I.M., Mazur, K. V., Alekseev, O. O. (2020). Photosynthetic Productivity of Potato Plants Depending on the Location of Rows Placement in Agrophytocenosis. Eco. Env. & Cons. Vol. 26 (2). Pp. 46–55.
13. Puyu, V., Bakhmat, M., Pantsyreva, H., Khmelianchyshyn, Y., Stepanchenko, V., Bakhmat, O. (2021). Social and Ecological Aspects of Forage Production Reform in Ukraine in the Early 21st Century. European Journal of Sustainable Development. Vol. 10 (1). Pp. 221–228
14. Didur, I. M., Pantsyreva, H. V., Telekalo, N. V. (2020). Agroecological Rationale of Technological Methods of Growing Legumes. Scientific Heritage. Vol. 52. Pp. 3–7.
15. Bandura, V., Mazur, V., Yaroshenko, L., Rubanenko, O. (2019). Research on Sunflower Seeds Drying Process in a Monolayer Tray Vibration Dryer Based on Infrared Radiation. INMATEN – Agricultural Engineering. Vol. 57. №.1. Pp. 233–242.
16. Mazur, V.A., Didur, I.M., Pantsyreva, H.V. (2020). Obgruntuvannia adaptyvnoi sortovoi tekhnolohii vyroshchuvannia zernobobovykh kultur v pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Substantiation of the Adaptive Varietal Technology of Growing Legumes in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Agriculture and Forestry. №. 18. Pp. 5–16. [in Ukrainian].
17. Pantsyreva, H.V. (2020). Sortovi resursy zernobobovykh kultur v Ukraini: suchasnyi stan ta perspektyvy vykorystannia [Varietal resources of leguminous crops in Ukraine: current state and prospects of use]. Agriculture and Forestry. №.17. Pp. 30–41. [in Ukrainian].
18. Pantsyreva, H.V. (2020). Osoblyvosti vodospozhyvannia roslyn liupynu biloho v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Characteristics of Water Consumption of White Lupine in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Bulletin of Lviv National Agrarian University. № 24. Pp. 72–78. [in Ukrainian].
19. Kaletnik, G. Honcharuk, I. (2013). Innovatsiine zabezpechennia rozvytku biopalyvnoi haluzi: svitovyi ta vitchyznianyi dosvid. [Innovative Support for the Development of the Biofuel Industry: World and National Experience]. Business Inform. №. 9. Pp. 155–160. [in Ukrainian].
20. Kaletnik, G., Honcharuk, I., Okhota, Yu. (2020). Waste-Free Production Development for the Energy Autonomy Formation of Ukrainian Agricultural Enterprises. Journal of Environmental Management and Tourism. Vol. XI. Summer. 3 (43). Pp. 513-522. DOI:10.14505/jemt.v11.3(43).02.
21. Kaletnik, G., Honcharuk, I., Yemchyk, T., Okhota, Yu. (2020). World Experience in the Regulation of the Land Circulation. European Journal of Sustainable Development. № 9 (2). Pp. 557–568.

Tkachuk O.P., Didur I.M., Mazur O.V. Adaptability, sustainability and productivity of mid-early soybean varieties

There is a large number of mid-early high-yielding soybean varieties suitable for cultivation in Ukraine. Therefore, the selection of the most efficient, high-yielding, adaptable and sustainable ones is required. The aim of the study is to analyse mid-early soybean varieties regarding the height of plants, the attachment of lower beans, their resistance to lodging, shedding, drought and various diseases, seed yield, protein and fat content. The research was conducted on the basis of the State Register of Plant Varieties of Ukraine Suitable for Cultivation in 2021.

There are five groups of soybean varieties suitable for cultivation in Ukraine based on the speed of ripening – ultra quick ripening, early ripening, mid-early ripening, mid-ripening and mid-late ripening. Mid-early varieties (their growing season comprises 106–125 days) are the most numerous group according to the State Register of Plant Varieties of Ukraine Suitable for Cultivation in 2021 with a total of 160 items.

According to the State Register of Plant Varieties of Ukraine Suitable for Cultivation in 2021, such varieties as Podyaka, Ezra, Stine 07G22, Saska, Syaivo, Cypress, Malvina, SVH15T1S1, ES Compositor, Turizas, and Elina have the highest seed yield among all mid-early soybean varieties. RGT Sforza, DSh401, ES Bachelor, Taurus, NS Diyana, DSh863, Lenka contain the highest amount of protein, whereas Charm, Valiuta, Brown, Sprint, Everest, SG Anzer have the highest level of fat. A significant part of mid-early soybean varieties shows a high rate of resistance to drought, diseases, lodging and shedding and received 8 points on our scale, which means that they are suitable both for mechanical harvesting and sustainable vegetation.

Key words: soybeans, varieties, productivity, adaptability, sustainability.

Ткачук О.П., Дідур І.М., Мазур О.В. Адаптивність, стійкість і продуктивність середньоранньостиглих сортів сої

Велике різноманіття середньо ранньостиглих сортів сої, що придатні до вирощування в Україні та належать до найбільш урожайної групи, вимагає вибору оптимальних за параметрами урожайності, технологічності та екологічності. Метою досліджень було проаналізувати сортовий склад середньо ранньостиглих сортів сої за показниками висоти рослин та прикріплення нижніх бобів, стійкості до вилягання, осипання, посухостійкості, стійкості до хвороб, урожайністю насіння та вмістом у ньому білка і жиру. Дослідження проводили опрацюванням матеріалів Державного реєстру сортів рослин України, придатних для вирощування у 2021 році.

Із п'яти груп сортів сої за скоростиглістю, які придатні для вирощування в Україні – ультра скоростиглих, ранньостиглих, середньо ранньостиглих, середньостиглих та середньо пізньостиглих, саме група середньо ранньостиглих сортів з тривалістю вегетаційного періоду 106-125 діб, є найбільш чисельною за даними Державного реєстру сортів рослин України, придатних до вирощування, станом на 2021 рік. Сортів цієї групи стиглості – 160.

Найвищу урожайність насіння серед усіх середньо ранньостиглих сортів сої, за даними Державного реєстру сортів рослин, придатних для використання у 2021 році, мали сорти Подяка, Езра, Стайн 07Ж22, Саска, Сяйво, Сіпрес, Мальвіна, СВХ15Т1С1, ЕС Композитор, Турізас, Еліна. Найбільший вміст білка мали сорти РЖТ Сфорза, ДШ401, ЕС Башелор, Таурус, НС Діяна, ДШ863, Ленка, жиру – Шарм, Валюта, Браун, Спринт, Еверест, СГ Анзер. Значна частина середньо ранньостиглих сортів сої відзначаються високими балами посухостійкості, стійкості до хвороб, вилягання та осипання насіння, що становили 8 і більше та вказували на сприятливі параметри механізованого збирання та стійкої вегетації.

Ключові слова: соя, сорти, урожайність, технологічність, екологічність.

УДК 631.816.11
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.13

РОЗВИТОК ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ГРУНТАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РІЗНИХ ВИДІВ КОМПЛЕКСНИХ ДОБРИВ

ФУРМАНЕЦЬ О.А. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-0082-7895
Національний університет водного господарства та природокористування

Постановка проблеми. Соняшник є основною олійною культурою України. Серед світових виробників Україна посідає друге-третє місце з валового збирання насіння цієї культури [10]. В сучасних економічних умовах популярність олійних культур, зокрема і соняшнику зростає ще більше.

Одним з головних питань підвищення продуктивності соняшнику, поряд зі створенням сортів і гібридів, що володіють високими показниками господарсько цінних ознак, є питання технології його вирощування. Її ключові елементи – оптимальні фон живлення та норма висіву [6].

За свідченнями Е. Горбатюка [4] завдяки появі у виробництві нових ранньостиглих гібридів та сортів соняшнику, посіви цієї культури мають можливість поширюватись у північно-східному Лісостепу та навіть на Поліссі України. Проте агротехніка вирощування культури у зазначених умовах вивчена недостатньо.

Вкрай актуальною лишається задача пошуку оптимальних технологічних рішень, особливо для умов Поліської зони, де культура є ще достатньо новою.

Складність задачі зумовлюється також нестабільністю умов вирощування, які значно впливають на фактичний щорічний потенціал врожаю, а, отже, і визначають економічну ефективність вирощування. У сприятливі по зволоженню роки добрива сприяють збільшенню врожаю насіння до 27%, тоді як посушливі – на 44% [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На думку В. В. Лихочвора і В. Ф. Петриченка [5], серед агрозаходів вплив добрив на продуктивність рослин може сягати 50–60 % і більше.

В структурі застосування добрив переважає внесення азотної групи, що спричинює низку господарських та екологічних проблем. Так за даними Цветкової при внесенні високих доз сполук азоту у 2005–2009 рр. спостерігалося нагромадження у продуктах рослинництва надмірної кількості нітратів, забруднення ними відкритих водойм і ґрунтових вод, а повітря – окислами азоту [9].

Оптимальне співвідношення азоту, фосфору та калію сприяє максимальному формуванню врожаю культури та підвищенню ефективності застосування добрив при вирощуванні соняшника. Слід зазначити, що важливе значення має вплив погодних умов і, насамперед, кількість опадів та забезпеченість ґрунту елементами живлення [3].

Кількість азотних добрив слід збалансувати з використанням фосфорних так, щоб співвідношення між ними не виходило за межі 1:0,8–1,2. Варто забезпечувати також внесення необхідної кількості калію, недобір якого викликав накопичення в рослинній продукції надлишку нітратів та нітритів, особливо при використанні азотних добрив в аміачній формі [9].

Однією з основних проблем вирощування соняшнику в Україні залишається низька та нестабільна за роками врожайність. За останні 10 років вона становила понад 2,0 т/га – 23–25 % від потенційної продуктивності генотипів [2]. Однією з основних причин цього явища є відсутність збалансованого підходу до формування живлення.

В умовах Західного Полісся, де переважають малопродуктивні дерново-підзолисті ґрунти із періодично промивним водним режимом забезпечити оптимальні умови для росту рослин соняшника не завжди можливо, тому обґрунтування збалансованого мінерального живлення при мінімальних затратах є провідною задачею.

Мета. Проблема проектування оптимальної схеми мінерального живлення соняшнику при його вирощуванні в зоні Західного Полісся не має готового комплексного вирішення в силу кількох чинників:

– швидке оновлення генетичного матеріалу потребує постійного оновлення експериментальних даних;

– зона Полісся характеризується низьким потенціалом максимальної врожайності та високим ступенем агрономічних ризиків, що зумовлює необхідність проектування економічно обґрунтованих «мінімальних» технологій;

– періодично промивний водний режим території та зональні особливості грунтового покриву (закисленість, низька поглинальна та обмінна здатність, низький вміст органічних сполук) зумовлюють варіабельність дії конкретних видів комплексних добрив навіть за однакового вмісту діючих речовин.

Останній пункт є вкрай важливим, оскільки саме він є причиною частих проблем у реалізації потенційної врожайності. Саме цим обумовлена висока актуальність дослідження ефективності конкретних сучасних високотехнологічних комплексних добрив, що переважають на ринку.

З цією метою впродовж 2022 року на території Костопільського району Рівненської області (зона Західного Полісся України) на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах була закладена низка виробничих апробацій.

Матеріали та методи. Загальна схема випробування:

Припосівне удобрення Polifoska 8:24:24 100 кг/га
Припосівне удобрення Polifoska 8:24:24 100 кг/га
Припосівне удобрення Yara Mila 8:24:24 100 кг/га
Припосівне удобрення Yara Mila 8:24:24 100 кг/га

Дослід мав на меті визначення порівняльної ефективності різних видів мінеральних добрив аналогічного складу. Ефективність припосівного удобрення відносно чистого контролю доведена численними попередніми дослідженнями [2, 3, 6, 7].

Посів здійснювався посівним комплексом Ведерштад Темпо 8 із одночасним внесенням гранульованих комплексного добрив згідно схеми. Інші види комплексних добрив при вирощуванні не застосовувалися. На всіх варіантах випробування застосовувалося азотне живлення у формі внесення аміачної селітри 150 кг/га перед посівом культури.

Гібрид Бельведер, норма висіву 60 тисяч насінин на гектар. Термін посіву 02.05.2022. Попередник – кукурудза на зерно, обробіток ґрунту нульовий. Фактична густота рослин на момент збирання 55–56 000 на гектар.

Результати досліджень. Програма спостережень включала в себе морфологічні спостереження впродовж періоду вегетації, облік врожайності та визначення якісних показників зерна. В період завершення цвітіння (ВВСН 79) був проведений облік висоти рослин, діаметра кошика та стебла, а також маси кореневої системи.

Зокрема було відмічено різницю у розвитку рослин за висотою, та масою кореневої системи (рис. 1).

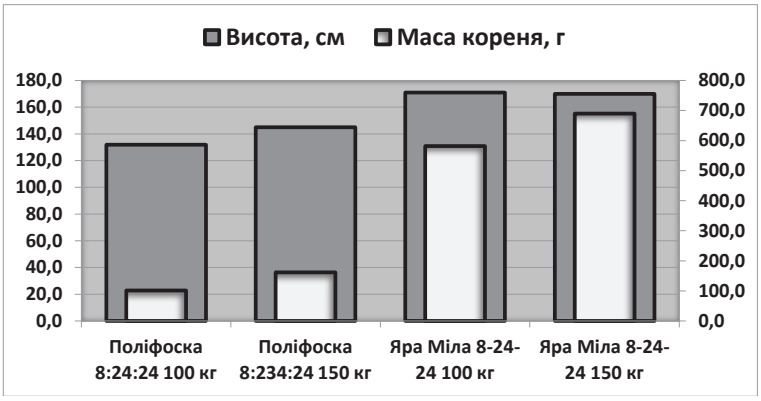


Рис. 1. Висота рослин соняшнику та маса кореневої системи на варіантах дослідження

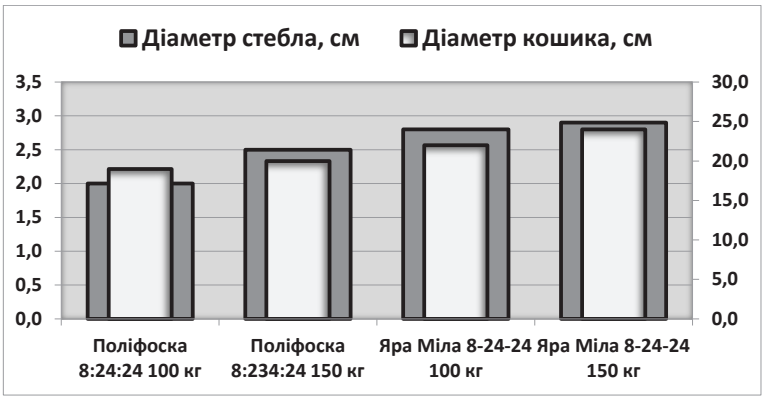


Рис. 2. Середній діаметр стебла то кошика на варіантах дослідження

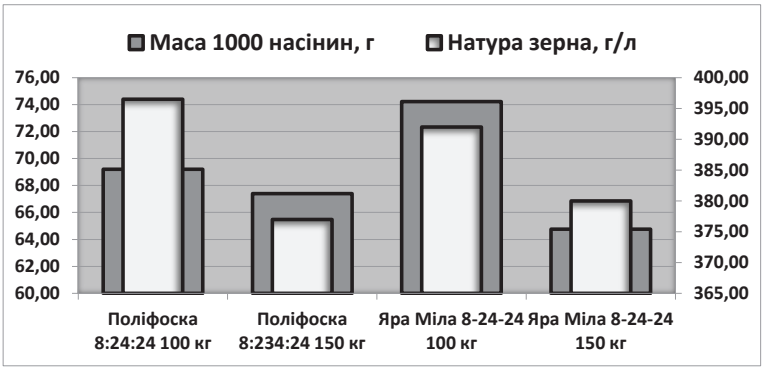


Рис. 3. Маса 1000 зерен та натура зерна соняшника на варіантах дослідження

Так висота рослин варіювала в межах від 132 до 171 см і загалом була меншою при застосуванні в якості припосівного добрива продукту Поліфоска 8:24:24 – 132 та 145 см при дозах внесення 100 та 150 кг відповідно. При застосуванні добрива Яра Міла показник становив відповідно 171 та 170 см. При цьому слід відмітити, що використання добрива Яра Міла сприяло формуванню більшої висоти рослин, відносно альтернативного добрива аналогічного складу. Відсутність зміни висоти соняшнику при збільшенні дози внесення добрива ймовірно вказує на достатній для реалізації генетичного потенціалу висоти рівень забезпечення елементами живлення навіть за умови меншої дози. Наявність істотної різниці у морфології рослини при внесенні різних добрив однакового складу за азотом, фосфором та калієм (що було перевірено в лабораторних умовах), може свідчити про дію додаткового чинника в складі добрива Яра Міла, наприклад присутності там певної сукупності мікроелементів, які сприяють кращому розвитку рослин. На користь останньої тези свідчить також значна розбіжність у масах кореневих систем на варіантах. Так при застосуванні добрива Поліфоска в дозах 100 та 150 кг маса кореневої системи становила відповідно 101 та 162 г, тоді як при внесенні аналогічних доз Яра Міла – 582 та 690 г. Подібний ефект ми спостерігали на соняшнику при застосуванні регуляторів росту на основі інгібіторів гібереліну, однак в такому разі висота рослин зазвичай зменшується відносно контрольних варіантів.

В даному випадку можна констатувати кращий розвиток рослини як в підземній, так і в надземній частині. Сам по собі факт суттєво кращого розвитку кореневої системи є вкрай важливим, оскільки в подальшому такі рослини матимуть кращий доступ до грунтової вологи, більшу площу живлення, а, отже, і вищий потенціал врожайності за інших рівних умов.

Паралельно був проведений облік діаметра кошика та стебла рослин по варіантах (рис. 2).

Загальна тенденція кращого розвитку рослин при застосуванні добрива Яра Міла зберігається. Так діаметр стебла при застосуванні доз 100 та 150 кг становив відповідно 2,8 та 2,9 см, що на 0,8 та 0,4 см перевищувало значення показника при застосуванні добрива Поліфоска. Як і у випадку із висотою рослин, помітна тенденція до збільшення діаметра стебла при збільшенні дози Поліфоски, тоді як різні дози застосуванні добрива Яра Міла не чинили істотного впливу на значення показника. При цьому навіть при вищій дозі Поліфоски, діаметр стебла був менший.

Повністю аналогічна ситуація із діаметром кошика. Так при застосуванні Поліфоски діаметр кошика становив 19 та 20 см, тоді як при аналогічних дозах Яра Міла відповідно 22 та 24 см. З точки зору генетичного потенціалу та морфології рослини, відповідно до рекомендацій оригінатора гібриду, оптимальним для формування максимальної врожайності та якості врожаю є діаметр кошика в межах 18–22 см. Відхилення в менший бік несе загрозу недоотримання врожаю, а збільшення понад – погіршення якісних показників.

Технічна стиглість посіву досягнута в період 10-12.09. Збір врожаю був проведений 06.10.2022 прямим комбайнуванням, із проведенням обліку врожайності та аналізом зразків насіння. Обмолоту передував тривалий дощовий період, що затримало збирання врожаю, та, ймовірно, вчинило негативний вплив на якісні показники насіння. Збиральна вологість в межах 14–15%.

Лабораторне дослідження показало суттєву варіацію якісних показників залежно від удобрення (рис. 3).

Так маса тисячі зерен варіювала в межах 64,8–74,2 г. Збільшення дози внесення обох видів добрив сприяло зменшенню маси тисячі зерен, для Поліфоски з 69,2 до 67,4 г (на 3%) та з 74,2 до 64,8 г для Яра Міла (-12,7%).

Таке явище може бути пов'язане із збільшенням загальної кількості насіння при збільшенні дози внесення добрив, що було ілюстроване збільшенням діаметра кошика (рис. 2). Цим же можна пояснити провал показника на варіанті із внесенням 150 кг Яра Міла, на якому було відмічено діаметр кошика 24 см.

Аналогічну тенденцію спостерігаємо і для показника натури зерна. Так найвищою натурою характеризувався варіант із внесенням 100 кг Поліфоски – 396,5 г/л, тоді як при внесенні цього ж добрива в дозі 150 кг натура зменшувалася до 377 г/л (на 5,1%). При внесенні Яра Міла зменшення показника склало 3%, при цьому істотної відмінності значень при внесенні однакових доз різних добрив не було.

Також було проведено аналіз насіння за показником олійності (рис 4).

Найменшу олійність (43,7%) було отримано на варіанті внесення 150 кг Поліфоски, при цьому зменшення показника від збільшення дози добрива склало 1,9 абсолютних відсотка. Натомість при застосуванні Яра Міла вміст олії складав 44,5 та 45,1% при дозах внесення 100 та 150 кг/га відповідно. Важливо відмітити, що не було зафіксоване падіння олійності при збільшенні дози.

Збиральна вологість була мінімальною на варіанті Яра Міла 100 кг, і складала 14,2%. Зважаючи на тривалий дощовий період, показник вологості не є об'єктивним для оцінки швидкості достигання посіву.

Результати врожайності наведені на рисунку 5.

За показниками врожаю слід відмітити наступні тенденції:

– збільшення врожайності при збільшенні дози внесення Поліфоски з 3,37 до 3,49 т/га, приріст 3,6%;

– значно вищу врожайність на варіанті Яра Міла 100 кг, відносно аналогічного варіанту із внесенням Поліфоски – 3,85 т/га проти 3,37 т/га. Приріст врожайності становив 14,2%;

– врожайність на варіантах із внесенням 150 кг/га обох видів добрив статистично не відрізнялась і становила 3,49–3,50 т/га.

Таким чином при застосуванні в дозі 100 кг/га добриво Яра Міла 8:24:24 дозволило сформувати значно кращу врожайність, однак внесення цього ж добрива в дозі 150 кг/га призвело до зниження врожайності. Така ситуація ймовірно є наслідком відміченої вище закономірності щодо закладки надміру великого кошика. На етапі закладки генеративних органів було хороше забезпечення елементами живлення та додатковими

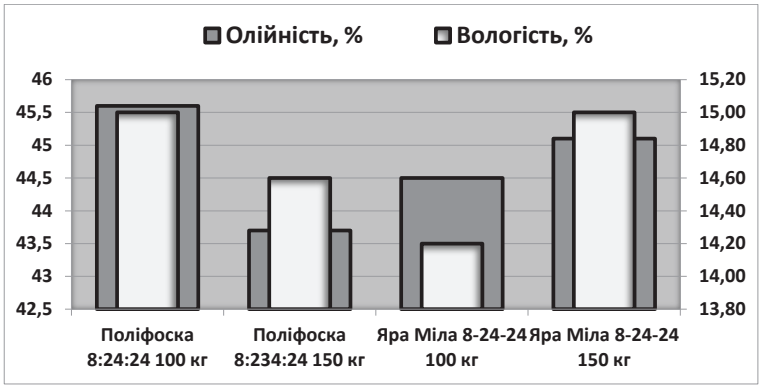


Рис. 4. Олійність та вологість насіння соняшнику за різного удобрення

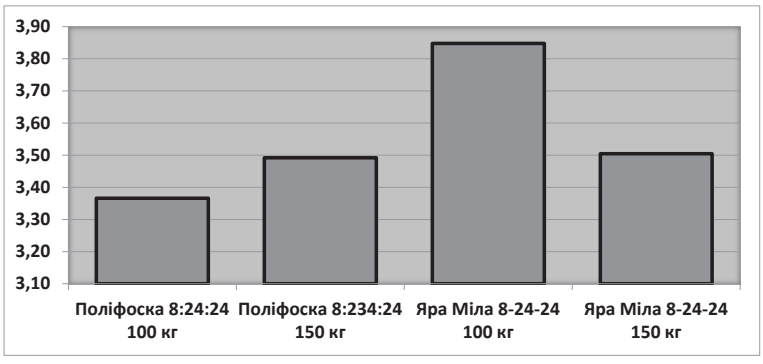


Рис. 5. Врожайність ріпаку за різного удобрення, т/га

необхідними сполуками, однак наявних у грунті ресурсів не вистачило для повноцінної реалізації закладеного потенціалу. Це призвело до формування великої кількості дрібного насіння (низька маса тисячі зерен), поганого виповнення зернівки (низька натура зерна), та, як наслідок, зниження врожайності.

Висновки. Проведені дослідження показали, що якісні та кількісні показники врожаю соняшнику істотно змінюються залежно від внесення конкретного виду мінерального добрива навіть за умови аналогічного вмісту азоту, фосфору та калію в них. Так при застосуванні добрива Яра Міла 8:24:24 посіви краще розвивали кореневу систему, характеризувались більшим діаметром стебла та кошика, що в результаті дозволило сформувати більший врожай з кращими якісними показниками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Агропромисловий комплекс України: стан, тенденція та перспективи розвитку. Інформ.-аналіт. Збірник. К. : ІАЕ УААН, 2002, Вип. 5. 409 с.
2. Бутенко А. О. Сортові особливості формування урожаю соняшнику в умовах північно-східної України : автореф. дис. канд. с.-г. наук : 06.01.09 / А. О. Бутенко; Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН. – Х., 2005, 20 с.
3. Гарбар Л. А., Ковтун Т. В. Формирование площади листовой поверхности гибридов подсолнечника под. влиянием минерального удобрения. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2018. № 11 (169), С. 19-22
4. Горбатюк Є. М., Гарбар Л. А. Формирование производительности посевов подсолнечника при различных условиях сева. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017. № 8 (134), С. 53-56.
5. Лихочвор В. В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: Укр. технології, 2006, 614 с.
6. Пересадько М. С. Закономерности реакции новых гибридов подсолнечника на фон минерального питания и нормы высева семян. *Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*. 2009, № 2 (141), с. 24-27.
7. Технология промышленного семеноводства подсолнечника и кукурузы на востоке Украины: практическое руководство / Краевский А. Н. др. – Луганск, 2003, 43 с.
8. Удова Л. О. Підвищення стійкості виробництва соняшнику. Економіка АПК. 2003, № 9, С. 32-37.
9. Цветкова Н. М., Сараненко І. І. Вплив добрив на показники якості чорнозему. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія*. 2010, № 18 т. 1, с. 117-122.
10. Шакалий С. Н. Влияние систем защиты на формирование урожайного потенциала гибридов подсолнечника. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*, 2019, № 3, с. 42-45.

REFERENCES:

1. *Ahropromyslovyi kompleks Ukrainy: stan, tendentsiia ta perspektyvy rozvytku (2002)*. informatsiino-analitychnyi zbirnyk [Agro-industrial complex of Ukraine: state, trend and development prospects. Informational analytical issue], Vol 5.
2. Butenko A. O. (2005) *Sortovi osoblyvosti formuvannia urozhaiu soniashnyku v umovakh pivnichno-skhidnoi Ukrainy* : avtoref. dys. kand. s.-h. nauk : 06.01.09 [Varietal features of the formation of the sunflower crop in the conditions of northeastern Ukraine. Ph.D thesis]; Instytut roslynnytstva im. V. Ya. Yurieva UAAN.
3. Harbar I. A., Kovtun T. V. (2018) *Formyrovanye ploshchady lystovoi poverkhnosty hybrydov podsolnechnyka pod. vlyianyem myneralnoho udobrenyia*. Vestnyk Altaiskoho hosudarstvennoho ahrarnoho unyversyteta [Formation of the leaf surface area of sunflower hybrids under under the influence of mineral fertilizer. Bulletin of the Altai State Agrarian University]. Vol. 11 (169), pp. 19-22
4. Horbatiuk Ye. M. Harbar L. A. (2017) *Formyrovanye proyzvodytelnosty posevov podsolnechnyka pry razlychnikh uslovyiakh seva*. Vestnyk Altaiskoho hosudarstvennoho ahrarnoho unyversyteta [Formation of productivity of sunflower crops under various sowing conditions. Bulletin of the Altai State Agrarian University], Vol.8 (134), pp. 53-56.
5. Lykhochvor V. V. (2006) *Roslynnytstvo. Suchasni intensyvni tekhnolohii vyroshchuvannia osnovnykh polovykh kultur* [Modern intensive technologies of cultivation of the main field crops]. Lviv: Ukr. Tekhnolohii.
6. Peresadko M. S. (2009) *Zakonomernosty reaktsyy novykh hybrydov podsolnechnyka na fon myneralnoho pytanyia y normi vyseva semian*. Nauchno-tekhnycheskyi biulleten Vserossyiskoho nauchno-yssledovatelskoho ynstytuta maslychnykh kultur [Laws of reaction of new sunflower hybrids against the background of mineral nutrition and seed sowing rates. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Research Institute of Oilseed Crops]. Vol. 2 (141), pp. 24-27.
7. Kraevskyi A. N. (2003), *Tekhnolohyia promyshlennoho semenovodstva podsolnechnyka i kukuruzy na vostoke Ukrayny*: praktycheskoe rukovodstvo [Technology of industrial seed production of sunflower and corn in eastern Ukraine: a practical guide], Luhansk, 2003.
8. Udova L. O. (2003), *Pidvyshchennia stiikosti vyrobnytstva soniashnyku*. Ekonomika APK [Increasing the sustainability of sunflower production. Economy of agro-industrial complex], Vol. 9, pp. 32-37.
9. Tsvetkova N. M., Saranenko I. I. (2010), *Vplyv dobryv na pokaznyky yakosti chornozemu*. Visnyk Dnipropetrovskoho universytetu. Biolohiia. Ekolohiia [The effect of fertilizers on quality indicators of chernozem. Bulletin of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology], Vol.18 t1, pp 117-122.
10. Shakalyi S. N. (2019), *Vlyianye system zashchyty na formyrovanye urozhainoho potentsyala hybrydov podsolnechnyka*. Vestnyk Belorusskoi hosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademyy [The influence of protection systems on the formation of the yield potential of sunflower hybrids. Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy], Vol.3, pp. 42-45.

Фурманець О.А. Розвиток та продуктивність соняшнику на дерново-підзолистих ґрунтах західного Полісся при застосуванні різних видів комплексних добрив

Мета. Дослідження мало на меті визначення порівняльної ефективності різних видів мінеральних добрив аналогічного складу.

Методи. Дослідження проведені на території Рівненського району Рівненської області, грунтово-кліматична зона Західного Полісся України. Грунт ділянки – дерново-підзолистий супіщаний, типовий для зони. Посів здійснювався посівним комплексом Ведерштад Темпо 8 із одночасним внесенням гранульованих комплексних добрив згідно схеми. Інші види комплексних добрив при вирощуванні не застосовувалися. На всіх варіантах випробування застосовувалося азотне живлення у формі внесення аміачної селітри 150 кг/га перед посівом культури. Гібрид Бельведер, норма висіву 60 тисяч насінин на гектар. Термін посіву 02.05.2022. Попередник – кукурудза на зерно, обробіток ґрунту нульовий.

Результати. Матеріал висвітлює нерівнозначність отриманих агрономічних ефектів при застосуванні кон-

кретних мінеральних добрив аналогічного складу за вмістом азоту, фосфору та калію. Обґрунтовано не лише зміни врожайності соняшнику при застосуванні різних видів добрив, а й істотну варіацію якісних показників зерна – маси 1000 зерен, натури, олійності. При цьому отримані показники продуктивності чітко корелюють із морфологічними особливостями рослин, що були відслідковані впродовж вегетації. Так застосування мінерального добрива Яра Міла 8:24:24 чинило істотний позитивний вплив відносно конкурентного продукту аналогічного складу на розвиток кореневої системи, діаметр стебла та кошика. Разом із тим, застосування вказаного добрива зумовило збільшення висоти рослин на 25-30 см, що є додатковим фактором ризику і потребує врахування в загальній технології вирощування культури. Окремо слід відзначити, що підвищення дози внесення добрива Яра Міла спричинило загальне зниження врожайності відносно застосування в меншій дозі, чого не спостерігалось при використанні добрива Поліфоска 8:24:24.

Висновки. Застосування припосівного внесення гранульованого комплексного добрива Яра Міла показало комплексний позитивний ефект на розвиток та продуктивність соняшнику в умовах, що досліджувалися відносно конкурентного продукту аналогічного складу.

Ключові слова: соняшник, припосівне удобрення, якісні показники зерна, фосфорно-калійне живлення, приріст врожаю.

Furmanets O.A. Development and productivity of sunflower on sod-podzolic soils of Western Polissia with the application of various types of complex fertilizers

Purpose. The purpose of the study was to determine the comparative effectiveness of different types of mineral fertilizers of a similar composition.

Methods. The research was carried out on the territory of the Rivne's district, the soil-climatic zone of the Western Polissia of Ukraine. The soil of the site is sod-podzolic sandy loam, typical for the zone. Sowing was carried out with the Vaderstad Tempo 8 seeding complex with the simultaneous application of granular complex fertilizers according to the scheme. Other types of complex fertilizers were not used during cultivation. Nitrogen nutrition – 150 kg/ha of ammonium nitrate before sowing at all variants of the test. Hybrid - Belvedere, the sowing rate is 60,000 seeds per hectare. Sowing date 05/02/2022. Predecessor – corn for grain, zero tillage.

Results. The material of the article highlights the inequality of the agronomic effects obtained when using specific mineral fertilizers of a similar composition in terms of nitrogen, phosphorus and potassium content. Not only the changes in the yield of sunflower when using different types of fertilizers, but also the significant variation of quality indicators of grain - weight of 1000 grains, nature, oiliness - are substantiated. At the same time, the productivity indicators obtained are clearly correlated with the morphological features of the plants, which were monitored during the growing season. Thus, the use of mineral fertilizer Yara Mil 8:24:24 had a significant positive effect on the development of the root system, the diameter of the stem and the basket, compared to a competitive product of a similar composition. At the same time, the use of this fertilizer led to an increase in the height of plants by 25-30 cm, which is an additional risk factor and needs to be taken into account in the general technology of crop cultivation. Separately, it should be noted that increasing the dose of Yara Mil fertilizer caused a general decrease in yield relative to the use of a lower dose, which was not observed when using Polifoska 8:24:24 fertilizer.

Conclusions. The application of granular complex fertilizer Yara Mila showed a complex positive effect on the development and productivity of sunflower in the studied conditions.

Key words: sunflower, sowing fertilizer, grain quality indicators, phosphorus-potassium nutrition, yield increase.

СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО

УДК 631.529:631.527:631.526.32
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.14

ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ РОСЛИН – ВАЖЛИВЕ ПІДҐРУНТЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ НОВИХ СОРТІВ

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-3895-5633
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України
БОРОВИК В.О. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0003-0705-2105
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України
БОЯРКІНА Л.В. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-6605-8411
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Очікується, що зміна клімату в поєднанні зі збільшенням населення на земній кулі призведе до глобального дефіциту продовольства, особливо продуктів, багатих білком. Щоб прогодувати зростаючу кількість – понад 9 мільярдів людей до 2050 року, нинішній рівень продуктивності сільського господарства потрібно збільшити вдвічі [1, 2, 3]. Таким чином, вирощування культур з більшою врожайністю стало актуальним завданням для науковців. Культивована соя *Glycine max* (L.) Merr., яка багата як білком [4], так і олією, є однією з найважливіших культур у світі [5, 6], забезпечуючи близько 50% світового виробництва олійних культур.

Однак культивована соя (*Glycine max*) зазнала кількох генетичних проблем, включаючи одомашнення, інтродукцію місцевих сортів в інші регіони світу та, останнім часом – селективне розведення, що призвело до низького генетичного різноманіття та є основною перешкодою для покращення сортів сої [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Генетичне різноманіття відіграє важливу роль у вдосконаленні культурних рослин, є наріжним каменем селекційного процесу.

Відносно високий рівень генетичної різноманітності спостерігається у диких родичів сої, особливо багаторічної (*Glycine* підрід *Glycine*), які можуть служити потенційними генофондами для покращення сучасних сортів. Дика соя є філогенетично диверсифікованою та адаптованою до різних середовищ існування, виявляючи стійкість до різноманітних біотичних та абіотичних стресів. Досягнення в секвенуванні геному та транскриптомів дозволяють виявити в дикій сої алелі, пов'язані з бажаними ознаками, які були втрачені під час її одомашнення. Збір і збереження диких родичів та аналіз їх геномних особливостей прискорить селекцію сої і сприятиме сталому розвитку сільського господарства та виробництву продуктів харчування [6-8].

Ряд науковців [9-12] стверджують, що окремі дикі види сої володіють генами, які забезпечують стійкість до комах, що висмоктують сік, до кореневої гнилі *Phytophthora* [13], борошнистої роси [14], , іржі [15], гнилі стебла *Sclerotinia* та синдрому раптової гибелі [16].

Посуха знижує врожайність сої до 40% [17]. *G. Soja* частіше зустрічається в місцях існування з високим рівнем доступності води, і тому, як правило, не вважається ідеальним матеріалом для створення посухостійких сортів. Тим не менш, втрата врожаю внаслідок перенесеного рослинами стресу від посухи була нижчою в трансгенних лініях *G. max*, що гетерологічно експресують *GsWRKY20* з *G. soja*, ніж у відповідних нетрансгенних контрольних рослинах [18]. Навпаки, представники підроду *Glycine* добре пристосовані до умов посухи [19].

Профілювання транскриптомів і порівняння між цими видами допоможе нам ідентифікувати гени, що реагують на стрес, викликаний посухою, з потенційним використанням у розведенні посухостійкої сої.

Засолення ґрунту є глобальною проблемою, яка безпосередньо впливає на орні землі та спричиняє втрати врожаю. Засолені ґрунти наразі складають 8% загальної площі суші. Соєві боби класифікуються як культури помірно чутливі до солі [20].

Проте є повідомлення науковці про зародкові плазми з різними рівнями стійкості до солі [21] урожайність чутливих сортів сої різко знижувалася під впливом солі [22, 23].

Хоча зворотні генетичні підходи виявили багато генів сої, які функціонують у реакції на сольовий стрес, лише один основний QTL, розташований на хромосомі 3, неодноразово ідентифікувався в різних популяціях. Ген ім*GmSALT3* лежить в основі цього клонованого QTL [24]. Аналіз транскриптомів різних сортів сої в умовах сольового стресу показав, що механізм стійкості до солі залежить від генотипу [25].

Таким чином збагачення генетичного різноманіття колекції рослин новими зразками, вивчення їх в умовах зрошення, добір цінних генотипів за господарськими ознаками в результаті багаторічних досліджень та використання їх при створенні нових сортів – є актуальним та важливим.

Мета статті – висвітлити питання з дослідження нових колекційних зразків сої культурної в умовах зрошення, отриманих з Одеського селекційно-генетичного інституту, для подальшого використання їх в селекційному процесі при створенні нових сортів.

Матеріали і методика досліджень. Основна задача в проведенні досліджень – є одержання достовірних порівняльних оцінок зразків за основними господарсько-цінними ознаками і біологічними властивостями, передбаченими критеріями в колекційних розсадниках.

Оцінка зразків проводилась за методикою Державної комісії по сортовипробуванню сільськогосподарських культур [26], Методики польового досліду [27, 28]. Обліки і спостереження за розвитком рослин виконувалися згідно методичних рекомендацій НЦГРРУ – Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine max*. (L.)» [29] та літературних джерел – «Методичні рекомендації з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур» [30] і «Хвороби та шкідники сої» [31]. Статистична обробка отриманих даних проводилась згідно методики за ред. Вожегової Р.А. [27].

Колекційні розсадники розташовувались на полях селекційної сівозміни Інституту.

Ґрунт дослідної ділянки темно-каштановий середньосуглинковий, в орному шарі якого містилось 2,0–2,2% загального гумусу, нітратного азоту – 1,8 мг/кг, рухомих сполук фосфору – 32,3 мг/кг і калію – 251,0 мг/кг ґрунту. Лімітуючим фактором технологічного забезпечення є недостатня кількість опадів у період вегетації. Специфічність зони полягає і в достатньо жорстких діях повітряної посухи під час суховійних днів. Тому вирощування колекційних зразків в зоні Південного Степу України можливе тільки за умов зрошення.

Агротехнічні умови проведення досліджень загальноприйняті для південного регіону України. Попередник – овочеві культури. Зяблевий обробіток ґрунту проводився на глибину 27 см. Удобрення (N_{30}) вноситься під передпосівний обробіток ґрунту. Сівбу проводили ручним способом 01-05 травня. Масові сходи колекційних зразків спостерігали на 8-10 добу після сівби, бавовнику – на 15–20 добу.

З бур'янами боролись наступним чином. Відразу після сівби до сходів сої ручним оприскувачем внесено ґрунтовий гербіцид Фронтьєр оптіма, 1,2 л/га. У фазі 2-х трійчастих листочків посіви сої були оброблені страховим гербіцидом Корум, 3 л/га, проти однодольних та дводольних бур'янів.

Площа однорядкової ділянки в колекційних розсадниках – 2,1 м^2, сівбу проводили рядковим способом. Використовували стандартний сорт сої Даная селекції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, розташовували його через 9 номерів. Відмічалася дата з'явлення сходів, проводились фенологічні спостереження: визначалися фази розвитку рослин. Обліки висоти рослин, прикріплення нижніх бобів, стійкість до вилягання, посухи та ураження найбільш поширеними в південній зоні України хворобами проводилось в період цвітіння – формування насіння. Стійкість до розтріскування бобів сої визначали в фазу повної стиглості зерна.

Результати досліджень. Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН співпрацює з Національним центром генетичних рослин України за дослідженням наступних культур: соя культурна, бавовник середньо волокнистий, багаторічні бобові та злакові трави, гуар, що всього складає 1336 зразків (табл. 1).

У середньому за рік впродовж 2020–2021 рр. до гібридизації залучалось 673 зразки сої, в тому числі 257 з кастрацією квіток і 403 – без. Зав'язування складало 140 за кастрації квітки та 104 – без.

Впродовж 2020 – 2022 рр. у відділі селекції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН вивчались нові зразки сої культурної, отримані з Одеського селекційно-генетичного інституту, це – UKR00600870 Еврідіка, UKR00600871 Аврора, UKR00600872 Південна зоря, UKR00600873 Орфей.

За терміном дозрівання досліджувані зразки характеризувались короткою тривалістю періоду вегетації, у. т. ч.: UKR006:00870 Еврідіка, UKR006:00873 Орфей, UKR006:00871 Аврора, UKR006:00872 Південна зоря, який знаходився у межах 104–109 діб (табл. 2).

За типом росту всі зразки відносились до проміжного, окрім Південної зорі, у якої спостерігали детермінантний тип росту.

Згідно «Широкого уніфікованого класифікатора роду *Glycine max(L.) Merr*» [7] середню (6 балів) висоту рослин, що знаходилась у межах 80,5–91,8 см, мали всі нові досліджувані зразки: UKR00600872 Південна зоря (80,5 см), UKR00600873 Орфей (83,6 см), UKR00600870 Еврідіка (86,0 см), UKR00600871 Аврора (91,8 см).

Серед проаналізованих номерів сої середньою висотою (5 балів) прикріплення нижнього бобу, що складала 12,8 см, володів лише зразок UKR00600872 Південна зоря, решта мали висоту прикріплення нижнього бобу, яка знаходилась у межах 8,2–11,8 см, що відповідає градації «мала». Перевищення цього показника у стандартного сорту над досліджуваними складало 0,9 (UKR00600872 Південна зоря) – 5,5 (UKR00600870 Еврідіка) см.

Менш стійким до вилягання (7 балів) виявився зразок UKR00600872 Південна зоря. Кількість рослин, що вилягли на ділянці впродовж періоду вегетації, склала 15%. Решта номерів проявили дуже високу стійкість за цією ознакою і відповідала 9 балам.

Аналіз отриманого врожаю показав, що всі номери сформували меншу врожайність на 2–9 г/м^2, ніж стандартний сорт UD0201975 Даная (354 г/м^2).

При визначенні продуктивності рослин сої, яка зумовлена взаємодією цілого комплексу ознак, з яких найбільше значення мають такі елементи структури врожаю, як кількість продуктивних вузлів, бобів, насінин та маси насіння на рослині та ін.

Установлено, що всі зразки характеризувались «малим» гілкуванням на рослину – 1,9–2,1 штук та

Таблиця 1

Дані по генетичних ресурсах Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН на 01.11.2022 р.

№ п/п	Показники	Культура						
		соя	бавовник	люцерна	стоколос безостий	грястиця збірна	гуар	Всього
1	Кількість зразків у колекції установи всього, шт.	529	284	180	190	146	7	1336
2	*з них українського походження, всього,* шт.	215	107	131	92	29	-	574
3	у т.ч. селекційні сорти, разом	420	136	131	76	99	7	869
4	*з них України*	184	23	107	22	16	-	352
5	сорти та форми народної селекції, разом	15	59	-	62	27	-	163
6	*з них України*	13	36	-	22	13	-	84
7	селекційні лінії, разом	94	80	24	30	-	-	228
8	*з них України*	18	37	20	30	-	-	105
9	генетичні лінії, разом	-	-	-	-	-	-	-
10	*з них України*	-	-	-	-	-	-	-
11	синтетичні популяції, разом	-	9	11	-	-	-	20
12	*з них України*	-	11	7	-	-	-	18
13	гібриди (лише для вегетативно розмножуваних культур), разом	-	-	-	18	-	-	18
14	*з них України*	-	-	-	18	-	-	18
15	дикорослі форми, разом	-	-	10	4	20	-	34
16	*з них України*	-	-	3	-	-	-	3
17	статус зразка не визначений			4	-	-	-	4
18	Передано паспортів зразків в Центральну базу, всього, шт.	526	84	78	90	146	-	1324
19	Передано зразків насіння до Національного сховища, всього, шт.	527	284	176	169	145	-	1301
20	Використано зразків при створенні нових сортів у середньому за рік	673	-	10	-	-	22	705

Таблиця 2

Характеристика зразків сої за основними морфобіологними та господарськими ознаками (середнє за 2020–2022 рр.)

Номер Національного каталогу		**UD0201975**	**UKR00600870**	**UKR00600873**	**UKR00600871**	**UKR00600872**
Назва зразка		Даная, ст.	Еврідіка	Орфей	Аврора	Південна зоря
Тривалість періоду вегетації, діб		128	104	106	105	109
Рослина: тип росту		проміжний	проміжний	проміжний	проміжний	детер-мінантний
Висота, см	рослини	105,8	86,0	83,6	91,8	80,5
	прикріплення нижнього бобу	13,7	8,2	11,8	9,7	12,8
Стійкість, бал	проти виляганя	9	9	9	9	7
	до розтріскування бобів	9	9	9	9	9
	до бактеріального опіку	9	7	7	7	8
	до пероноспорозу	9	8	7	8	7
	до вірусної мозаїки	9	9	9	9	9
Маса 1000 насінин, г		127,7	114,4	113,2	113,0	118,1
Урожайність, г/м^2		354	345	347	352	349
+ - до стандарту, г/м^2			-9	-7	-2	-5

були близькими за значенням до стандартного сорту UD0201975 Даная, 2,1 шт. гілок (табл. 3).

За кількістю бобів зразки сформували від 48,9 (UKR00600873 Орфей) до 53,9 (UKR00600871 Аврора) штук бобів/рослину. Проте показники ні одного зразку не перевищували за цією ознакою стандартний сорт UD0201975 Даная, у якого нараховувалось 56,0 бобів на рослині. Близькими до стандарту були UKR00600870 Еврідіка – 53,7 бобів/рослину та UKR00600871 Аврора – 53,9 бобів/рослину. «Малу» кількість бобів, яка відповідала градації 3 бали і складала 86 – 95% до стандарту, мали UKR00600873 Орфей (88,0% до стандарту), UKR00600872 Південна зоря (92,0% до стандарту). «Середніми» показниками цієї ознаки володіли UKR00600870 Еврідіка (96,0% до стандарту) та UKR00600871 Аврора (97,0% до стандарту), що за градацією складає 5 балів.

Більший рівень прояву ознаки «кількість насінин на рослині» по відношенню до стандарту, що відповідала 99,0%, сформував UKR00600871 Аврора, найменший, 93,6% – UKR00600870 Еврідіка. Хоча, в цілому, всі зразки мали «середню кількість насінин» по відношенню до стандарту, що відповідає градації 5 балів.

Результати вивчення врожаю сої показали, що кращі зразки генофонду за масою насіння на одну рослину характеризувались «виключно високою продуктивністю» – більше 33 г, у т. ч.: UKR00:600871 Аврора 34,8 г, інші – були «дуже високопродуктивними». Вони сформували масу насіння на рослині більшу ніж 22 г, це: UKR00600873 Орфей 29,1 г, UKR00600872 Південна зоря 30,8 г, UKR00600870 Еврідіка 31,8 г [5].

Встановлено, що між продуктивністю генотипів та іншими кількісними ознаками рослин сої існують тісні та стійкі зв'язки, у тому числі і з кількістю бобів та насінин на одній рослині [9, 32].

У досліджуваних зразків вклад окремої кількісної ознаки у формування продуктивності дещо різнився – від слабкої до істотної. Пряму залежність спостерігали між масою насіння та висотою рослини. Менш слабким зв'язком, у порівнянні з іншими зразками, спостерігався у зразку UKR00600872 Південна зоря – r=0,10 (табл. 4).

У «виключно високо продуктивного» зразку UKR00600871 Аврора зафіксовано тісний зв'язок між масою насіння з рослини і кількістю вузлів r=0,90.

Більш тісні зв'язки з масою насіння з рослини мали діаметр першого міжвузля, коефіцієнт кореляції яких знаходився у межах 0,60 (UKR00600870 Еврідіка) – 0,70 (UKR00600871 Аврора та кількістю бобів на головному стеблі r=0,62–0,70. Дещо меншим цей зв'язок виявився у UKR00600872 Південна зоря – r=0,62, найтіснішим – у UKR00600871 Аврора r=0,70.

Особливу увагу привертає дуже тісний зв'язок між масою та кількістю насіння з рослини. Серед зразків

Таблиця 3

Характеристика основних елементів структури врожаю у нових зразків сої за 2020–2022 рр.

Назва зразка, номер реєстрації	Бічних гілок, шт./рослину	Бобів на гілках, шт./рослину		Насінин, шт./ рослину	Маса насіння, г/рослину	+- до стандарту, г
		головн.	бічних			
UD0201975 Даная, стандарт	2,1	54,6	1,4	157	35,8	-
UKR00600873 Орфей	2,1	47,6	1,3	149	29,1	-6
UKR00600870 Еврідіка	1,9	51,9	1,8	147	31,8	-4
UKR00600871 Аврора	2,0	52,2	1,7	155	34,8	-1
UKR00600872 Південна зоря	2,1	49,9	1,6	148	30,8	-5

Таблиця 4

Залежність маси насіння з рослини від елементів продуктивності у досліджуваних зразків генофонду сої

Номер Національного каталогу, назва сорту	Кореляція між масою насіння з рослини та								
	висотою рослини	кількістю		діаметром 1 -го міжвузля	кількістю				всього насіння з рослини
		вузлів	бічних гілок		бобів на головному стеблі	бобів на бічних стеблах	насіння на головному стеблі	насіння на бічних стеблах	
UD0201975 Даная, стандарт	0,37	0,78	0,44	0,62	0,79	0,64	0,63	0,38	0,92
UKR00600873 Орфей	0,40	0,58	0,38	0,61	0,70	0,52	0,51	0,29	0,88
UKR00600870 Еврідіка	0,30	0,87	0,29	0,60	0,67	0,44	0,51	0,16	0,77
UKR00600871 Аврора	0,32	0,90	0,33	0,79	0,82	0,62	0,71	0,40	0,93
UKR00600872 Південна зоря	0,10	0,57	0,42	0,70	0,62	0,56	0,52	0,36	0,80

Таблиця 5

Джерела цінних господарських ознак, виділені за 2020–2022 рр.

Ознака	Джерела цінних ознак
«короткий» період сходи-повна стиглість (101-120 діб)	UKR006:00870 Еврідіка, UKR006:00873 Орфей, UKR006:00871 Аврора, UKR006:00872 Південна зоря
«велика» висота прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту (12,1-16,0 см)	UKR00:600872 Південна зоря
«виключно високопродуктивні» (більше 33,0 г)	UKR00:600871 Аврора
За комплексом ознак	
короткий період вегетації сходи-повна стиглість, «велика» висота прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту	UKR006:00872 Південна зоря
«короткий» періоду вегетації сходи-повна стиглість, «виключно високопродуктивний»	UKR00:600871 Аврора

генофонду що вивчались, найтісніший зв'язок спостерігався у UKR00600871 Аврора – r=0,71. Майже на одному рівні r=0,51-0,52 знаходились подібні показники у зразків UKR00600873 Орфей, UKR00600870 Еврідіка, UKR00600872 Південна зоря.

Серед досліджуваних ознак найбільш тісніші зв'язки, на рівні 0,77 – 0,93 спостерігались між масою насіння та загальною кількістю насінин з рослини. Причому найсильнішим цей зв'язок виявився у «виключно високо продуктивного» зразку сої UKR00600871 Аврора, коефіцієнт кореляції якого знаходився на рівні 0,93. Дещо слабший зв'язок, у порівнянні з UKR00600871 Аврора, спостерігався у UKR00600872 Південна зоря та UKR00600873 Орфей r=0,80–0,88 і ще декілька менший – у UKR00600870 Еврідіка r=0,77.

Результати аналізу свідчать, що зразок сої UKR00600871 Аврора володів найтіснішими зв'язками між масою насіння з рослини з елементами продуктивності, майже на рівні стандартного сорту UD0201975 Даная, у т. ч.: з «кількістю вузлів на рослині» – r=0,90, «діаметром 1-го міжвузля» r=0,79, «кількістю бобів та насіння на головному стеблі» r=0,82–0,71, «всього насіння з рослини» r=0,93.

Загальним для всіх зразків був найбільш тісний зв'язок між масою та кількістю насіння з рослини, який знаходився в межах r=0,77–0,93.

Отже, встановлені зв'язки між масою насіння з рослини у досліджуваних зразків генофонду сої та основними ознаками: висотою рослини, кількістю бічних гілок і продуктивних вузлів, бобів і насінин на рослині буде використовуватись в подальшій селекції при розробці моделі нового сорту.

Урожайність знаходиться в прямій залежності від кількості продуктивних вузлів на рослині, бобів, та маси насіння з рослини.

В результаті вивчення зразків сої впродовж 2020–2022 рр. виділені джерела цінних господарських ознак (табл. 5).

Таким чином, за результатами досліджень виділені джерела цінних ознак. Зразки UKR006:00870 Еврідіка, UKR006:00873 Орфей, UKR006:00871 Аврора, UKR006:00872 Південна зоря характеризувались «коротким» періодом сходи-повна стиглість (104 – 109 діб); UKR00:600872 Південна зоря – «великою» висотою прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту (12,8 см); UKR00:600871 Аврора –«виключно високо продуктивністю» (34,8 г). Комплексом господарсько-цінних ознак володіли UKR006:00872 Південна зоря – коротким періодом вегетації сходи-повна стиглість і «великою» висотою прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту та UKR00:600871 Аврора – «коротким» періодом вегетації сходи-повна стиглість і «виключно високо продуктивністю»

Вище вказані зразки рекомендуються до залучення в селекційний процес для створення на їх генетичній основі нових сортів сої адаптованих до зрошуваних умов Південного Степу України.

Висновки. Впродовж 2020–2022 років в колекційному розсаднику в умовах зрошення Південного Степу України вивчались чотири нових зразки сої культурної – UKR00600870 Еврідіка, UKR00600871 Аврора, UKR00600872 Південна зоря, UKR00600873 Орфей. За результатами досліджень виділені джерела цінних ознак. Зразки UKR006:00870 Еврідіка, UKR006:00873 Орфей, UKR006:00871 Аврора, UKR006:00872 Південна зоря характеризувались «коротким» періодом сходи-повна стиглість (104 – 109 діб); UKR00:600872 Південна зоря – «великою» висотою прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту (12,8 см); UKR00:600871 Аврора – «виключно високо продуктивністю» (34,8 г). Комплексом господарсько-цінних ознак володіли UKR006:00872 Південна зоря – коротким періодом вегетації сходи-повна стиглість і «великою» висотою прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту та UKR00:600871 Аврора – «коротким» періодом вегетації сходи-повна стиглість і «виключно високо продуктивністю».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Tilman D., Balzer C., Hill J., Befort B. L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2011. 108:20260–20264. DOI: 10.1073/pnas.1116437108.
2. Ray D. K., Mueller N. D., West P. C., Foley J. A. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *LoS One*. 2013. 8(6). e66428.10.1371/journal.pone.0066428.
3. Vozhehova R., Borovik V., Kokovikhin S., Kokovikhina O., Boiarkina L., Shkoda O.. Evaluation of cotton gene pool samples in different years of heat supply in the conditions of the southern steppe of Ukraine. Scientific

Papers. *Series A. Agronomy*. 2022. Vol. LXV, No. 2. P. 313-318. https://agronomyjournal.usamv.ro/index.php/scientific-papers/current?id=1504.
4. Guo B., Sun L., Siqi Jiang S., Ren H., Sun R., Wei Z., Hong H., Luan X., Wang J., Wang X., Xu D., L W., Guo C., Qiu Li J. Soybean genetic resources contributing to sustainable protein production. *Theoretical and Applied Genetics*. 2022. 135:4095–4121. https://doi.org/10.1007/s00122-022-04222-9.
5. JiaJ J., Li H., Zhang X., Li Z., Qiu L. Genomics-based plant germplasm research (GPGR). *The Crop Journal*. 2017. Vol. 5(2). P. 166-174. https://doi.org/10.1016/j.cj.2016.10.006.
6. Vozhehova R., Borovyk V., Biliaieva I., Lykhovyd P., Rubtsov D. The effect of plants density nitrogen fertilization on the economic efficiency of soybean seed production in the irrigated conditions of the South of Ukraine. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2019. Vol. 19(3). P. 649-657. https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.19_3/volume_19_3_2019.pdf.
7. Zhuang Y., Li X., Hu J., Xu R., Zhang D. Expanding the gene pool for soybean improvement with its wild relatives. *aBIOTECH*. 2022. 3:115–125. https://doi.org/10.1007/s42994-022-00072-7.
8. Swarup S. E. J., Crosby K., Flage L., Kniskern J., Glenn K. C. Genetic diversity is indispensable for plant breeding to improve crops. *Crop Science*. 2020. Vol. 61(2). P. 839-852. https://doi.org/10.1002/csc2.20377.
9. Zhang H. F, Yasmin F., Song B. H. Neglected treasures in the wild—legume wild relatives in food security and human health. *Curr Opin Plant Biol*. 2019. 49:17–26. doi: 10.1016/j.pbi.2019.04.004.
10. Kingsley O., Lili Y., Bo-hong S., Ming-ming Z., Zhang-Xiong L., Hua-wei G., Sobhi F., Lamlom and Qiu Li-juan. Genetic Improvement of Minor Crop Legumes: Prospects of De Novo Domestication. In book: Genetic Improvement of Minor Crop Legumes: Prospects of De Novo Domestication. Publisher: IntechOpen. 2022. P.26. DOI: 10.5772/intechopen.102719.
11. Zhang S., Zhang Z., Wen Z., Gu C., An Y. C., Bales C., DiFonzo C., Song Q., Wang D. Fine mapping of the soybean aphid-resistance genes Rag6 and Rag3c from Glycine soja 85-32. *Theor Appl Genet*. 2017 Dec; 130(12):2601-2615. doi: 10.1007/s00122-017-2979-0. Epub 2017 Sep 8. PMID: 28887657.
12. Lee J. S., Yoo M. H., Jung J. K., Bilyeu K. D., Lee J. D., Kang S. Detection of novel QTLs for foxglove aphid resistance in soybean. *Theor Appl Genet*. 2015 Aug;128(8):1481-8. doi: 10.1007/s00122-015-2519-8. Epub 2015 Apr 23. PMID: 25904004.
13. Kenworthy W. J., Brown A., Thibou G. A. Variation in flowering response to photoperiod in perennial glycine species. *Crop Science*. 1989. Vol. 29(3). P. 678-682. https://doi.org/10.2135/cropsci1989.0011183X002900030028x.
14. Mignucci J. S., Chamberlain D. W. Interactions of Microsphaera diffusa with soybeans and other legumes. *Phytopathology*. 1987. 68:169–117. DoI:10.1007/978-3-642-14387-8.
15. Herman T. K., Han J., Singh R. J., Domier L. L., HartmanG. L. Evaluation of wild perennial *Glycine* species for resistance to soybean cyst nematode and soybean rust. *Plant Breeding.* 2020. Vol. 139(5). P. 923-931. https://doi.org/10.1111/pbr.12834.
16. Hartman G. L., Gardner M. E., Hymowitz T., Naidoo G. C. Evaluation of perennial Glycine species for resistance to soybean fungal pathogens that cause Sclerotinia stem rot and sudden death syndrome. *Theor Appl Genet*. 2022. 135 (11): 4095–4121. doi: 10.1007/s00122-022-04222-9.
17. Le D. T., Nishiyama R., Watanabe Y., Tanaka M., Seki M., Ham L. H., Yamaguchi-Shinozaki K., Shinozaki K., Tran L. S. P. Differential gene expression in soybean leaf tissues at late developmental stages under drought stress revealed by genome-wide transcriptome analysis. *PLoS One*. 2012. 7(11):e49522. DOI: 10.1371/journal.pone.0049522.
18. Ning W. F., Zhai H., Liang Yu. J. Q. S, Yang X., Xing X. Y., Huo J. L., Pang T., Yang Y. L., Bai X. Overexpression of Glycine soja WRKY20 enhances drought tolerance and improves plant yields under drought stress in transgenic soybean. *Mol Breeding*. 2017. 37:19. ISSN: 1380-3743. doi:10.1007/s11032-016-0614-4.
19. Song B., Oehrle N. W., Liu S., Krishnan H. B.. Characterization of Seed Storage Proteins of Several Perennial Glycine Species. *Agric Food Chem*. 2016. Nov 16; 64(45):8499-8508. doi: 10.1021/acs.jafc.6b03677.
20. Munns R., Tester M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu Rev Plant Biol.* 2008; 59:651-81. doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911.
21. Phang T. H., Shao G. H., Lam H. M. Salt tolerance in soybean. *Integr Plant Biol.* 2008. 50:1196–1212. https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2008.00760.x.
22. Lee J. D., Shannon J. G., Vuong T. D., Nguyen H. T. Inheritance of salt tolerance in wild soybean *(Glycine soja* Sieb. and Zucc.) accession PI483463. *Hered.* 2009. 100:798–801. DOI: 10.1093/jhered/esp027.
23. 23 Katerji N., Hoorn J. W., Hamdy A., Mastrorilli M. Salinity effect on crop development and yield, analysis of salt tolerance according to several classification methods. *Agricultural Water Management.* 2003. Vol. 62, 1 (19). 2003, P. 37-66. https://doi.org/10.1016/S0378-3774(03)00005-2.
24. Guan R. X., Chen J. G., Jiang J. H., Liu G. Y., Liu Y., Tian L., Yu L .L., Chang R. Z., Qiu L. J. Mapping and validation of a dominant salt tolerance gene in the cultivated soybean (Glycine max) variety Tiefeng 8. *Crop J*. 2014. 2:358–365.
25. Phang T. H., Shao G. H., Lam H. M. Salt tolerance in soybean. *Integr Plant Biol.* 2008. 50:1196–1212. https://dx.doi.org/10.1016/j.cj.2014.09.001.
26. Волкодав В. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Випуск третій (олійні, технічні, прядильні та кормові культури). Київ: Алефа, 2001. 76 с.
27. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. За ред. Р. А. Вожегової. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 286 с.
28. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство). Херсон: Грінь Д.С., 2014. 448 с.
29. Кобизєва Л. Н., Рябчун В. К., Безугла О. М., Дрепіна Т. О. Дрепін І. М. Потьомкіна Л. М. Сокол Т. В. Божко Т. М. Садовой О. О. Білявська Л. Г. Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine max* (L.) Merr. Харків, 2004. 38 с.

30. Кобизєва Л. Н., Безугла О. М., Силенко С. І., Колотилов В. В., Сокол Т. В., Докукіна К. І., Василенко А. О., Безуглий І. М., Вус Н. О. Методичні рекомендації з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур. НААН, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків, 2016. 84 с.
31. Петренкова В. П., Черняєва І. М., Маркова Т. Ю., Сокол Т. В. Хвороби та шкідники сої. Харків, 2005. 40 с.
32. Вожегова Р. А., Боровик В. О., Клубук В. В., Бояркіна Л. В., Біднина І. О. Особливості нових зразків сої *Glycine max*. (L.) в умовах зрошення Півдня України. *Вісник аграрної науки.* Київ: Аграрна наука, 2022. Т. 100. № 3. С. 82-87 DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202203-10.

REFERENCES:

1. Tilman, D., Balzer, C., Hill, J. ., & Befort, B.L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proc Natl Acad Sci USA* 108:20260–20264. DOI: 10.1073/pnas.1116437108
2. Ray, D.K., Mueller, N.D., West, P.C. & Foley, J.A. (2013). Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *LoS One.* 8(6): e66428.10.1371/journal.pone.0066428
3. Vozhehova, R., Borovik, V., Kokovikhin, S., Kokovikhina, O., Boiarkina, L. & Shkoda, O. (2022). Evaluation of cotton gene pool samples in different years of heat supply in the conditions of the southern steppe of Ukraine. *Agronomy*. Vol. LXV, No. 2. P. 313-318. https://agronomyjournal.usamv.ro/index.php/scientific-papers/current?id=1504
4. Guo, B., Sun, L., Siqi, Jiang S., Ren, H., Sun, R., Wei, Z., Hong, H., Luan, X., Wang, J., Wang, X., Xu, D.L.W., Guo, C. & Qiu, Li J. (2022). Soybean genetic resources contributing to sustainable protein production. *Theoretical and Applied Genetics*. 135:4095–4121 https://doi.org/10.1007/s00122-022-04222-9
5. JiaJ, J., Li, H., Zhang, X., Li, Z. & Qiu, L. (2017). Genomics-based plant germplasm research (GPGR). *The Crop Journal*. V. 5(2). P. 166-174. https://doi.org/10.1016/j.cj.2016.10.006
6. Vozhehova, R., Borovyk, V., Biliaieva, I., Lykhovyd, P. & Rubtsov, D. (2019). The effect of plants density nitrogen fertilization on the economic efficiency of soybean seed production in the irrigated conditions of the South of Ukraine. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2019. Vol. 19(3). P. 649-657. https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.19_3/volume_19_3_2019.pdf.
7. Zhuang, Y., Li X., Hu, J., Xu, R. & Zhang, D. (2022). Expanding the gene pool for soybean improvement with its wild relatives. *aBIOTECH.* 3:115–125. https://doi.org/10.1007/s42994-022-00072-7
8. Swarup, S.E.J., Crosby, K., Flage, L., Kniskern, J. & Glenn, K.C. (2020). Genetic diversity is indispensable for plant breeding to improve crops. *Crop Science.* Vol. 61(2). P. 839-852. https://doi.org/10.1002/csc2.20377
9. Zhang, H.F., Yasmin, F. & Song, B.H. (2019) Neglected treasures in the wild—legume wild relatives in food security and human health. *Curr Opin Plant Biol*. 49:17–26. doi: 10.1016/j.pbi.2019.04.004
10. Kingsley, O., Lili, Y., Bo-hong, S., Ming-ming, Z., Zhang-Xiong, L., Hua-wei, G., Sobhi, F., Lamlom, & Qiu, Li-juan. (2022). Genetic Improvement of Minor Crop Legumes: Prospects of De Novo Domestication. DOI: 10.5772/intechopen.102719
11. Zhang, S., Zhang, Z., Wen, Z., Gu, C., An, Y.C., Bales, C., DiFonzo, C., Song, Q. & Wang, D. (2017). Fine mapping of the soybean aphid-resistance genes Rag6 and Rag3c from Glycine soja 85-32. *Theor Appl Genet*. Dec;130(12):2601-2615. doi: 10.1007/s00122-017-2979-0. Epub 2017 Sep 8. PMID: 28887657
12. Lee, J.S., Yoo, M.H., Jung, J.K., Bilyeu, K.D., Lee, J.D. & Kang, S. (2015). Detection of novel QTLs for foxglove aphid resistance in soybean. *Theor Appl Genet.* 128(8):1481-8. doi: 10.1007/s00122-015-2519-8. Epub 2015 Apr 23. PMID: 25904004
13. Kenworthy, W.J., Brown, A. & Thibou, G.A. (1989), Variation in flowering response to photoperiod in perennial glycine species. *Crop Science*. V. 29, Issue 3. P. 678-682. https://doi.org/10.2135/cropsci1989.0011183X002900030028x
14. Mignucci, J.S. & Chamberlain, D.W. (1978). Interactions of Microsphaera diffusa with soybeans and other legumes. *Phytopathology* 68:169–117. Doi:10.1007/978-3-642-14387-8
15. Herman, T.K., Han, J., Singh, R.J., Domier, L.L. & Hartman, G.L. (2020). Evaluation of wild perennial *Glycine* species for resistance to soybean cyst nematode and soybean rust. *Plant Breeding.* Vol. 139(5). P. 923-931. https://doi.org/10.1111/pbr.12834
16. Hartman, G.L., Gardner, M.E., Hymowitz, T. & Naidoo, G.C. (2000). Evaluation of perennial Glycine species for resistance to soybean fungal pathogens that cause Sclerotinia stem rot and sudden death syndrome. *Theor Appl Genet*. 135 (11): 4095–4121. doi: 10.1007/s00122-022-04222-9
17. Le, D.T., Nishiyama, R., Watanabe, Y., Tanaka, M., Seki, M., Ham, L.H., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. & Tran, L.S.P. (2012). Differential gene expression in soybean leaf tissues at late developmental stages under drought stress revealed by genome-wide transcriptome analysis. *PLoS One*. 7(11):e49522. DOI: 10.1371/journal.pone.0049522
18. Ning, W.F., Zhai, H., Liang, Yu. J.Q.S., Yang, X., Xing, X.Y., Huo, J.L., Pang, T., Yang, Y.L. & Bai, X. (2017). Overexpression of Glycine soja WRKY20 enhances drought tolerance and improves plant yields under drought stress in transgenic soybean. *Mol Breeding.* 37:19. doi: 10.1007/s11032-016-0614-4
19. Song, B., Oehrle, N.W., Liu, S. & Krishnan, H.B. (2016). Characterization of Seed Storage Proteins of Several Perennial Glycine Species. *Agric Food Chem*. Nov 16;64(45):8499-8508. doi: 10.1021/acs.jafc.6b03677
20. Munns, R. & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. Annu Rev *Plant Biol*. 59:651-81. doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911
21. Phang, T.H., Shao, G.H. & Lam, H.M. (2008). Salt tolerance in soybean. *Integr Plant Biol.* 50:1196–1212. https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2008.00760.x
22. Lee, J.D., Shannon, J.G., Vuong, T.D. & Nguyen, H.T. (2009). Inheritance of salt tolerance in wild soybean *(Glycine soja* Sieb. and Zucc.) accession PI483463. J Hered. 100:798–801. DOI: 10.1093/jhered/esp027
23. Katerji, N., Hoorn, J.W., Hamdy, A. & Mastrorilli, M. (2003). Salinity effect on crop development and yield, analysis of salt tolerance according to several classification methods. *Agricultural Water*

Management. Vol. 62, 1(19). P. 37-66. https://doi.org/10.1016/S0378-3774(03)00005-2
24. Guan, R.X., Chen, J.G., Jiang, J.H., Liu, G.Y., Liu, Y., Tian, L., Yu, L.L., Chang, R.Z. & Qiu, L.J. (2014). Mapping and validation of a dominant salt tolerance gene in the cultivated soybean (Glycine max) variety Tiefeng 8. *Crop J.* 2:358–365
25. Phang, T.H., Shao, G.H. & Lam, H.M. (2008). Salt tolerance in soybean. *Integr Plant Biol.* 50:1196–1212. https://dx.doi.org/10.1016/j.cj.2014.09.001
26. Volkodav, V.V. (2001). Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur. Vypusk tretii (oliini, tekhnichni, priadylni ta kormovi kultury). [Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue three (oil, technical, spinning and fodder crops)]. Kyiv [in Ukrainian].
27. Vozhegova, R.A.(Eds.). (2014). Metodyka polovykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemliakh [*Methods of field and laboratory research on irrigated lands*.] Kherson: «Green D.S» [in Ukrainian].
28. Ushkarenko, V.O., Vozhegova, R.A., Holoborodko, S.P. & Kokovikhin, S.V. (2004). *Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo). [Field experiment methodology (Irrigated agriculture)].* Kherson: «Grin D.S.» [in Ukrainian].
29. Kobyzeva, L.N., Ryabchun, V.K., Bezugla, O.M., Drepina, T.O., Drepin, I.M, Potemkina, L.M., Sokol, T. V., Bozhko, T. M., Sadovoy, O. O. & Bilyavska, L.G. (2004). *Shyrokyi unifikovanyi klasyfikator rodu [Broad unified classifier of the genus Glycine max. (L.) Merr.].* Kharkiv [in Ukrainian].
30. Kobizeva, L.N., Bezugla, O.M., Silenko, S.I., Kolotilov, V.V., Sokol, T.V., Dokukina, K.I., Vasylenko, A.O., Bezugliy, I.M. & Vus, N. O. (2016). *Metodychni rekomendatsii z vyvchennia henetychnykh resursiv zernobobovykh kultur. [Methodical recommendations for the study of genetic resources of leguminous crops]*. Kharkiv [in Ukrainian].
31. Petrenkova, V.P., Chernyaeva, I.M., Markova, T.Yu. & Sokol ,T.V. (2005). *Khvoroby ta shkidnyky soi. [Soybean diseases and pests].* Kharkiv [in Ukrainian].
32. Vozhegova, R.A., Borovyk, V.O., Klubuk, V.V., Boyarkina, L.V. & Bidnina, I.O. (2022). Osoblyvosti novykh zrazkiv soi Glycine max. (L.) v umovakh zroshennia Pivdnia Ukrainy [Features of new soybean samples Glycine max. (L.) in the irrigation conditions of Southern Ukraine]. *Herald of Agrarian Science.* Kyiv: Agrarian Science, 2022. Vol. 100. No. 3. P. 82-87. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202203-10 [in Ukrainian].

Вожегова Р.А., Боровик В.О., Бояркіна Л.В. Генетичні ресурси рослин – важливе підґрунтя для селекції нових сортів

Мета. Мета досліджень – виділити з досліджуваних номерів цінні за господарськими властивостями зразки для подальшого використання їх в селекційному процесі при створенні нових сортів. **Методи.** Досліди проводили на полях селекційної сівозміни відділу селекції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН впродовж 2020–2022 рр. **Методи досліджень**: польові, лабораторні, статистичні. До польових належали розбивка дослідної ділянки та польові роботи. Лабораторний метод застосовували для аналізу рослин, оцінювання структури врожаю. Статистичним методом обчислювали результати досліджень**. Результати досліджень.** Впродовж трьох років в колекційному розсаднику вивчались чотири нових зразки сої культурної – UKR00600870 Еврідіка, UKR00600871 Аврора, UKR00600872 Південна зоря, UKR00600873 Орфей в умовах зрошення Південного Степу України. За результатами досліджень виділені джерела цінних ознак. Зразки UKR006:00870 Еврідіка, UKR006:00873 Орфей, UKR006:00871 Аврора, UKR006:00872 Південна зоря характеризувались «коротким» періодом сходи-повна стиглість (104–109 діб); UKR00:600872 Південна зоря –«великою» висотою прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту (12,8 см); UKR00:600871 Аврора – «виключно високо продуктивністю» (34,8 г). Комплексом господарсько-цінних ознак володіли UKR006:00872 Південна зоря – коротким періодом вегетації сходи-повна стиглість і «великою» висотою прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту та UKR00:600871 Аврора – «коротким» періодом вегетації сходи-повна стиглість і «виключно високо продуктивністю». **Висновки.** У результаті проведених досліджень в умовах зрошення Південного Степу України виділився зразок сої UKR00600871 Аврора, який володів найтіснішими зв'язками між елементів продуктивності з масою насіння з рослини, майже на рівні стандартного сорту UD0201975 Даная, у т. ч.: з «кількістю вузлів на рослині» – r=0,90, «діаметром 1-го міжвузля» r=0,79, «кількістю бобів та насіння на головному стеблі» r=0,82-0,71, «всього насіння з рослини» r=0,93. Загальним для всіх зразків спостерігався найбільш тісний зв'язок між масою та кількістю насіння з рослини, який знаходився в межах r=0,77–0,93. Комплексом господарсько-цінних ознак володіли UKR006:00872 Південна зоря – коротким періодом вегетації сходи-повна стиглість і «великою» висотою прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту.

Ключові слова: генофонд сої культурної, зразки колекції, елементи продуктивності, кореляція.

Vozhehova R.A., Borovyk V.O., Boyarkina L.V. Genetic resources of plants are an important basis for the selection of new varieties

Purpose. The purpose of the research is to select from the researched numbers valuable samples in terms of economic properties for their further use in the selection process when creating new varieties. **Methods**. Experiments were conducted in the selective crop rotation fields of the selection department of the Institute of Climate-oriented Agriculture of the National Academy of Sciences during 2020–2022. Research methods are field, laboratory, statistical. The field work included the layout of the experimental site and field work. The laboratory method was used to analyze plants and assess the structure of the crop. Research results were calculated using a statistical method. **Results**. Over the course of three years, four new samples of cultivated soybeans were studied in the collection nursery – UKR00600870 Eurydice, UKR00600871 Aurora, UKR00600872 Southern Star, UKR00600873 Orpheus under irrigation conditions of the Southern Steppe of Ukraine. Based on the results of the research, the sources of valuable features are selected. Samples UKR006:00870 Eurydice, UKR006:00873 Orpheus, UKR006:00871 Aurora, UKR006:00872 Southern Star were characterized by a "short" germination-full maturity period (104–109 days); UKR00:600872 Southern star – "large" height of attachment of the lower bean above the soil level (12.8 cm);

UKR00:600871 Aurora – "extremely high performance" (34.8 g). A complex of economic and valuable traits was possessed by UKR006:00872 Southern Star – a short vegetation period of seedlings-full maturity and a "large" height of attachment of the lower bean above the soil level and UKR00:600871 Aurora – a "short" vegetation period of seedlings-full maturity and "extremely high productivity". **Conclusions.** As a result of the research carried out in the irrigation conditions of the Southern Steppe of Ukraine, the soybean sample UKR00600871 Aurora stood out, which possessed the closest relationships between the elements of productivity and the mass of seeds from the plant, almost at the level of the standard variety UD0201975 Danaya, including: with "the number of nodes on the plant" – r=0.90, "the diameter of the 1st internode" r=0.79, "the number of beans and seeds on the main stem" r=0.82-0.71, "all seeds from the plant" r= 0.93. Common for all samples, the closest relationship between the mass and the number of seeds per plant was observed, which was in the range of r=0.77–0.93. UKR006:00872 Southern Star possessed a complex of economic and valuable traits – a short vegetation period, seedlings-full ripeness and a "large" height of attachment of the lower bean above the soil level.

Key words: soybean gene pool, collection samples, productivity elements, correlation.

УДК 633.31:631.52
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.15

НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОПУЛЯЦІЙ ЛЮЦЕРНИ ДРУГОГО РОКУ ЖИТТЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОЯВУ У НИХ АДАПТИВНИХ ОЗНАК

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

Люцерна – багаторічна кормова культура, що вирощується в усьому світі, та серед кормових бобових культур характеризується високою продуктивністю біомаси, поживною цінністю з високим вмістом білка. Вона сприяє підвищенню родючості ґрунту [7], захищає ґрунти від вітрової та водної ерозії [1]. Крім того, фіксація атмосферного азоту робить її незамінним попередником для інших сільськогосподарських культур.

Згідно з численними прогнозами, глобальна зміна клімату призведе до підвищення температури, зміни географічної структури опадів і у майбутньому – до збільшення частоти екстремальних кліматичних явищ [6]. Пагубні наслідки абіотичного стресу є серйозним обмеженням для вирощування цієї культури [11, 13, 33].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із основних питань, що стоять перед селекціонерами люцерни, є створення оптимального генотипу, здатного стабільно реалізовувати свій потенціал і при цьому реагувати на зміну умов вирощування. У зв'язку з цим, виникає потреба у різнобічній оцінці селекційного матеріалу за адаптивними ознаками і врожайністю у конкретних агроекологічних умовах [10, 12, 15, 32].

За постійного впливу несприятливих чинників навколишнього середовища: температурні коливання, посухи, надмірне зволоження, засолення ґрунту тощо, кожен рослинний організм здатний адаптуватись до цих умов тільки у межах, обумовлених нормою реакції його генотипу. Чим вища здатність виду змінювати метаболізм, відповідно до діапазонів мінливих умов, тим ширша норма його реакції та вища еколого-адаптивна спроможність [16, 23, 24, 34]. Сьогодення вимагає ведення безперервного селекційного процесу з постійним його удосконаленням для забезпечення стабільності та зростання кормової і насіннєвої продуктивності культури, шляхом створення і впровадження нових сортів. На думку О. В. Кільчевського та Л. В. Хотильової саме адаптивна селекція забезпечує пристосувальні можливості сортів з максимальною і стабільною продуктивністю, поєднання продуктивності та стійкості до абіотичних, біотичних стресів в одному сорті та контроль екологічної стабільності [22, 25, 26]. Проте основне завдання сучасної селекції повинне бути спрямоване на створення сортів з підвищеною екологічною стійкістю, посиленням їх здатності забезпечувати високу та стабільну врожайність за різних умов вегетації [19], тобто підтримувати високий рівень адаптації рослин до комплексу біотичних і абіотичних факторів навколишнього середовища [14].

За визначенням Лавриненка Ю. О. та ін. адаптивна селекція включає пластичність, стабільність у вузькому та широкому розумінні, тобто здатність генотипів зводити до мінімуму негативні наслідки впливу навколишнього середовища [33]. На думку В. В. Базалія такі терміни, як стабільність, пластичність і гомеостатичність трактуються по-різному: іноді вони протиставляються один одному, або вважаються однозначними, а інколи

доповнюють один одного [14]. Пластичність і стабільність – це головні пристосувальні властивості рослин, що є відображенням модифікаційної мінливості під впливом факторів довкілля. Пластичність ознак – це здатність генотипу змінюватись під впливом факторів середовища у межах, які контролюються самим генотипом [8, 17, 31]. Стабільність – це показник стійкості сорту в реалізації певного фенотипу в різних умовах середовища [29]. Це дві протилежні сторони модифікаційної мінливості генотипу, тобто генотип не може бути одночасно стабільним і пластичним за досліджуваною ознакою [5, 25]. Пластичність, стабільність і гомеостатичність характеризують потенціал модифікаційної та генотипової мінливості окремих сортових ознак, головною з яких є врожайність, а ступінь реакції генотипів на зміну умов середовища характеризує сорт за пластичністю, стабільністю і гомеостатичністю. Гомеостатичність – це показник, який об'єднує середню врожайність та адаптаційну норму реакції генотипів на лімітуючі фактори довкілля [2, 20]. Із пластичністю тісно пов'язане поняття «екологічна стабільність», яка відображає здатність рослинних популяцій протистояти стресовим чинникам [28]. На думку Л. П. Байкалової та Ю. І .Серебеннікова терміни «адаптивність», «екологічна пластичність», «екологічна стійкість» можуть замінюватися, а частіше доповнювати один одного [33]. Оцінка генотипів за цими показниками дозволяє виділити екологічно стійкі форми, які забезпечують стабільні врожаї в різних місцях вирощування. Тому однією з головних задач селекції є підвищення адаптивного потенціалу сортів, тобто не тільки підвищення продуктивності рослин, але й поєднання її зі стійкістю до абіотичних і біотичних стресів, що є критерієм адаптивної здатності рослин [3, 18, 30].

Метою досліджень було вивчення адаптивних ознак у селекційних популяцій люцерни за насіннєвого використання другого року життя та виділення перспективного матеріалу для подальшого використання у селекційному процесі.

Матеріали і методи досліджень. Реакцію селекційних зразків люцерни на різні умови вирощування вивчали в Інституті зрошуваного землеробства, м. Херсон, Україна (46°44'33"N; 32°42'28"E; 50 м над рівнем моря) протягом 2018–2020 рр. У вивчення були включені 24 зразка люцерни, різного еколого-географічного походження, що були протестовані на ділянках площею 25 м² у трьох повтореннях методом рендомізованих повторень (блоків), норма висіву була скоригована до 2,5 млн. життєздатного насіння на га. Дослідження проводилися за загальноприйнятою методикою.

Аналіз стійкості генотипів люцерни до стресу проводили за допомогою індексу умов середовища (I_j), коефіцієнту регресії (b_i), прогнозованої екологічної стабільності, пластичності сорту за різного екоградієнту (S_{di}^2), що визначали за методикою Eberhart S.A., Russell W.A. [4], показників стресостійкості (Ymin - Ymax) і генетичної гнучкості (Gf) – за рівняннями Rosielle A.A. & Hamblin J. [9] у викладі Гончаренко А.А. [18], параметрами гомеостатичності (Hom) та селекційної цінності (Sc) – за Хангільдіним В.В. та ін. [35], коефіцієнту адаптивності (КА) – за методом Животкова Л. А. та ін. [21], загальної адаптивної здатності (ЗАЗі), варіанси специфічної адаптивної здатності (σ^2_{CA3i}), відносної стабільності генотипу (s_{gi}), селекційної цінності генотипу (СЦГі), коефіцієнтів нелінійності (I_{gi}) і компенсації-дестабілізації (K_{gi}), що визначали за Кільчевським А.В. та ін. [27].

Проведено кореляційний аналіз між врожайністю кормової маси та параметрами адаптивності для визначення екстенсивних, інтенсивних та пластичних генотипів. Аналіз головних компонентів (PCA) проводили на основі спостережень. Як кореляцію, так і PCA проводили за допомогою Microsoft ® Excel 2013/XLSTAT © -Pro (версія 2015.6.01.23953, 2015, Addinsoft, Inc., Бруклін, Нью-Йорк, США).

Результати та обговорення. За результатами проведених досліджень нами встановлено, що рівень адаптивних ознак, якими характеризувалися генотипи люцерни травостою першого року життя, залежав від значення індексу середовища. Позитивні значення його вказують на більш прийнятні умови зростання люцерни. При вирощуванні на насіння люцерни другого року життя найгірші умови склалися у 2018 р., на що вказує індекс середовища (Ij), який дорівнював -98,44, а найкращі – у 2019 р (Ij = 65,52). У 2020 р. значення цього параметра становило 32,92.

Найбільшу урожайність насіння (285,7 кг/га) за гірших умов (2018 р.) було отримано у популяції LR / H з середньою урожайністю (Ymean = 377,0 кг/га) за роками. Популяції A.-H.d. № 15 та Сін(с). / Приморка сформували високу насіннєву продуктивність 500,0 кг/га та 488,1 кг/га за кращих умов, з середньою за роками досліджень 412,7 і 400,8, відповідно. За гірших умов вони також досягли високого рівня 250,0 і 261,9 кг/га, відповідно (табл. 1).

Серед генотипів спостерігалися значні відмінності за рівнем стійкості до стресу (Ymin – Ymax) з коливаннями значень від -35,7 до 190,5. Високий рівень стійкості до стресу проявила популяція M.g. d., у якої даний показник дорівнював -35,7. Дещо нижчим (-47,6) він був у популяцій: (Емерауде / Т.)², M.agr. / С. та A.r. d., але жодна з них істотно не перевищувала стандартний сорт Унітро за урожайністю. Найнижчою стійкістю характеризувалися популяції: A.-H.d. № 15 (-238,1) та Добір за к.с. (-220,0).

За селекційною цінністю (Sc) були виділені найкращі популяції: LR / H з показником 274,1 та (Емерауде / Т.)² – 268,6. Генотип ФХНВ² характеризувався найнижчим значенням (107,4) селекційної цінності а також низьким значенням генетичної гнучкості (208,4), коефіцієнтом адаптивності (72,2), гомеостатичності (64,3) і формував низьку насіннєву продуктивність за гірших умов – 131,0 кг/га, за кращих – 285,7 та в середньому за роками – 234,1 кг/га.

Популяції A.-H.d. № 15 та Сін(с). / Приморка можна характеризувати як популяції, чутливі до умов зволоження, тому що вони мали високі значення (369 і 357) генетичної гнучкості (Gf) та усереднених показників урожайності в оптимальних та лімітуючих умовах.

Серед генотипів відмічалися коливання за коефіцієнтом адаптивності (КА) від 69,8 до 127,3. Високого рівня він досягав у популяцій: Сін(с). / Приморка та A.-H.d. № 15, і становив 123,7% і 127,3%, відповідно,

Таблиця 1

Гомеостатичність і адаптивність популяцій люцерни другого року життя за ознакою урожайності насіння (2018–2020 рр.)

Сорт, популяція	Позначення	Урожайність насіння, кг/га		Параметри адаптивності						
		Ymin-Ymax	Ymean	Ymin – Ymax, кг/м²	Sc	Gf	bi	Sd_i^2	КА	Hom
Унітро, стандартт	G1	202,4-357,1	297,6	-130,9	180,7	268	0,96	28,8	91,8	122,8
Елегія	G2	250,0-464,3	384,9	-190,5	218,5	345	1,35	210,3	118,8	141,2
Приморка	G3	238,1-428,6	353,2	-154,8	214,0	316	1,17	2,8	109,0	146,3
M.g. / П.п.	G4	250,0-440,5	365,1	-154,8	225,5	327	1,17	2,8	112,6	156,3
Сін(с). / Приморка	G5	261,9-488,1	400,8	-190,5	232,0	357	1,40	51,1	123,7	153,0
LR / H	G6	285,7-452,4	377,0	-107,2	274,1	339	0,96	413,2	116,3	240,6
Приморка / Сін(с).	G7	250,0-407,1	357,3	-164,8	215,3	332	1,04	901,5	110,2	140,6
A.-H. d. № 114	G8	261,9-419,0	371,9	-172,9	224,0	348	1,06	1315,6	114,7	145,2
A.-H.d. № 15	G9	250,0-500,0	412,7	-238,1	211,4	369	1,61	849,9	127,3	129,8
A.-H. d. № 38	G10	214,3-404,8	333,4	-166,7	187,5	298	1,19	117,8	102,9	121,0
Добір за к.с.	G11	238,1-488,1	394,8	-220,0	205,2	348	1,57	230,9	121,8	128,6
Ram. d.	G12	202,4-357,1	297,6	-130,9	180,7	268	0,96	28,8	91,8	122,8
(Емерауде / Т.)[2]	G13	261,9-381,0	317,5	-47,6	268,6	286	0,62	1360,1	97,9	384,3
Т. / Емерауде	G14	214,3-333,3	277,8	-71,4	208,4	250	0,67	340,9	85,7	196,1
M.g. / ЦП-11	G15	261,9-428,6	353,2	-107,1	250,7	315	0,96	416,3	109,0	211,4
Зимостійка / М.К.	G16	214,3-381,0	317,5	-142,8	190,5	286	1,04	50,8	97,9	128,1
M.agr. / C.	G17	214,3-321,4	265,9	-47,6	217,6	238	0,57	868,2	82,0	269,5
A.r. d.	G18	178,6-273,8	226,2	-47,6	178,6	202	0,52	489,0	69,8	195,1
M.g. / M.agr.	G19	178,6-357,1	293,6	-166,6	151,9	262	1,14	330,9	90,6	93,9
M.g. d.	G20	214,3-299,5	254,6	-35,7	218,2	232	0,45	630,6	78,6	329,5
ФХНВ[2]	G21	131,0-285,7	234,1	-154,7	107,4	208	1,01	562,6	72,2	64,3
B.11 / П. d.	G22	238,1-392,9	325,4	-107,1	224,4	292	0,91	170,4	100,4	179,4
Ж. / ЦП-11	G23	190,5-357,1	293,6	-142,8	167,8	262	1,04	51,7	90,6	109,6
Сибір. 8, d.	G24	214,3-333,3	273,8	-59,5	214,3	244	0,65	764,0	84,5	228,7
V, %			16,5	-43,2	17,4	16,7	31,0	95,8	16,5	43,4
$Sẋ_{абс.}$			10,9	11,6	7,3	9,9	0,1	83,0	3,4	15,3
$Sẋ_{віднос.}$			3,4	-8,8	3,5	3,4	6,3	19,6	3,4	8,9
$НІР_{01}$			34,7	36,8	23,2	31,4	0,2	263,0	10,7	48,4
$НІР_{05}$			25,0	26,6	16,8	22,7	0,2	190,0	7,7	35,0

низький рівень КА був у популяцій ФХНВ[2] та A.r. d. – 69,8% і 72,2%, відповідно. Проводячи аналогію з першим роком життя популяції Сін(с). / Приморка та A.-H.d. № 15 також характеризувалися високим коефіцієнтом адаптивності – 117,2 і 115,4, відповідно, а зразок A.r. d. – низьким (87,0%).

Коефіцієнт регресії b_i > 1 відзначений у 13 популяцій, але найвищим він був у A.-H.d. № 15 – 1,61 та 1,57 у Добір за к.с. Проте на першому році у популяції A.-H.d. № 15 він дорівнював одиниці, а у генотипу Добір за к.с. становив 1,06. Популяції M.g. / П.п. і Сін(с). / Приморка мали високий коефіцієнт регресії як на першому році (1,31 і 1,17, відповідно), так і на другому (1,17 і 1,40), що вказує на їх пластичність, незалежно від року використання. У популяцій M.agr. / C., A.r. d. і M.g. d. на другому році bi становив 0,57, 0,52 й 0,45, відповідно, але на першому тільки у популяції A.r. d. він був нижчим за одиницю.

За показником стабільності (S_{di}^2) у досліджуваних популяцій найменшим значенням (2,8), тобто більшою стабільністю, характеризувалися селекційні номери: Приморка та M.g. / П.п., але вони мали коефіцієнт регресії більше одиниці – 1,17. Аналізуючи дані більш стабільною популяцією можна вважати Ram. d., у якої S_{di}^2 = 28,8, а коефіцієнт регресії становить 0,96.

Наші дослідження показали, що найвищим показником гомеостатичності, а відповідно і здатністю рослин зводити до мінімуму наслідки впливу несприятливих умов середовища, характеризувалася популяція M.g. / ЦП-11 зі значенням Hom = 384,3, але на першому році життя її показник гомеостатичності був одним з найнижчих (30,7).

При аналізі селекційних номерів люцерни другого року за комплексом ознак, наприклад, за гомеостатичністю та показниками адаптивності, найбільш стабільними виявилися популяції M.agr. / C., A.r. d. та M.g. d., але вони не перевищували стандарт за урожайністю.

Популяція LR / H мала високі показники гомеостатичності (Hom = 240,6), селекційної цінності (Sc = 274,1), коефіцієнт адаптивності (КА = 116,3), стабільності (S_{di}^2 = 413,2), але показник пластичності був дещо нижчий за одиницю (b_i = 0,96). Тобто цю популяцію можна

охарактеризувати як добре адаптовану до різноманітних умов середовища.

Селекційні зразки Сін(с). / Приморка та Добір за к.с. за показниками генетичної гнучкості, коефіцієнтом регресії виділялись як популяції інтенсивного типу, що добре реагують на покращення умов зволоження.

На посіві люцерни другого року життя було визначено параметри адаптивної здатності популяцій. Наші дослідження показали, що генотипи люцерни різняться за загальною адаптивною здатністю (ЗАЗі) з коливаннями від -97,9 до 88,6. Найбільші значення цієї ознаки відзначені у популяцій: A.-H.d. № 15, Сін(с). / Приморка з показниками 88,6 і 76,7, проте, у стандартного сорту Унітро він був негативним і становив -26,5. Найменшими значеннями цього показника -97,9 і -90,0 характеризувалися популяції: A.r. d. та ФХНВ^2, відповідно (табл. 2).

Встановлено значне варіювання варіанси специфічної адаптивної здатності ($\sigma^2_{САЗі}$ = 1666–19724). Найменше значення цієї ознаки вказує на здатність генотипу в меншій мірі реагувати на вплив абіотичних і біотичних чинників, що характерно для популяції M.g. d. зі значенням 1666, але у стандарту він був вище та дорівнював 6774. Найвищими показниками, тобто були менш стійкими до змін умов середовища, характеризувалися селекційні номери Добір за к.с. – 18468 та A.-H.d. № 15 – 19724.

Відносна стабільність генотипів (s_{gi}) характеризує їх здатність формувати урожай насіння залежно від погодних умов, менше значення якої вказує на невеликі зміни продуктивності від цих умов. До таких можна віднести популяції: M.g. d. – 16,0, (Емерауде / Т.)^2 – 18,4 та M.agr. / С. – 19,6 з показниками: 18,4 та 19,6. Найгірше (найвище) значення 37,8 було у популяції ФХНВ^2.

Селекційні номери переважно мали лінійну реакцію на умови зовнішнього середовища (l_{gi} = -0,019–0,344), окрім популяцій: (Емерауде / Т.)^2 – 0,466, M.agr. / С. – 0,615, A.r. d. – 0,874 і M.g. d. – 1,470, що характеризувалися нелінійною реакцію на зміну умов вирощування. Варіювання коефіцієнта компенсації-дестабілізації становило 0,23–2,68, що вказує як на компенсуючі так і дестабілізуючі ефекти.

Таблиця 2

Параметри адаптивних властивостей зразків люцерни другого року життя за ознакою урожайності насіння (2018–2020 рр.)

Сорт, популяція	Позначення	Урожайність насіння, кг/га		Параметри адаптивності						
		Ymin-Ymax	Ymean	ЗАЗі	$\sigma^2_{(G\times E)gi}$	$\sigma^2_{САЗі}$	s_{gi}	СЦГі	K_{gi}	l_{gi}
Унітро, стандартт	G1	202,4-357,1	297,6	-26,5	-131	6774	27,7	143,0	0,92	-0,019
Елегія	G2	250,0-464,3	384,9	60,8	860	13632	30,3	165,6	1,85	0,063
Приморка	G3	238,1-428,6	353,2	29,1	52	10090	28,4	164,5	1,37	0,005
M.g. / П.п.	G4	250,0-440,5	365,1	41,0	52	10090	27,5	176,4	1,37	0,005
Сін(с). / Приморка	G5	261,9-488,1	400,8	76,7	1072	14623	30,2	173,6	1,98	0,073
LR / H	G6	285,7-452,4	377,0	52,9	61	6972	22,2	220,1	0,95	0,009
Приморка / Сін(с).	G7	250,0-407,1	357,3	33,2	307	8485	25,8	184,3	1,15	0,036
A.-H. d. № 114	G8	261,9-419,0	371,9	47,8	528	8972	25,5	194,0	1,22	0,059
A.-H.d. № 15	G9	250,0-500,0	412,7	88,6	3046	19724	34,0	148,9	2,68	0,154
A.-H. d. № 38	G10	214,3-404,8	333,4	9,2	180	10609	30,9	139,9	1,44	0,017
Добір за к.с.	G11	238,1-488,1	394,8	70,6	2386	18468	34,4	139,5	2,51	0,129
Ram. d.	G12	202,4-357,1	297,6	-26,5	-131	6774	27,7	143,0	0,92	-0,019
(Емерауде / Т.)^2	G13	261,9-381,0	317,5	-6,7	1599	3429	18,4	207,5	0,47	0,466
Т. / Емерауде	G14	214,3-333,3	277,8	-46,4	815	3422	21,1	167,9	0,46	0,238
M.g. / ЦП-11	G15	261,9-428,6	353,2	29,0	63	6970	23,6	196,3	0,95	0,009
Зимостійка / М.К.	G16	214,3-381,0	317,5	-6,7	-123	7960	28,1	149,9	1,08	-0,015
M.agr. / С.	G17	214,3-321,4	265,9	-58,3	1670	2714	19,6	168,0	0,37	0,615
A.r. d.	G18	178,6-273,8	226,2	-97,9	1836	2101	20,3	140,1	0,29	0,874
M.g. / M.agr.	G19	178,6-357,1	293,6	-30,5	155	9795	33,7	107,7	1,33	0,016
M.g. d.	G20	214,3-299,5	254,6	-69,5	2448	1666	16,0	177,9	0,23	1,470
ФХНВ^2	G21	131,0-285,7	234,1	-90,0	124	7812	37,8	68,1	1,06	0,016
B.11 / П. d.	G22	238,1-392,9	325,4	1,3	-8	6120	24,0	178,4	0,83	-0,001
Ж. / ЦП-11	G23	190,5-357,1	293,6	-30,5	-122	7954	30,4	126,1	1,08	-0,015
Сибір. 8, d.	G24	214,3-333,3	273,8	-50,3	1160	3375	21,2	164,7	0,46	0,344
V, %			16,5	-	127,4	57,2	21,1	20,4	57,2	188,12
$Sẋ_{абс.}$			10,9	10,9	193,9	966,5	1,2	6,7	0,1	0,07
$Sẋ_{віднос.}$			3,4	-	26,0	11,7	4,3	4,2	11,7	38,40
$НІР_{01}$			34,7	34,7	614,7	3063,7	3,6	21,2	0,4	0,23
$НІР_{05}$			25,0	25,0	444,1	2213,2	2,6	15,3	0,3	0,17

Таблиця 3

Матриця кореляційних зв'язків між максимальною і мінімальною урожайністю популяцій люцерни другого року та гомеостатичністю, екологічною пластичністю і параметрами адаптивності (2018–2020 рр.)

	Ymin	**Ymax**	**Ymean**	**Ymin – Ymax**	**Sc**	**Gf**	**b_i**	**S_{di}^2**	**КА**	**Hom**	**ЗАЗі**	**$\sigma^2_{(G\times E)gi}$**	**σ^2_{CA3i}**	**s_{gi}**	**СЦГі**	**K_{gi}**	**I_{gi}**
Ymin	**1,000**	0,768	0,802	-0,164	0,924	0,817	0,270	0,197	0,802	0,372	0,802	0,118	0,290	-0,274	0,883	0,291	-0,147
Ymax	0,768	**1,000**	0,991	-0,721	0,506	0,975	0,819	-0,139	0,991	-0,196	0,991	0,070	0,820	0,385	0,380	0,820	-0,507
Ymean	0,802	0,991	**1,000**	-0,715	0,530	0,996	0,791	-0,067	1,000	-0,184	1,000	0,051	0,789	0,344	0,433	0,790	-0,498
Ymin – Ymax	-0,164	-0,721	-0,715	**1,000**	0,213	-0,703	-0,974	0,275	-0,715	0,757	-0,715	0,080	-0,944	-0,874	0,296	-0,943	0,653
Sc	0,924	0,506	0,530	0,213	**1,000**	0,542	-0,081	0,290	0,530	0,676	0,530	0,199	-0,040	-0,582	0,966	-0,039	0,117
Gf	0,817	0,975	0,996	-0,703	0,542	**1,000**	0,764	-0,018	0,996	-0,174	0,996	0,038	0,761	0,314	0,463	0,761	-0,488
b_i	0,270	0,819	0,791	-0,974	-0,081	0,764	**1,000**	-0,336	0,791	-0,664	0,791	-0,027	0,980	0,834	-0,208	0,979	-0,649
S_{di}^2	0,197	-0,139	-0,067	0,275	0,290	-0,018	-0,336	**1,000**	-0,067	0,514	-0,067	0,467	-0,234	-0,386	0,327	-0,233	0,377
КА	0,802	0,991	1,000	-0,715	0,530	0,996	0,791	-0,067	**1,000**	-0,184	1,000	0,051	0,789	0,344	0,433	0,790	-0,498
Hom	0,372	-0,196	-0,184	0,757	0,676	-0,174	-0,664	0,514	-0,184	**1,000**	-0,184	0,429	-0,568	-0,863	0,667	-0,567	0,682
ЗАЗі	0,802	0,991	1,000	-0,715	0,530	0,996	0,791	-0,067	1,000	-0,184	**1,000**	0,051	0,789	0,344	0,433	0,790	-0,498
$\sigma^2_{(G\times E)gi}$	0,118	0,070	0,051	0,080	0,199	0,038	-0,027	0,467	0,051	0,429	0,051	**1,000**	0,174	-0,194	0,084	0,176	0,666
σ^2_{CA3i}	0,290	0,820	0,789	-0,944	-0,040	0,761	0,980	-0,234	0,789	-0,568	0,789	0,174	**1,000**	0,783	-0,188	1,000	-0,506
s_{gi}	-0,274	0,385	0,344	-0,874	-0,582	0,314	0,834	-0,386	0,344	-0,863	0,344	-0,194	0,783	**1,000**	-0,680	0,782	-0,648
СЦГі	0,883	0,380	0,433	0,296	0,966	0,463	-0,208	0,327	0,433	0,667	0,433	0,084	-0,188	-0,680	**1,000**	-0,187	0,142
K_{gi}	0,291	0,820	0,790	-0,943	-0,039	0,761	0,979	-0,233	0,790	-0,567	0,790	0,176	1,000	0,782	-0,187	**1,000**	-0,505
I_{gi}	-0,147	-0,507	-0,498	0,653	0,117	-0,488	-0,649	0,377	-0,498	0,682	-0,498	0,666	-0,506	-0,648	0,142	-0,505	1,000

** – Confidence interval (%): 95*

Високу селекційну цінність (СЦГі) проявили популяції: LR / H – 220,1 і (Емерауде / Т.)² – 207,5 при значенні 143,0 у стандарту. Популяції такого типу є найбільш цінними та можуть давати максимальні врожаї навіть за несприятливих умов. Діапазон коливань цієї ознаки був досить високий: від 68,1 до 220,1.

Аналізуючи популяції за комплексом ознак можна виділити популяції: (Емерауде / Т.)², A.r. d. і ФХНВ² за показниками адаптивності як найбільш стабільні за урожайністю насіння, проте, тільки генотип (Емерауде / Т.)² перевищував стандарт за середньою урожайністю та характеризувався високим показником селекційної цінності. Популяції Сін(с). / Приморка та A.-H.d. № 15, що істотно перевищували стандарт за урожайністю, мали великі показники відносної стабільності генотипу (s_{gi} = 30,2 та 34,0), відзначалися дестабілізуючим ефектом, але високі показники загальної адаптивної здатності (ЗАЗі = 76,7 і 88,6) та варіанси специфічної адаптивної здатності (σ^2_{CA3i} = 14624 і 19724) характеризують ці популяції як пластичні. Генотип LR / H, що має найвищий показник селекційної цінності (СЦГі = 220,1) та високу насіннєву продуктивність за гірших умов і добре відкликається на покращення умов середовища, може характеризуватися як пластично-стабільна популяція.

Також були проаналізовано кореляційні залежності між врожайністю насіння за різних умов вирощування та параметрами адаптивних ознак для виділення найбільш придатних ідентифікаторів адаптивності, що дають змогу виокремлювати цінні селекційні зразки.

Кореляційна залежність між врожайністю насіння за кращих та гірших умов становила 0,768. Насіннєва продуктивність популяцій люцерни за обох умов вирощування має високу кореляцію (r = 0,817–0,975) з показником генетичної гнучкості, коефіцієнтом адаптивності та загальною адаптивною здатністю (r = 0,802–0,991). За гірших умов урожайність насіння мала високу позитивну залежність з селекційною цінністю (r = 0,924) та селекційною цінністю генотипу (r = 0,883), тоді як за кращих умов зв'язки були слабші і становили: 0,506 і 0,380, відповідно. Гомеостатичність мала середню залежність (r = 0,372) з урожайністю насіння за гірших умов, проте цей показник характеризувався низькою від'ємною (r = -0,196) залежністю з урожайністю за кращих умов (табл. 3).

Коефіцієнт регресії, варіанса специфічної адаптивної здатності та коефіцієнт компенсації-дестабілізації характеризувалися високою кореляцією з врожайністю насіння за кращих умов r = 0,819–0,820, тоді як за гірших умов зв'язки були слабші і становили r = 0,270–0,291. За більшими значеннями цих показників виділяються популяції з високою врожайністю насіння за кращих умов вирощування, тобто популяції інтенсивного типу, натомість з меншими значеннями – стабільні популяції.

За результатами GGE біплот-аналізу виділилися найбільш стабільні популяції: G6 – LR / H та G13 – (Емерауде /Т.)², що знаходяться в одній чверті з вектором мінімальної урожайності, тобто за гірших умов та слабкіше реагують на погіршення умов вирощування, зокрема на посуху (рис. 1).

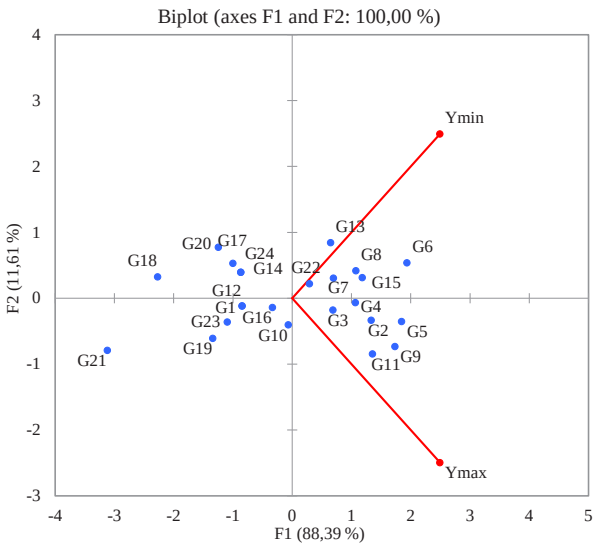


Рис. 1. Генотип-середовищна взаємодія сортів люцерни і середовищ (метод біплот-аналіз). Лініями показані власні вектори провідних факторних навантажень для середовищ: – max і min врожайність; – генотип

Популяції G5 – Сін (с). / Приморка, G9 – A.-H.d. № 15 та G11 – Добір за к.с., що знаходяться в II чверті з вектором максимальної урожайності, або за кращих умов, показали різке зниження урожайності насіння при погіршенні умов зволоження, тобто їх можна характеризувати, як популяції інтенсивного типу.

Популяці G4 – M.g. / П.п., що знаходиться на осі між векторами максимальної та мінімальної урожайності, характеризувалась порівняно високими значеннями врожайності насіння за обох умов, тобто її можна відзначити, як популяції пластичного типу.

Популяції G18 – A.r. d. і G21 – ФХНВ², що перебувають в III і IV чвертях, мають найнижчу продуктивність за гірших умов та погано відкликаються на їх покращення.

Висновки. Отримані експериментальні дані урожайності зеленої маси люцерни першого року життя травостою, параметрів адаптивної здатності та біплот-аналізу дозволили досліджувані популяції люцерни розділити на три групи: інтенсивного типу, стабільного та адаптовані до різних умов. Виділено найбільш стабільну популяцію – (Емерауде / Т.)², популяції інтенсивного типу – Сін (с). / Приморка, A.-H.d. № 15, Добір за к.с. та LR / H і M.g. / ЦП-11 – популяції, що адаптовані до різних умов.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Abdelguerfi A., Abdelguerfi-Laouar M. Forage and pasture species: The uses in Maghreb (Algeria, Morocco, and Tunisia). FAO, Rome, Italy. 2002.
2. Ashraf M. Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. *Biotech. Adv*. 2010. 28. 169–183.
3. Ayalneh T., Letta T., Abinasa M. Assessment of stability, adaptability and yield performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in South Eastern Ethiopia. *J. Agric. & Environ. Sci*. 2013. 13(7), 885–890. doi: 10.5829/idosi.aejaes.2013.13.07.1950.

4. Eberhart S. A., Rassell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sc*. 1966. Vol. 6. №1. P. 36–40.
5. Giancarla V. et al. Assessment of drought tolerance in some barley genotypes cultivated in West part of Romania. *J. Hortic. For. Biotechnol*. 2010. 14(3), 114–118.
6. Harrison M. T. et al. Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions. *Glob. Change Biol*. 2014. 20(3), 867–878. doi:10.1111/gcb.12381.
7. Latrach L. et al. Growth and nodulation of alfalfa-rhizobia symbiosis under salinity: electrolyte leakage, stomata conductance, and chlorophyll fluorescence. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2014. 38. 320–326. doi:10.3906/tar-1305-52.
8. Popov S. I., Leonov O. Yu., Popova K. M., & Avramenko S. V. Ecological plasticity of winter wheat varieties depending on root nitrogen nutrition in the eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. 15(3). 296–302. doi: 10.21498/2518-1017.15.3.2019.181087
9. 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
10. Tyshchenko O. et al. Evaluation of drought tolerance in alfalfa *(Medicago sativa)* genotypes in the conditions of osmotic stress. *AgroLife Scientific Journal*. Vol. 9, Num. 2, 2020. P. 353-358. ISSN 2285-5718
11. Vasconcelos E. S. et al. Alfalfa genotype selection for adaptability and stability of dry matter production. *Acta Sci. Agron*. 2008. 30. 339–343. doi: 10.4025/actasciagron.v30i3.3511.
12. Vozhehova R. et al. Evaluation of breeding indices for drought tolerance in alfalfa (*Medicago*) genotypes. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2021. Vol. LXIV, No. 2. P. 435-444.
13. Wang Z. et al. Transgenic Alfalfa Plants Expressing the Sweetpotato Orange Gene Exhibit Enhanced Abiotic Stress Tolerance. *PLoS ONE*. 2015. 10(5), e0126050. doi: 10.1371/journal.pone.0126050
14. Базалій В. В. Принципи адаптивної селекції озимої пшениці в зоні Південного Степу. Херсон: Айлант, 2004. 243 с.
15. Вожегова Р. А. та ін. Особливості прояву адаптивних ознак у селекційних популяцій люцерни при вирощуванні на насіння. *Вісник СумНАУ. Серія «Агрономія і біологія»*. 2021. Вип. 2 (44). С. 3-11. DOI https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.1
16. Вожегова Р. А. та ін. 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
17. Вожегова Р. А. та ін. 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
18. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур. *Вестник РАСХН*. 2005. № 6. С. 49–53.
19. Гончаренко А. А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции. *Зерновое хозяйство*. 2016. № 2(44). С. 31–36.
20. Демидов О. А., Хоменко С. О., Чугункова Т. В., Федоренко І. В. Урожайність та гомеостатичність колекційних зразків пшениці ярої. *Вісник аграрної науки.* 2019. № 9. С.47-51. DOI: https://doi.org/20.31073/agrovisnyk201909-07
21. Животков Л. А., Морозова З. А., Секатуева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность». *Селекция и семеноводство*. 1994. № 2. С. 3–32.
22. Жученко А. А. Адаптивный потенциал культурных растений. Кишинев: Штиница, 1988. 767 с.
23. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство: эколого-генетические основы. Теория и практика: в 3-х т. М.: Агрорус, 2008–2009. Т. 1. 2008. 813 с.; Т. 2. 2009. 1104 с.; Т. 3. 2009. 960 с..
24. Зайцева І. О. Аналіз феноритміки та адаптивних властивостей кленів в умовах інтродукції у Степовому Придніпров'ї. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2015. № 2. С. 6–12.
25. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Генетические основы селекции растений. В 4 т. Т. 1. *Общая генетика растений*. 2008. 551 с.
26. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Генотип и среда в селекции растений. *Наука и техника*, 1989. 191 с.
27. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение I. Обоснование метода. *Генетика*. 1985. Т. XXI, № 9. С. 1481–1489.
28. Кордюм Е. Л., Дубина Д. В. Пластичність онтогенезу судинних рослин : молекулярні, клітинні, популяційні та ценотичні аспекти. *Вісник НАН України*. Київ. 2015. № 7. С. 32–36. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2015_7_7
29. Литун П. П. Взаимодействие генотип-среда в генетических исследованиях и способы его изучения. Проблемы отбора и оценки селекционного материала. К.: Наукова думка, 1980. С. 63-93.
30. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю. Адаптивний потенціал і стресостійкість сучасних сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. 113. 85–91. doi: 10.32851/2226-0099.2020.113.12
31. Орлюк А. П., Гончарова К. В. Адаптивний і продуктивний потенціали пшениці. Херсон: Айлант, 2002. 275 с.
32. Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Люта Ю. О. Оцінка генотипів люцерни за насіннєвою продуктивністю на посухостійкість. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: ВД «Гельветика». 2021. №120. С. 155–168. DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21
33. Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Люта Ю. О., Пілярська О. О. Адаптивна здатність – важлива ознака в селекції рослин. *Зрошуване землеробство*: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон: ВД «Гельветика», 2021. №75. С. 101–109. DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.19
34. Тищенко О.Д., Тищенко А.В., Пілярська О.О., Куц Г.М. Особливості морфології кореневої системи у популяцій люцерни. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. Вип. 72. С. 118-121. DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.25

35. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы. *Науч.-техн. бюл. ВСГИ*. 1981. № 1/39. С. 8–14.

REFERENCES:

1. Abdelguerfi, A., & Abdelguerfi-Laouar, M. (2002). Forage and pasture species: The uses in Maghreb (Algeria, Morocco, and Tunisia). FAO, Rome, Italy
2. Ashraf, M. (2010). Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. *Biotech. Adv.*, 28, 169–183
3. Ayalneh, T., Letta, T. & Abinasa, M. (2013). Assessment of stability, adaptability and yield performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in South Eastern Ethiopia. *J. Agric. & Environ. Sci.*, 13(7), 885–890. doi: 10.5829/idosi.aejaes.2013.13.07.1950
4. Eberhart, S.A. & Russell, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6(1). 36–40
5. Giancarla, V. et al. (2010). Assessment of drought tolerance in some barley genotypes cultivated in West part of Romania. *J. Hortic. For. Biotechnol.*, 14(3), 114–118
6. Harrison, M.T. et al. (2014). Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions. *Glob. Change Biol.*, 20(3), 867–878. doi:10.1111/gcb.12381
7. Latrach, L. et al. (2014). Growth and nodulation of alfalfa-rhizobia symbiosis under salinity: electrolyte leakage, stomata conductance, and chlorophyll fluorescence. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38, 320–326. doi:10.3906/tar-1305-52
8. Popov, S.I., Leonov, O.Yu., Popova, K.M., & Avramenko, S.V. (2019). Ecological plasticity of winter wheat varieties depending on root nitrogen nutrition in the eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15(3), 296–302 doi: 10.21498 /2518-1017.15.3.2019.181087
9. 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
10. Tyshchenko, O. et al. (2020). Evaluation of drought tolerance in alfalfa *(Medicago sativa)* genotypes in the conditions of osmotic stress. *AgroLife Scientific Journal*. Vol. 9, Num. 2, 353-358. ISSN 2285-5718
11. Vasconcelos, E.S. et al. (2008). Alfalfa genotype selection for adaptability and stability of dry matter production. *Acta Sci. Agron.*, 30, 339–343. doi: 10.4025/actasciagron.v30i3.3511
12. Vozhehova, R. et al. (2021). Evaluation of breeding indices for drought tolerance in alfalfa (*Medicago*) genotypes. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. Vol. LXIV, No. 2. P. 435-444
13. Wang, Z. et al. (2015). Transgenic Alfalfa Plants Expressing the Sweetpotato Orange Gene Exhibit Enhanced Abiotic Stress Tolerance. *PLoS ONE*, 10(5), e0126050. doi: 10.1371/journal.pone.0126050
14. Bazalii V. V. (2004) Pryntsypy adaptyvnoi selektsii ozymoi pshenytsi v zoni Pivdennoho Stepu. [Principles of adaptive selection of winter wheat in the Southern Steppe zone] Kherson: Ailant. 243 [in Ukrainian].
15. Vozhehova, R.A. et al. (2021). Osoblyvosti proiavu adaptyvnykh oznak u selektsiinykh populiatsii liutserny pry vyroshchuvanni na nasinnia [Features of manifestation of adaptive traits in breeding populations of alfalfa when grown from seed]. Visnyk SumNAU. Seriia «Ahronomiia i biolohiia» – *Bulletin of SumNAU. "Agronomy and Biology Series"*, 2(44), 3-11. DOI https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.1 [in Ukrainian].
16. Vozhehova, R.A. et al. (2021). Otsiniuvannia posukhostiikosti selektsiinoho materialu liutserny za pokaznykamy vodnoho rezhymu v umovakh Pivdnia Ukrainy [Estimation of drought resistance of alfalfa breeding material according to water regime indicators in the conditions of the South of Ukraine]. *Plant Varieties Studying and protection*. Vol. 17, No 1. 21-29. https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.1.2021.228204 [in Ukrainian].
17. 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.* 2022. 13. 190–198. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.28 [in Ukrainian].
18. Goncharenko, A.A. (2005). Ob adaptivnosti i jekologicheskoj ustojchivosti sortov zernovyh kultur [On the adaptability and ecological sustainability of grain varieties]. *Vestnik RASHN – Bulletin of RAAS*, 6, 49–53 [in Russian].
19. Goncharenko, A.A. (2016). Jekologicheskaja ustojchivost' sortov zernovyh kul'tur i zadachi selekcii [Environmental sustainability of grain varieties and breeding objectives]. *Zernovoe hozjajstvo – Grain farming*, 2(44), 31–36 [in Russian].
20. Demidov, O.A., Homenko, S.O., Chugunkova, T.V. & Fedorenko, I.V. (2019). Urozhajnist ta gomeostatichnist kolekcijnih zrazkiv pshenici jaroi [Yield and homeostaticity of collection samples of spring wheat]. *Visnyk agrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 9(798), 47–51. DOI: https://doi.org/20.31073/agrovisnyk201909-07 [in Ukrainian].
21. Zhivotkov, L.A., Morozova, Z.A., & Sekatueva, L.I. (1994). Metodika vyyavleniya potencialnoj produktivnosti i adaptivnosti sortov i selekcionnyh form ozimoj pshenicy po pokazatelyu «urozhajnost» [Methodology for identifying the potential productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat in terms of "yield"]. *Selekciya i semenovodstvo – Breeding and seed production*, 2, 3–32 [in Russian].
22. Zhuchenko, A.A. (1988). *Adaptivnyj potencial kul'turnyh rastenij [Adaptive potential of cultivated plants]*. Kishinev: Shtinica, 767. [in Russian].
23. Zhuchenko, A.A. (2009). *Adaptivnoe rastenievodstvo jekologo-geneticheskoe osnovy. Teorija i praktika [Adaptive plant growing ecological-genetic basis. Theory and practice].* M.: Agrorus, 2, 1104 [in Russian].
24. Zajceva, I.O. (2015). Analiz fenoritmiki ta adaptivnih vlastivostej kleniv v umovah introdukcii u Stepovomu Pridniprovy [Analysis of phenorhythmics and adaptive properties of maples in the conditions of introduction in the Steppe Dnieper]. *Visnyk Dnipropetrovs'kogo derzhavnogo agrarno-ekonomichnogo universitetu – Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*, 2, 6–12 [in Ukrainian].
25. Kilchevskij, A.V., & Hotyleva, L.V. (2008). *Geneticheskie osnovy selekcii rastenij [Genetic bases of plant selection]*. Obshhaja genetika rastenij. Minsk: Belorus. nauka, 551 [in Russian].

26. Kilchevskij, A.V., & Hotyleva, L.V. (1989). *Genotip i sreda v selekcii rastenij [Genotype and environment in plant breeding]*. Minsk: Nauka i tekhnika, 191 [in Russian].
27. Kilchevskij, A.V., & Hotyleva, L.V. (1985). Metod ocenki adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti genotipov, differencirujushhej sposobnosti sredy. Soobshhenie I. Obosnovanie metoda [Method for assessing the adaptive ability and stability of genotypes, the differentiating ability of the environment. Message I. Justification of the method]. *Genetika – Genetics*, XXI(9), 1481–1489 [in Russian].
28. Kordjum, E.L., & Dubina, D.V. (2015). Plastichnist ontogenezu sudinnih roslin: molekuljarni, klitinni, populjacijni ta cenotichni aspekti [Plasticity of vascular plant ontogenesis: molecular, cellular, population and coenotic aspects]. *Visn. NAN Ukraïni – Bulletin of the NAS of Ukraine*, 7, 32–36. http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2015_7_7 [in Ukrainian].
29. Litun, P.P. (1980). *Vzaimodejstvie genotip-sreda v geneticheskih issledovanijah i sposoby ego izuchenija. Problemy otbora i ocenki selekcionnogo materiala [Genotype-environment interaction in genetic research and methods of its study. Problems of selection and evaluation of breeding material]*. Kyiv: Naukova dumka, 63–93 [in Russian].
30. Melnik, A.V., Romanko, Ju.O., & Romanko, A.Ju. (2020). Adaptivnij potencial i stresostijkist suchasnih sortiv soyi [Adaptive potential and stress resistance of modern soybean varieties]. *Tavrijskij naukovij visnik – Taurian Scientific Bulletin*, 113, 85–91. doi: 10.32851/2226-0099.2020.113.12 [in Ukrainian].
31. Orljuk, A.P., & Goncharova, K.V. (2002). *Adaptivnij i produktivnij potenciali pshenici [Wheat adaptive and productive potential]*. Kherson: Ajlant, 275 [in Russian].
32. Tyshchenko, A.V., Tyshchenko, O.D., & Liuta, Yu.O. (2021). Otsinka henotypiv liutserny za nasinnievoiu produktyvnistiu na posukhostiikist [Evaluation of alfalfa genotypes by seed productivity for drought resistance]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, Kherson: VD «Helvetyka», 120, 155–168. DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21 [in Ukrainian].
33. Tyshchenko, A.V., Tyshchenko, O.D., Liuta, Yu. O., & Piliarska, O.O. (2021). Adaptyvna zdatnist – vazhlyva oznaka v selektsii Roslyn [Adaptive ability is an important feature in plant breeding]. *Zroshuvane zemlerobstvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk – Irrigated agriculture: interdepartmental thematic scientific collection*. Kherson: VD «Helvetyka», 75, 101–109. DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.19 [in Ukrainian].
34. Tyshchenko, O.D., Tyshchenko, A.V., Piliarska, O.O., & Kuts, H.M. (2019). Osoblyvosti morfolohiyi korenevoyi systemy u populyatsiy lyutserny [Peculiarities of root system morphology in alfalfa populations]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 72, 118-121. DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.25 [in Ukrainian].
35. Hangildin, V.V., & Litvinenko, N.A. (1981). Gomeostatichnost i adaptivnost sortov ozimoj pshenicy [Homeostasis and adaptability of winter wheat varieties]. *Nauch.-tekhn. byul. VSGI – Scientific-technical bul. WSGI*, 1 (39), 8–14 [in Russian].

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

Мета досліджень. Вивчення адаптивних ознак у селекційних популяцій люцерни за насіннєвого використання другого року життя та виділення перспективного матеріалу для подальшого використання у селекційному процесі. **Матеріали і методи.** Дослідження проводились в Інституті зрошуваного землеробства НААН України протягом 2018–2020 рр. Об'єктом вивчення слугували 24 популяції люцерни за насіннєвого використання. Аналіз стійкості генотипів люцерни до стресу проводили за допомогою індексу умов середовища, коефіцієнту регресії, прогнозованої екологічної стабільності, пластичності сорту за різного екоградієнту, показників стресостійкості і генетичної гнучкості, параметрами гомеостатичності та селекційної цінності, коефіцієнту адаптивності, загальної адаптивної здатності, варіанси специфічної адаптивної здатності, відносної стабільності генотипу, селекційної цінності генотипу, коефіцієнтів нелінійності і компенсації-дестабілізації. **Результати.** При вирощуванні на насіння люцерни другого року життя найгірші умови склалися у 2018 р., на що вказує індекс середовища (Ij), який дорівнював -98,44, а найкращі – у 2019 р (Ij = 65,52). У 2020 р. значення цього параметра становило 32,92. Найбільшу урожайність насіння (285,7 кг/га) за гірших умов (2018 р.) було отримано у популяції LR / H з середньою урожайністю (Ymean = 377,0 кг/га) за роками. Популяції A.-H.d. № 15 та Сін(с). / Приморка сформували високу насіннєву продуктивність 500,0 кг/га та 488,1 кг/га за кращих умов, з середньою за роками досліджень 412,7 і 400,8, відповідно. При аналізі селекційних номерів люцерни другого року за комплексом ознак, наприклад, за гомеостатичністю та показниками адаптивності, найбільш стабільними виявилися популяції M.agr. / C., A.r. d. та M.g. d., але вони не перевищували стандарт за урожайністю. Популяція LR / H мала високі показники гомеостатичності (Hom = 240,6), селекційної цінності (Sc = 274,1), коефіцієнт адаптивності (КА = 116,3), стабільності (S_{di}^2 = 413,2), але показник пластичності був дещо нижчий за одиницю (b_i = 0,96). Тобто цю популяцію можна охарактеризувати як добре адаптовану до різноманітних умов середовища. Селекційні зразки Сін(с). / Приморка та Добір за к.с. за показниками генетичної гнучкості, коефіцієнтом регресії виділялись як популяції інтенсивного типу, що добре реагують на покращення умов зволоження. **Висновки.** Виділено найбільш стабільну популяцію – (Емерауде / Т.)^2, популяції інтенсивного типу – Сін (с). / Приморка, A.-H.d. № 15, Добір за к.с. та LR / H і M.g. / ЦП-11 – популяції, що адаптовані до різних умов.

Ключові слова: генотип, популяція, насіннєва продуктивність, параметри адаптивних ознак, кореляція, біплот-аналіз.

Vozhehova R.A., Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Piliarska O.O., Fundirat K.S., Konovalova V.M. Seed productivity of alfalfa populations in the second year of life and the peculiarities of the manifestation of adaptive traits in them

The purpose of research. Study of adaptive traits in breeding populations of alfalfa for seed use in the second year of life and selection of promising material for further

use in the breeding process. **Materials and methods.** Research was conducted at the Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Sciences of Ukraine during 2018–2020. The object of study was 24 alfalfa populations for seed use. The analysis of resistance of alfalfa genotypes to stress was carried out using the index of environmental conditions, regression coefficient, predicted ecological stability, variety plasticity under different ecogradients, indicators of stress resistance and genetic flexibility, homeostatic parameters and selection value, adaptability coefficient, general adaptive capacity, variances of specific adaptive capacity, relative stability of the genotype, selection value of the genotype, coefficients of nonlinearity and compensation-destabilization. **Results.** Growing alfalfa seeds of the second year of life, the worst conditions were in 2018, as indicated by the environmental index (Ij), which was -98.44, and the best – in 2019 (Ij = 65.52). In 2020, the value of this parameter was 32.92. The highest seed yield (285.7 kg/ha) under the worst conditions (2018) was obtained in the LR / H population with an average yield (Ymean = 377.0 kg/ha) by year. Populations of A.-N.d. No. 15 and Sin(c). / Primorka produced a high seed productivity of 500.0 kg/ha and 488.1 kg/ha under the best conditions, with an average over the years of research of 412.7 and 400.8, respectively. When analyzing second-year alfalfa breeding numbers based on a set of traits, for example, homeostatic and adaptability indicators, populations turned out to be the most stable M.agr. / C., A.r. d. and M.g. d., but they did not exceed the yield standard. The LR / H population had high indicators of homeostaticity (Hom = 240.6), selection value (Sc = 274.1), adaptability coefficient (KA = 116.3), stability (S_{di}^2 = 413.2), but the plasticity index was somewhat lower than one (b_i = 0.96). That is, this population can be characterized as well adapted to various environmental conditions. Selection samples Sin(s). / Primorka and Dobyr by r.s. according to indicators of genetic flexibility, regression coefficients were distinguished as populations of the intensive type, which respond well to the improvement of moisture conditions. **Conclusions.** The most stable population was identified – (Emeraude / T.)^2, the population of the intensive type – Sin (c). / Primorka, A.-N.d. No. 15, Selection by k.s. and LR / H and M.g. / CP-11 – populations adapted to different conditions.

Key words: genotype, population, seed productivity, parameters of adaptive traits, correlation, biplot analysis.

УДК 633.361;574.32
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.16

ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ КРИТЕРІЇВ ДОБОРУ СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ЕСПАРЦЕТУ

ГАВРИШ С.Л. – старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-5876-0921
Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України
ВІНЮКОВ О.О. – доктор сільськогосподарських наук, старший дослідник
orcid.org/0000-0002-2957-5487
Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України
БОНДАРЕВА О.Б. – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-8128-8485
Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. В умовах недостатнього зволоження і низької родючості ґрунтів еспарцет (*Onobrychis viciifolia*) є найбільш перспективною культурою для здійснення докорінного поліпшення, відновлення та консервації деградованих земель, ефективного ведення польового кормовиробництва. Тому для ефективного використання цієї культури постає проблема підвищення насіннєвої та кормової продуктивності [1].

Відомо, що при високій посухостійкості дорослих рослин еспарцету його сходи є чутливими до дефіциту вологи в повітрі та грунті [2]. Тому здатність сходів адаптуватись до несприятливих умов зволоження позитивно впливає на подальший розвиток рослин та формування елементів їх продуктивності [3].

Для збереження та покращення господарсько-цінних ознак цієї культури важливо безперервно вести селекцію, спрямовану на підвищення урожайності та якості продукції, стійкості до посух, екстремальних температур повітря і ґрунту, збудників хвороб та шкідників.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями Донецької ДСДС НААН 2011-2015 років розроблено метод прискорення селекційного процесу при створенні сортів еспарцету, особливо інтродукованих біотипів закавказького виду (Onobrychis transcaucasica Gross.), адаптованих до умов південно-східного регіону України який базується на скороченні терміну репродукції насіння в результаті застосування розроблених елементів технології літньої сівби свіжозібраним насінням [4, 5]. Впровадження цього в селекційний процес ДДСДС НААН показало його високу ефективність. Недоліком методу є те, що критерії відбору, які зазвичай використовуються, недостатньо впливають на формування стійкості рослин еспарцету в екстремальних гідротермічних умовах літньої сівби.

Встановлено, що в посушливих кліматичних умовах, особливо при застосуванні літніх строків сівби, на початкових етапах органогенезу рослин еспарцету інтенсивний розвиток кореневої системи має вирішальне значення для запобігання загибелі сходів та забезпечення задовільненого стану посівів наприкінці осінньої вегетації в перший рік життя. Одним із способів прискорення росту кореневої системи є створення сортів, які характеризуються відповідними властивостями. Ця мета може досягатись в результаті селекційної роботи через добір біотипів еспарцету з підвищеним об'ємом кореневої системи. Проблема полягає в тому, що розроблені на цей час методи визначення об'єму кореневої системи еспарцету [6–8] не відповідають вимогам простоти виконання, низької собівартості, технологічності при обліку великої кількості зразків та точності результатів.

В Донецькій державній сільськогосподарській дослідній станції НААН (ДДСДС НААН) розроблений достатньо ефективний метод вирощування кореневої системи рослин за допомогою роз'ємних контейнерів без дна [9], але облік великої кількості зразків потребує значних трудових, матеріальних і фінансових витрат.

У 2020 р. ДДСДС НААН розроблено метод вирощування кореневої системи селекційного матеріалу еспарцету в циліндричних контейнерах довжиною 1 м, які виготовлені з пластикових труб низького опору [10]. Такі контейнери є легкими, технологічними, зручними у використанні та дешевшими у виготовленні. З метою проведення добору достатньо було зробити тільки порівняльну оцінку інтенсивності розвитку кореневої системи різних популяцій. Висока технологічність, простота методу та значна економія трудових і фінансових ресурсів мали вирішальне значення для прийняття рішення про його застосування в селекційному процесі.

Одним із способів вирішення проблеми підвищення посухостійкості сортів еспарцету є розроблений метод створення вихідного матеріалу на основі добору біотипів з урахуванням коефіцієнту негативної дії посухи ($К_{НДП}$). Спосіб добору за цим критерієм заснований на порівняльному оцінюванні ступеню прояву основних господарсько-цінних ознак при застосуванні сівби кожним зразком в умовах, які суттєво відрізняються за показниками вологозабезпеченості.

Стосовно виконання поточного завдання встановлюється рівень зниження показників прояву таких ознак (у відсотках) при застосуванні літньої сівби в посушливих умовах відносно показників в оптимальних умовах. Величина коефіцієнту негативної дії посухи, визначається за формулою:

$$К_{ндп} = \frac{x}{y} * 100\%,$$

де

$К_{ндп}$ − коефіцієнт негативної дії посухи;

X − ступень прояву ознаки в оптимальних умовах вегетації (строк сівби 15 квітня);

Y − ступень прояву ознаки в умовах посухи (строк сівби 10 серпня).

Чим менший коефіцієнт негативної дії посухи, тим менше зниження абсолютного показника ознаки популяції під впливом шкодочинного фактору посухи, тим більше її посухостійкість.

Коефіцієнт негативної дії посухи визначали відносно польової схожості, виживання сходів та стану рослин в перший рік життя, зимостійкості, урожайності насіння і зеленої маси.

Добір складно-гібридних популяцій проводили за загальним показником адаптивного потенціалу до посушливих умов вегетації, який виражали інтегральним коефіцієнтом негативної дії посухи (Індгту) на ступінь прояву всього комплексу господарсько-цінних ознак (ГЦО) і розраховували з формулою:

$$I_{ндп} = \sqrt[n]{K_{ндп1} \times K_{ндп2} \times K_{ндп3} \times K_{ндпn}},$$

де

$I_{ндп}$ – інтегральний коефіцієнт негативної дії посухи

$K_{ндп1...n}$ – коефіцієнти негативної дії посухи на ступінь прояву окремих ГЦО.

Мета – оцінити принципи нових критеріїв добору біотипів еспарцету в селекційному процесі.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проходили на дослідному полі Донецької ДСДС НААН у 2016-2020 рр. Всі роботи з селекції та первинного насінництва нових сортів виконувались згідно загальноприйнятих методик [11–13]. Закладка розсадників проводилась з використанням нових елементів технології вирощування еспарцету, які мають за мету скорочення репродукції насіння та прискорення селекційного процесу. При цьому частина насіння кожного номеру залишатиметься для складського зберігання.

Посів проводився селекційною сівалкою СКС-6-10 з механізмом центрального висіву широкорядно з міжряддям 90 см нормою висіву 400 тис. схожих насінин на 1 га. Площа посівних ділянок становила 45 м^2.

Під час виконання роботи використовувались загальнонаукові методи досліджень: польовий, лабораторний, вимірювально-ваговий, розрахунково-порівняльний; методи математичної статистики; спеціальні методи: діалектичний, гіпотез, синтезу, індукції, спостереження.

Об'єм кореневої системи визначали за методом Д. А. Сабініна та І. І. Колосова [14].

Результати досліджень. У 2017 році закладені два розсадника розмноження складногібридних популяцій, створених у 2016 році в розсадниках добору і направленого запилення. Складногібридна популяція № 1 налічувала в своєму складі 8 популяцій, відібраних за традиційними критеріями добору з урахуванням показників інтенсивності росту кореневої системи на початкових етапах органогенезу. Складногібридна популяція № 2 сформована за тими ж принципами, що і перша, але має в своєму складі 7 популяцій, що відносяться до іншої групи за своїми морфологічними та біологічними властивостями.

Основним завданням досліджень в перший рік життя було встановити адаптивний потенціал цих популяцій до несприятливих гідротермічних умов. Цієї мети досягали через визначення коефіцієнту негативної дії посухи ($К_{ндп}$) на інтенсивність розвитку кореневої системи, виживання сходів і стан рослин перед припиненням осінньої вегетації. Тому, для вирощування кореневої системи одночасно з проведенням сівби в полі закладали контрольні посіви в поліпропіленові циліндричні контейнери по 56 рослин від кожної вихідної популяції (1 блок × 7 контейнерів × 8 рослин). Кожну складногібридну популяцію закладали в два строки: 15 квітня і 10 серпня 2017 року.

В результаті проведених обліків і спостережень встановлено, що у складногібридної популяції № 1 $К_{ндп}$ інтенсивності розвитку кореневої системи на початкових етапах органогенезу в перший рік життя дорівнював 1,41, $К_{ндп}$ виживання сходів в літньо-осінній період – 1,54, $К_{ндп}$ кількості пагонів на одній рослині та висоти рослин перед припиненням осінньої вегетації складав 1,47 та 1,46 відповідно (табл. 1).

Аналогічна закономірність зміни ступеню прояву основних господарсько-цінних ознак спостерігалась і в складногібридній популяції № 2. $К_{ндп}$ інтенсивності розвитку кореневої системи на початкових етапах органогенезу в перший рік життя дорівнював 1,45, $К_{ндп}$ виживання сходів в літньо-осінній період – 1,57, $К_{ндп}$ кількості пагонів на одній рослині та висоти рослин перед припиненням осінньої вегетації складав 1,48 та 1,47 відповідно (табл. 2).

Одержані результати показують, що у новостворених популяціях $К_{ндп}$ за всіма ознаками був нижчий у порівнянні з популяціями, з яких вони створені. Це свідчить про те, що проведені у попередні роки добори вихідного матеріалу за новими критеріями дозволили значно покращити їх адаптивний потенціал популяцій і вплив негативної дії посухи на розвиток рослин в перший рік життя був не такий згубний.

Основним завданням досліджень на другий рік життя було встановити адаптивний потенціал цих популяцій до несприятливих гідротермічних умов та розмножити для подальших досліджень насіння новостворених популяцій. Поставленої мети досягали шляхом визначення інтегрального коефіцієнту негативної дії посухи ($І_{ндп}$), який відображає середньозважений негативний вплив посушливих умов вегетації на ступінь прояву основних господарсько-цінних ознак: інтенсивність розвитку кореневої системи, виживання сходів та стан рослин в перший рік життя, зимостійкість, насіннєву і кормову продуктивність.

За основними господарсько-цінними ознаками складногібридна популяція № 1 характеризувалася показниками коефіцієнту негативної дії посухи на рівні 1,33–1,54, популяція № 2 – 1,35–1,57 (табл. 3).

Інтегральний коефіцієнт негативної дії посухи складав відповідно 1,42 та 1,44. Це свідчить про кращу здатність популяції № 1 адаптуватися до дії несприятливих абіотичних чинників та їх згубному впливу на розвиток рослин в період формування основних елементів продуктивності.

Таблиця 1

Інтенсивність розвитку кореневої системи складногібридної популяції № 1 у 2017 році (в перший рік життя)

Ознака	Строк сівби	Вихідні популяції	Нова популяція	Відхилення, +/-
Об'єм кореневої системи, см³	15.04.2017	8,34	9,83	+ 1,49
	10.08.2017	5,37	6,97	+ 1,60
	$К_{ндп}$	1,55	1,41	– 0,14
Виживання сходів, %	15.04.2017	74,94	89,13	+ 14,19
	10.08.2017	45,19	57,88	+ 12,69
	$К_{ндп}$	1,66	1,54	– 0,12
Кількість пагонів на одній рослині, шт.	15.04.2017	24,65	28,17	+ 3,52
	10.08.2017	15,99	19,16	+ 3,17
	$К_{ндп}$	1,54	1,47	– 0,07
Висота рослин, см	15.04.2017	24,67	28,54	+ 3,87
	10.08.2017	16,57	19,55	+ 2,98
	$К_{ндп}$	1,49	1,46	– 0,03

Таблиця 2

Інтенсивність розвитку кореневої системи складно-гібридної популяції № 2 у 2017 році (в перший рік життя)

Ознака	Строк сівби	Вихідні популяції	Нова популяція	Відхилення, +/-
Об'єм кореневої системи, см³	15.04.2017	7,95	9,11	+ 1,16
	10.08.2017	5,09	6,28	+ 1,19
	$К_{ндп}$	1,56	1,45	– 0,11
Виживання сходів, %	15.04.2017	71,16	84,93	+ 13,77
	10.08.2017	43,20	54,10	+ 10,90
	$К_{ндп}$	1,65	1,57	– 0,08
Кількість пагонів на одній рослині, шт.	15.04.2017	23,69	26,84	+ 3,15
	10.08.2017	15,47	18,14	+ 2,67
	$К_{ндп}$	1,53	1,48	– 0,05
Висота рослин, см	15.04.2017	24,51	27,02	+ 2,51
	10.08.2017	16,29	18,38	+ 2,09
	$К_{ндп}$	1,50	1,47	– 0,03

Результати обліку густоти стояння рослин на початку та наприкінці вегетації у 2019 році показують, що в новостворених популяціях кількість загиблих рослини в перший рік життя знизилась на 31,8-24,0 %. Рослини в посівах цих популяцій мали в середньому 4-6 пагонів довжиною 9-10 см, що на 2-4 пагонів та 3-4 см відповідно більше, чим у рослин в посіві вихідної популяції.

Показники урожайності насіння та зеленої маси на другий рік життя підтвердили загальну тенденцію щодо інтенсивності розвитку рослин еспарцету в новостворених популяціях. Популяція № 1 характеризувалась найвищою урожайністю насіння та зеленої маси – 0,86 т/га та 29,40 т/га відповідно, що перевищує ці показники на посівах вихідної популяції на 0,15 т/га та 4,84 т/га, Популяції № 2 на 0,09 т/га та 2,98 т/га (табл. 4).

За результатами досліджень популяцію № 1, передано на держсортовипробування як сорт Красень. У 2022 році одержано патент (ПУ № 220263 від 02.02.2022 р.).

Висновки. У розсаднику розмноження складногібридної популяції № 1 першого року життя коефіцієнт негативної дії посухи ($К_{ндп}$) на ступінь прояву основних господарсько-цінних ознак складав: на інтенсивності розвитку кореневої системи на початкових етапах органогенезу – 1,41; на виживання сходів в літньо-осінній період – 1,54; на кількість пагонів на одній рослині – 1,47; на висоту рослин перед припиненням осінньої вегетації – 1,46. Цей показник за всіма ознаками був нижчий у порівнянні з популяцією, з якої вона створена, що свідчить про те, що попередні добори вихідного матеріалу за новими критеріями дозволили значно покращити адаптивний потенціал новоствореної популяції і зменшити вплив негативної дії посухи на розвиток рослин в перший рік життя.

У розсаднику розмноження складногібридної популяції № 2 першого року життя коефіцієнт негативної дії посухи ($К_{ндп}$) на ступінь прояву основних господар-

Таблиця 3

Показники адаптивного потенціалу в розсадниках розмноження складногібридних популяцій, створених у 2017 році

Ознака	Строк сівби	Популяція № 1	Популяція № 2
Обліки 2017 року			
Об'єм кореневої системи, см³	15.04.2017	9,83	9,11
	10.08.2017	6,97	6,28
	$К_{ндп}$	**1,41**	**1,45**
Виживання сходів, %	15.04.2017	89,13	84,93
	10.08.2017	57,88	54,10
	$К_{ндп}$	**1,54**	**1,57**
Кількість пагонів на одній рослині, шт.	15.04.2017	28,17	26,84
	10.08.2017	19,16	18,14
	$К_{ндп}$	**1,47**	**1,48**
Висота рослин, см	15.04.2017	28,54	27,02
	10.08.2017	19,55	18,38
	$К_{ндп}$	**1,46**	**1,47**
Обліки 2018 року			
Зимостійкість, %	15.04.2017	92,16	89,98
	10.08.2017	66,30	63,82
	$К_{ндп}$	**1, 39**	**1,41**
Урожайність насіння, ц/га	15.04.2017	12,30	12,01
	10.08.2017	9,24	8,89
	$К_{ндп}$	**1,33**	**1,35**
Урожайність зеленої маси, т/га	15.04.2017	32,86	30,71
	10.08.2017	24,34	22,42
	$К_{ндп}$	**1,35**	**1,37**
$I_{ндп}$		1,42	1,44

Таблиця 4

Урожайність зеленої маси та насіння еспарцету

№	Варианти	Урожайність зеленої маси, т/га	Відхилення	Урожайність насіння, т/га	Відхилення
1	Вихідна популяція (контроль)	21,58	-	0,62	-
2	Популяція №1	29,40	+7,82	0,86	+ 0,24
3	Популяція №2	26,42	+ 4,84	0,77	+ 0,15
НІР 05		1,62		0,074	

сько-цінних ознак також за всіма ознаками також був нижчий у порівнянні з популяцією, з якої вона створена, але поступався показникам популяції № 1.

На другий рік життя за основними господарсько-цінними ознаками складногібридна популяція № 1 характеризувалася показниками коефіцієнту негативної дії посухи на рівні 1,33–1,54, популяція № 2 – 1,35–1,57. Інтегральний коефіцієнт негативної дії посухи популяцій складав відповідно 1,42 та 1,44. Популяція № 1 виявилась більш пластичною та стійкою до посушливих умов вегетації у порівнянні з популяцією № 2.

Показники урожайності насіння та зеленої маси на другий рік життя підтвердили загальну тенденцію щодо інтенсивності розвитку рослин еспарцету в новостворених популяціях. Популяція № 1 характеризувалась найвищою урожайністю насіння та зеленої маси – 0,86 т/га та 29,40 т/га, що перевищує ці показники на посівах вихідної популяції на 0,15 т/га та 4,84 т/га, популяції № 2 – на 0,09 т/га та 2,98 т/га відповідно. За результатами досліджень популяцію №1 передано на держсортовипробування як сорт Красень, у 2022 році одержано патент.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Черенков А.В., Тарасенко О.А. Шляхи підвищення насіннєвої продуктивності еспарцету в умовах північної підзони Степу України. *Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН.* 2005. №23-24. С. 143-146.
2. Тарасенко О.А. Ріст і розвиток рослин еспарцету в перший рік життя. *Корми і кормовиробництво*. 2003. № 51. С. 161-162.
3. Тарасенко О.А. Насіннєва продуктивності еспарцету першого року життя залежно від способу та норм висіву. *Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН.* 2005. № 26-27. С. 218–220.
4. Спосіб прискореного розмноження насіння еспарцету: пат. 147992 Україна: МПК A01C 1/06, A01B 79/02. № u 2021 01147; заявл. 09.03.21; опубл. 23.06.21, Бюл. № 25.
5. Гавриш С. Л., Ващенко В. В. Строки літньої сівби еспарцету в умовах високих температур повітря та грунту. *Вісник Уманського національного університету садівництва, ч.1 «Сільськогосподарські науки».* 2016. Вип. 89. С. 176-185.

6. Станков Н. З. Корневая система полевых культур. М.: Колос, 1964. 280 с.
7. Ткалич И. Д. Биологические и технологические основы возделывания озимой пшеницы с промежуточными культурами на орошаемых землях Степи Украины: дис. … доктора с.-х. наук: 06.01.09. Киев, 1989. 352 с.
8. Синицький М. П. (2006). Агротехнологічні основи формування продуктивності сучасних сортів ярого ячменю в Північній підзоні Степу України: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.09. Дніпропетровськ, 2006. 282 с.
9. Спосіб вирощування кореневої системи зернових культур: пат. 65964 Україна: МПК A 01 H 1/04. № u 2011 04014; заявл. 04.01.11; опубл. 26.12.11, Бюл. № 24.
10. Спосіб вирощування рослин еспарцету для визначення інтенсивності розвитку кореневої системи: пат. 147945 Україна: МПК A01C 1/06, A01B 79/02. № u 2021 00044; заявл. 06.01.21; опубл. 23.06.21, Бюл. № 25.
11. 11.Методические указания по селекции многолетних трав. М.: Інститут кормів ім. Вільямса, 1985.
12. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / за ред. А. О. Бабіча. Вінниця, 1994. 96 с.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1968. 336 с.
14. Фізіологія рослин: практикум / за ред. Т.В. Паршикової. Луцьк: Терен, 2010. 420 с.

REFERENCES:

1. Cherenkov, A.V., & Tarasenko, O.A. (2005). Shliakhy pidvyshchennia nasinnievoi produktyvnosti espartsetu v umovakh pivnichnoi pidzony Stepu Ukrainy [Ways of increasing the seed productivity of safflower in the conditions of the northern subzone of the Steppe of Ukraine]. *Biuleten In-tu zernovoho hospodarstva UAAN,* (23-24), 143-146 [in Ukrainian].
2. Tarasenko, O. A. (2003). Rist i rozvytok roslyn espartsetu v pershyi rik zhyttia [Growth and development of safflower plants in the first year of life]. *Kormy i kormovyrobnytstvo,* (51), 161-162 [in Ukrainian].
3. Tarasenko, O. A. (2005). Nasinnieva produktyvnosti espartsetu pershoho roku zhyttia zalezhno vid sposobu ta norm vysivu [Seed productivity of safflower in the first year of life depending on the method and norms of sowing]. *Biuleten In-tu zernovoho hospodarstva UAAN,* (26-27), 218–220 [in Ukrainian].
4. Havrish, S. L, & Bondareva, O. B. (2021). Pat. of Ukraine 147992. State register of patents of Ukraine for utility models [in Ukrainian].
5. Havrysh, S. L., & Vashchenko, V. V. Stroky litnoi sivby espartsetu v umovakh vysokykh temperatur povitria ta hruntu [Dates of summer sowing of asparagus in conditions of high air and soil temperatures]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva, ch.1 «Silskohospodarski nauky» [Bulletin of the Uman National University of Horticulture, Part 1 "Agricultural Sciences"]*, (89), 176-185 [in Ukrainian].
6. Stankov, N. Z. (1964). Kornevaya sistema polevyih kultur [*Root system of field crops].* M.: Kolos [in Russian].
7. Tkalich, I. D. (1989). *Biologicheskie i tehnologicheskie osnovyi vozdelyivaniya ozimoy pshenitsyi s promezhutochnyimi kulturami na oroshaemyih zemlyah Stepi Ukrainyi: dis. … doktora s.-h. nauk: 06.01.09* [Biological and technological foundations of winter wheat cultivation with intermediate crops on irrigated lands of the Steppe of Ukraine: dissertation. ... Dr. Agr. Sciences: 06.01.09]. Kyiv. [in Russian].
8. Synytskyi, M. P. (2006). *Ahrotekhnolohichni osnovy formuvannia produktyvnosti suchasnykh sortiv yaroho yachmeniu v Pivnichnii pidzoni Stepu Ukrainy: dys. ... kandydata s.-kh. nauk: 06.01.09* [Agrotechnological basis for formation of productivity of modern varieties of summer barley in northern subzone of Steppe of Ukraine: diss. ... the candidate of agr. Sciences: 06.01.09]. Dnipropetrovsk [in Ukrainian].
9. Viniukov, O.O. (2011). Pat. of Ukraine 65964. State register of patents of Ukraine for utility models [in Ukrainian].
10. Havrish, S. L, & Bondareva, O. B. (2021). Pat. of Ukraine 147945. State register of patents of Ukraine for utility models [in Ukrainian].
11. Metodicheskie ukazaniya po selektsii mnogoletnih trav [Methodological instructions for the selection of perennial grasses]. (1985). Moscow: Fodder Institute named after Williams [in Russian].
12. Babich, A. O. (Ed.). (1994). Metodyka provedennia doslidiv po kormovyrobnytstvu [Methodology of experiments on fodder production]. Vinnytsia. [in Ukrainian].
13. Dospekhov, B.A. (1985). Metodyka polevoho opyta [Methods of field experience]. M .: Agropromizdat [in Russian].
14. Parshykova, T. V. (Ed.). (2010). Fiziolohiia roslyn: praktykum [Physiology of plants: workshop]. Lutsk: Teren. [in Ukrainian].

Гавриш С.Л., Вінюков О.О., Бондарева О.Б. Застосування нових критеріїв добору селекційного матеріалу еспарцету

Мета. Оцінити принципи нових критеріїв добору біотипів еспарцету в селекційному процесі. **Методи.** Польовий, лабораторний, розрахунковий і статистичний, аналізу і синтезу. **Результати.** Дослідження проходили на дослідному полі Донецької ДСДС НААН у 2016–2020 рр. У розсаднику розмноження складногібридної популяції № 1 першого року життя коефіцієнт негативної дії посухи ($К_{ндп}$) на ступінь прояву основних господарсько-цінних ознак складав: на інтенсивності розвитку кореневої системи на початкових етапах органогенезу –1,41; на виживання сходів в літньо-осінній період – 1,54; на кількість пагонів на одній рослині – 1,47; на висоту рослин перед припиненням осінньої вегетації – 1,46. Цей показник за всіма ознаками був нижчий у порівнянні з популяцією, з якої вона створена, що свідчить про те, що попередні добори вихідного матеріалу за новими критеріями дозволили значно покращити адаптивний потенціал новоствореної популяції і зменшити вплив негативної дії посухи на розвиток рослин в перший рік життя.

У розсаднику розмноження складногібридної популяції № 2 першого року життя коефіцієнт негативної дії посухи ($К_{ндп}$) на ступінь прояву основних господарсько-цінних ознак також за всіма ознаками також був нижчий у порівнянні з популяцією, з якої вона створена, але поступався показникам популяції № 1.

На другий рік життя за основними господарсько-цінними ознаками складногібридна популяція № 1 характеризувалася показниками коефіцієнту негативної дії посухи на рівні 1,33–1,54, популяція № 2 – 1,35–1,57. Інтегральний коефіцієнт негативної дії посухи популяцій складав відповідно 1,42 та 1,44. Популяція № 1 характеризувалась найвищою урожайністю насіння та зеленої маси – 0,86 т/га та 29,40 т/га, що перевищує ці

показники на посівах вихідної популяції на 0,15 т/га та 4,84 т/га, популяції № 2 – на 0,09 т/га та 2,98 т/га відповідно. **Висновки.** Популяція № 1 виявилась більш пластичною та стійкою до посушливих умов вегетації, як та, що мала кращі показники коефіцієнтів негативної дії посухи та забезпечила більший урожай насіння та зеленої маси. За результатами досліджень популяцію №1 передано на держсортовипробування як сорт Красень, на який у 2022 році одержано патент.

Ключові слова: селекція, еспарцет, складногібридна популяція, коефіцієнт негативної дії посухи, інтегральний коефіцієнт негативної дії посухи, урожайність.

Havrish S.L., Vinyukov O.O., Bondareva O.B. Application of new criteria for selection of breeding material of safflower

Purpose. To evaluate the principles of new criteria for the selection of safflower biotypes in the selection process. **Methods.** Field, laboratory, calculation and statistical, analysis and synthesis. **Results.** The research was carried out at the research field of the Donetsk SARS of the National Academy of Agricultural Sciences in 2016–2020. In the breeding nursery of the complex hybrid population No 1 of the first year of life, the coefficient of the negative effect of drought (K_{NED}) on the degree of manifestation of the main economic and valuable traits was: on the intensity of the development of the root system at the initial stages of organogenesis –1,41; for seedling survival in the summer-autumn period – 1,54; for the number of shoots on one plant – 1,47; to the height of plants before the end of autumn vegetation – 1,46. This indicator was lower in all respects compared to the population from which it was created, which indicates that the preliminary selection of the source material according to the new criteria made it possible to significantly improve the adaptive potential of the newly created population and reduce the negative impact of drought on the development of plants in the first year of life .

In the breeding nursery of complex hybrid population No 2 of the first year of life, the coefficient of negative effect of drought (K_{NED}) on the degree of manifestation of the main economic and valuable traits was also lower for all traits compared to the population from which it was created, but inferior to the indicators of population No 1.

In the second year of life, according to the main economic and valuable characteristics, complex hybrid population No. 1 was characterized by indicators of the negative effect of drought at the level of 1,33–1,54, population No 2 – 1,35–1,57. The integral coefficient of the negative effect of drought on populations was 1,42 and 1,44, respectively. Population No. 1 was characterized by the highest yield of seeds and green mass – 0,86 t/ha and 29,40 t/ha, which exceeds these indicators on the sowing of the original population by 0,15 t/ha and 4,84 t/ha, population No 2 – by 0,09 t/ha and 2,98 t/ha, respectively. **Conclusions.** Population No 1 turned out to be more plastic and resistant to arid vegetation conditions, as the one that had better coefficients of the negative effect of drought and provided a higher yield of seeds and green mass. According to the research results, population No 1 was transferred to the state variety test as the Krasen variety, for which a patent was obtained in 2022.

Key words: selection, safflower, complex hybrid population, coefficient of negative effect of drought, integral coefficient of negative effect of drought, yield.

УДК 633.11:631.95:575.21
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.17

ПОРУШЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ОНТОГЕНЕЗУ У ПЕРШОМУ ПОКОЛІННІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ПРИ ДІЇ АЗИДУ НАТРІЮ

ГОРЩАР В.І. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-9175-9749
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 хімічного мутагенезу з урахуванням механізму дії конкретного агенту дозволяє в стислі терміни отримати нові зміненні форми зі сталими корисними з селекційної або генетичної точки зору властивостями та ознаками, зокрема цінними змінами біохімічної структури в стислі терміни [2]. Таке отримання суттєво обмежено особливостями активностей та хімічної реактивності конкретної сполуки. Ці чинники проявляють суттєву сайт-специфічність, спорідненість до окремих ділянок спадкової речовини, що призводить до переважної індукції лише окремих типів ознак. Це може бути як бажаним (якщо ці ознаки відносяться до корисних), так і негативним [1, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчення специфічної дії мутагенів проводиться починаючи з першого покоління, оскільки вплив на показники росту та розвитку, формування рослинного організму, визначення характеру онтогенезу, отримання необхідної кількісті мутантного матеріалу відбувається якраз на цьому етапі [6, 7].

Вирішальне значення при визначенні впливу хімічної ДНК-активної речовини має її вплив на фертильність рослини, ураховуючи високі можливості саме хімічних речовин в підвищенні стерильності у рослин, утворені домінантних мутацій по цій ознаці вже в першому поколінні [5, 14, 15].

Використання хімічних мутагенів для обробки насіння пшениці призводить переважно до депресійних наслідків, хоча, на відміну від фізичних мутагенів, особливо с сублетальним характером дії, іноді окремі хімічні агенти демонструють при дії низьких концентрацій стимулюючий ефект [8, 13].

Більш вживаним при сучасних дослідженнях є саме можливість отримати великі вибірки матеріалу при умові низької ушкоджувальної здатності без використання речовин с високою суцільною активністю, але для окремих речовин тенденція протилежна [9, 12].

Ключовим є процес взаємодії генотип сорту та природи та концентрації мутагену, ураховуючи порогову дію концентрацій агенту з більш низькою ушкоджувальною активністю. Навіть можна не лише не дозволити зниження кількості цінних спадкових змін, але воно може й бути більш високим. І все це за рахунок комплексності дії нових мутагенів [10, 11].

Мета. Метою було показати вірогідні депресивні наслідки при дії мутагену азиду натрію (з сильним більш суцільним характером дії) для першої генерації сортів рослин пшениці озимої м'якої по показниках схожості, виживання, стерильності, параметрів структури врожайності для встановлення задовільного протоколу дії окремих концентрацій мутагену для отримання необхідної кількості рослинного матеріалу.

Матеріали та методика досліджень. Обробку проводили супермутагеном азидом натрію, що відноситься до неорганічних високотоксичних речовин (формула NaN_3), котре здатне впливати на ДНК-структури з утворенням спадкових змін, здатен індукувати мутагену депресію з високим рівнем, вважається одним з найбільш активних мутагенних речовин, з істотним рівнем хромосомних порушень на клітинному рівні.

Насіння 8 сортів пшениці озимої Балатон, Боровиця, Зелений Гай, Золото України, Каланча, Нива Одеська, Полянка, Почайна обробляли водним розчином хімічного мутагену азиду натрію у концентраціях 0,01%, 0,025%, 0,05%, 0,1%. Для кожної обробки були використані 1000 зерен пшениці озимої. Експозиція дії мутагену становила 24 години. Для контролю використовували необроблені вихідні ініціальні форми (зерна сортів, замочені у воді).

У першому поколінні мутантів сортів, що отримали мутагенну дію була проведена оцінка таких онтогенетичних показників як схожість, виживання після періоду перезимівлі, фертильність, ознаки структури врожайності. Посів проводили вручну, в кінці вересня, на глибину 4-5 см і з нормою 100 життєздатних насінин в рядок (довжина 1,5 м), міжряддя 15 см, ділянка 10 рядків між зразками 30 см, контроль на початку для кожного сорту, повторність однократна. Стерильність пилку визначали світловим мікроскопуванням пофарбованих зразків (20-25 препаратів). Після збирання варіантів проводили аналіз 25-30 рослин, оцінювали ознаки висоту рослин, загальну та продуктивну кущистість, довжину головного колосу, кількість колосків в головному колосі, озерненість головного колосу, вага зерна з головного колосу, вага зерна з рослини, маса тисячі зерен (далі – МТЗ).

Досліди проводили на дослідному полі Дніпровського державного аграрно-економічного університету (с. Олександрівка, Дніпровський район, Дніпропетровська область, Україна). Математичну обробку результатів проводили факторним аналізом за допомогою модуля ANOVA, ідентифікацію модельних параметрів мутагенної депресії здійснювали дискримінантним аналізом. У всіх випадках використовували стандартні засоби програми Statistica 10.0.

Результати досліджень. Всього було висіяно 40 варіанти, оцінка перших етапів онтогенезу, таких як схожість та виживання після зимового періоду, наведені в таблиці 1. При аналізі отриманого матеріалу по факторам генотип суб'єкту дії (сорт) та підвищення концентрації мутагену (азид натрію) знаходимо що перший фактор діяв з набагато більш високим рівнем для схожості ($F=111,11$; $F_{0,05}=2,99$; $P < 0,01$) та виживання ($F=82,14$; $F_{0,05}=2,99$; $P < 0,01$), але фактор підвищення концентрації також мав вагоме значення для схожості ($F=41,34$; $F_{0,05}=2,33$; $P < 0,01$) та виживання ($F=34,14$; $F_{0,05}=2,33$; $P < 0,01$), причому доволі значимо була взаємодія генотипу та мутагену, хоча сорти за деяким виключенням (більш витривалими були сорти Почайна та Каланча) демонструвала доволі подібну реакцію. В усіх випадках для усіх сортів схожість та виживаність знижувалась зі статистичною достовірністю, тобто факт мутагенної депресії був достовірним. Концентрація азиду натрію 0,1% для всіх генотипів, крім двох була напівлетальною.

Щодо депресії по схожості значно відрізнялися сорти Почайна та Каланча, виживання завжди значимо відрізнялось від схожості, тобто віддалена загибель рослин як наслідок дії мутагену був завжди значимим, але тут більш вразливим виявилися сорти Балатон, Боровиця, Зелений Гай, Золото України, Нива Одеська, Полянка ($F=22,05$; $F_{0,05}=2,01$; $P < 0,01$). Суттєво відрізнялась за характером дії по різниці між схожістю та виживанням концентрація азид натрію 0,05% ($F=19,17$; $F_{0,05}=2,87$; $P < 0,01$)

Таким чином, можна зробити висновок, що показники схожості та виживання високонадійним параметром для моніторингу мутагенної депресії в першому поколінні для дії азиду натрію. Схожість та виживання знижується поступово, починаючи з першої концентрації, для всіх варіантів характерна значима, але невисока загибель в результаті перезимівлі, крім варіанту азид натрію 0,05% для сортів Зелений Гай, Золото України, Нива Одеська, Полянка, Почайна та азиду натрію 0,025% для сорту Почайна.

Щодо особливостей проходження онтогенезу, то основні фази при дії помірних концентрацій азиду натрію запізнювались в порівнянні із контролем на 3-4 дні (в залежності від концентрації мутагену), що було статистично значимим для другої та третьої концентрації, та на 4-5 днів для напівлетальної концентрації. Даний агент викликає істотне зниження життєздатності рослин.

Результати аналізу стерильності пилку пшениці озимої представлені в таблиці 2. Цей показник значимо відображає підвищення концентрації мутагену ($F =176,89$; $F_{0,05}=2,99$; $P < 0,01$) та менш залежить від генотипу ($F=82,44$; $F_{0,05}=2,41$; $P < 0,01$).

В усіх випадках для усіх сортів фертильність статистично значимо знижувалась при дії усіх концентрацій. Параметр є повністю надійним показником мутагенної депресії, хоча й не настільки сильним, як у показників схожості та виживання та не було обмежуючим для отримання достатньої кількості рослинного матеріалу.

В таблиці 3 наведені дані щодо особливостей прояву впливу мутагену на елементи структури врожайності. Проводився аналіз за 9 ознаками, але загальна та продуктивна кущистість, довжина, кількість колосків головного колосу не наведені, оскільки варіативність спостерігалась значимо лише при дії четвертої та, не завжди третьої концентрації (таблиця 4, результати дискримінантного аналізу).

Наведені лише середньо- та високоваріативні ознаки висота рослин, озерненість головного колосу, вага зерна з головного колосу та рослини, маса тисячі зерен. Аналіз за наведеними ознаками показав, що висота рослини статистично достовірно відрізняється дія кожної концентрації від контроля та один від одної. В усіх випадках чітко ідентифікується дія азиду натрію ($F=98,23$; $F_{0,05}=2,89$; $P < 0,01$). Різниця між сортами набагато нижча та обмовлена характеристиками вихідної форми ($F=11,34$; $F_{0,05}=2,47$; $P = 0,01$).

Ознака кількість зерен з головного колосу найменш варіативна, але все ж таки різниця для генотипів ($F=6,17$; $F_{0,05}=2,47$; $P = 0,02$) та різних концентрацій ($F=11,10$; $F_{0,05}=2,89$; $P = 0,01$) статистично достовірна. Так у сортів (крім Боровиця та Почайна) фактично спостерігається лише дві градації за дії мутагену, доволі часто не було різниці між контролем та першою концентрацією, другою, третьою та четвертою концентраціями. Ознака була низьковаріативна.

Ознаки вага зерно з головного колосу та вага зерна з рослини в цілому змінюються подібно та реагують на зміну концентрацій мутагену, але іноді їх реакція відрізняється в межах окремого генотипу ($F=4,51$; $F_{0,05}=2,89$; $P = 0,03$). Так, більш низька варіативність у ознаки вага зерна з рослини для сортів Балатон та Боровиця, між контролем та азид натрію 0,01% для цих генотипів різниця недостовірна. Різниця для генотипів ($F=9,34$; $F_{0,05}=2,47$; $P = 0,01$) та різних концентрацій ($F=45,17$; $F_{0,05}=2,89$; $P < 0,01$) статистично достовірна.

МТЗ як ознака в усіх випадках чітко демонструє статистично достовірне зниження параметру з підвищенням концентрації азиду натрію і реагує на рівні висоти рослин як ознака, що відтворює депресивні ефекти. Різниця для генотипів ($F=9,34$; $F_{0,05}=2,47$; $P = 0,01$) та різних концентрацій ($F=45,17$; $F_{0,05}=2,89$; $P < 0,01$) статистично достовірна.

Для виявлення наявності окремих параметрів з огляду на відображення факту прояву мутагенної депресії був проведений дискримінантний аналіз за усіма параметрами, що досліджувались у генотипів, що отримали мутагену дію (таблиця 4).

Проведене дослідження підтвердило класифікацію параметрів на основі факторного аналізу. Як видно, виділилися параметри схожості, виживання, висоти рослини, вага зерна з головного колосу та МТЗ. Також достовірним є використання ваги зерна з рослини, хоча їх відповідь на концентрацію азиду натрію 0,01% є не завжди статистично достовірною.

Висновки. Азид натрію як мутаген показав доволі високу для хімічного супермутагена ушкоджувальну здатність за проявом депресії по моніторинговим показникам. Надійними параметрами для встановлення факту мутагенної депресії в залежності від концентрації та генотипу є схожість та виживання, зростання стерильність пилку, висота рослини, вага зерна з головного

Таблиця 1

Схожість та виживання першого покоління пшениці озимої, що отримала мутагенну дію

Варіант	Схожість		Виживання	
	шт.	%	шт.	%
Балатон, кт.	987	98,7 ± 1,4[a]	949	94,9 ± 1,1[a]
Балатон, азид натрію 0,01%	890	99,0 ± 1,2[b]	853	85,3 ± 1,0[b]
Балатон, азид натрію 0,025%	783	78,3 ± 1,2[c]	719	71,9 ± 1,3[c]
Балатон, азид натрію 0,05%	694	69,4 ± 1,0[d]	639	63,9 ± 1,0[d]
Балатон, азид натрію 0,1%	593	59,3 ± 1,4[e]	560	56,0 ± 1,4[e]
Боровиця, кт.	994	99,4 ± 1,6[a]	991	99,1 ± 1,5[a]
Боровиця, азид натрію 0,01%	862	86,2 ± 1,2[b]	796	79,6 ± 1,1[b]
Боровиця, азид натрію 0,025%	791	79,1 ± 1,3[c]	744	74,4 ± 1,0[c]
Боровиця, азид натрію 0,05%	711	71,1 ± 1,2[d]	648	64,8 ± 1,1[d]
Боровиця, азид натрію 0,1%	599	59,9 ± 1,1[e]	551	55,1 ± 1,3[e]
Зелений Гай, кт.	994	99,4 ± 1,5[a]	976	97,6 ± 1,0[a]
Зелений Гай, азид натрію 0,01%	843	84,3 ± 1,1[b]	801	80,1 ± 1,2[b]
Зелений Гай, азид натрію 0,025%	768	76,8 ± 1,1[c]	722	72,2 ± 1,0[c]
Зелений Гай, азид натрію 0,05%	701	70,1 ± 1,0[d]	614	61,4 ± 1,1[d]
Зелений Гай, азид натрію 0,1%	573	57,3 ± 1,3[e]	522	52,2 ± 1,4[e]
Золото України, кт.	993	99,3 ± 1,2[a]	981	98,1 ± 1,0[a]
Золото України, азид натрію 0,01%	851	85,1 ± 1,2[b]	811	81,1 ± 1,1[b]
Золото України, азид натрію 0,025%	769	76,9 ± 1,1[c]	703	70,3 ± 1,1[c]
Золото України, азид натрію 0,05%	685	68,5 ± 1,4[d]	599	59,9 ± 1,1[d]
Золото України, азид натрію 0,1%	567	56,7 ± 1,3[e]	523	52,3 ± 1,4[e]
Каланча, кт.	989	98,9 ± 1,4[a]	979	97,9 ± 1,2[a]
Каланча, азид натрію 0,01%	857	85,7 ± 1,3[b]	801	80,1 ± 1,2[b]
Каланча, азид натрію 0,025%	765	76,5 ± 1,3[c]	703	70,3 ± 1,2[c]
Каланча, азид натрію 0,05%	711	71,1 ± 1,2[d]	652	65,2 ± 1,3[d]
Каланча, азид натрію 0,1%	601	60,1 ± 1,4[e]	534	53,4 ± 1,3[e]
Нива Одеська, кт.	993	99,3 ± 1,0[a]	982	98,2 ± 1,2[a]
Нива Одеська, азид натрію 0,01%	852	85,2 ± 1,3[b]	803	80,3 ± 1,1[b]
Нива Одеська, азид натрію 0,025%	762	76,2 ± 1,2[c]	732	73,2 ± 0,9[c]
Нива Одеська, азид натрію 0,05%	686	68,6 ± 1,4[d]	600	60,0 ± 1,4[d]
Нива Одеська, азид натрію 0,1%	579	57,9 ± 1,3[e]	513	51,3 ± 1,2[e]
Полянка, кт.	991	99,1 ± 1,2[a]	975	97,5 ± 1,1[a]
Полянка, азид натрію 0,01%	832	83,2 ± 1,2[b]	801	80,1 ± 1,2[b]
Полянка, азид натрію 0,025%	778	77,8 ± 1,5[c]	709	70,9 ± 1,4[c]
Полянка, азид натрію 0,05%	711	71,1 ± 1,1[d]	622	62,2 ± 1,5[d]
Полянка, азид натрію 0,1%	634	63,4 ± 1,2[e]	586	58,6 ± 1,1[e]
Почайна України, кт.	993	99,3 ± 1,3[a]	987	98,7 ± 1,4[a]
Почайна, азид натрію 0,01%	842	84,2 ± 1,1[b]	809	80,9 ± 1,3[b]
Почайна, азид натрію 0,025%	791	79,1 ± 1,4[c]	711	71,1 ± 1,2[c]
Почайна, азид натрію 0,05%	741	74,1 ± 1,4[d]	676	67,6 ± 1,6[d]
Почайна, азид натрію 0,1%	623	62,3 ± 1,3[e]	577	57,7 ± 1,2[e]

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$

колосу, маса тисячі зерен. Частково в цьому плані можна використовувати також показник ваги зерна з рослини, але не завжди достовірно про низьких концентраціях у деяких генотипах. Генотип-мутагенна взаємодія в плані прояву депресії визначається в двох ефектах – підвищення загибелі після періоду перезимівлі у деяких сортів та більш низької варіативності у показника ваги зерна з рослини. Фактори генотип та концентрація мутагену при дії даного супермутагену завжди статистично вагомі для модельних показників. В подальшому планується дослідити мінливість на клітинному рівні за хромосомними аберраціями та перейти до ідентифікації мутацій в другому-третьому поколінні за дії азиду натрію в тих же концентраціях.

Таблиця 2

Стерильність пилку у першого покоління пшениці озимої

Сорт	Контроль	Азид натрію 0,01%	Азид натрію 0,025%	Азид натрію 0,05%	Азид натрію 0,1%
Балатон	94,5 ± 0,9[a]	84,0 ± 1,0[b]	76,1 ± 1,1[c]	69,4 ± 1,7[d]	58,9 ± 1,6[e]
Боровиця	95,5 ± 0,9[a]	85,3 ± 0,9[b]	76,0 ± 0,8[c]	68,6 ± 1,3[d]	59,6 ± 1,5[e]
Зелений Гай	97,4 ± 1,2[a]	84,6 ± 0,9[b]	76,6 ± 0,9[c]	70,0 ± 1,1[d]	61,3 ± 1,4[e]
Золото України	98,2 ± 0,9[a]	83,5 ± 1,1[b]	76,5 ± 1,3[c]	67,5 ± 1,5[d]	58,9 ± 1,7[e]
Каланча	96,5 ± 0,9[a]	84,1 ± 1,1[b]	76,1 ± 1,2[c]	69,9 ± 1,4[d]	57,6 ± 1,5[e]
Нива Одеська	97,4 ± 1,0[a]	85,3 ± 1,1[b]	76,3 ± 1,1[c]	68,9 ± 1,4[d]	58,4 ± 1,5[e]
Полянка	95,9 ± 0,8[a]	87,1 ± 1,5[b]	77,1 ± 1,7[c]	72,0 ± 1,3[d]	61,5 ± 1,4[e]
Почайна	95,5 ± 0,8[a]	87,3 ± 1,5[b]	77,3 ± 1,4[c]	71,2 ± 1,4[d]	62,2 ± 1,5[e]

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$

Таблиця 3

Елементи структури врожайності. Прояв мутагенної депресії

Варіант	Висота, см.	Кількість зерен, шт	Вага зерна, г.		МТЗ, г.
			з колосу	з рослини	
Балатон, кт.	76,2[a]	33,0[a]	1,01[a]	2,14[a]	34,9[a]
Балатон, азид натрію 0,01%	73,3[b]	32,0[a]	0,93[b]	2,09[a]	31,8[b]
Балатон, азид натрію 0,025%	70,9[c]	28,0[b]	0,81[c]	1,97[b]	28,6[c]
Балатон, азид натрію 0,05%	67,9[d]	27,0[b]	0,70[d]	1,65[c]	24,2[d]
Балатон, азид натрію 0,1%	60,3[e]	20,0[c]	0,52[e]	0,92[d]	19,7[e]
Боровиця, кт.	92,4[a]	28,0[a]	0,84[a]	2,09[a]	49,6[a]
Боровиця, азид натрію 0,01%	88,5[b]	25,0[b]	0,69[b]	1,91[a]	44,9[b]
Боровиця, азид натрію 0,025%	86,1[c]	24,0[b]	0,54[c]	1,68[b]	40,2[c]
Боровиця, азид натрію 0,05%	80,4[d]	23,0[b]	0,43[d]	1,38[c]	36,0[d]
Боровиця, азид натрію 0,1%	74,5[e]	18,0[c]	0,21[e]	0,81[d]	22,2[e]
Зелений Гай, кт.	94,2[a]	27,0[a]	1,05[a]	2,45[a]	49,0[a]
Зелений Гай, азид натрію 0,01%	88,1[b]	25,0[a]	0,89[b]	2,21[b]	40,9[b]
Зелений Гай, азид натрію 0,025%	82,2[c]	24,0[a]	0,70[c]	1,54[c]	36,2[c]
Зелений Гай, азид натрію 0,05%	76,2[d]	21,0[b]	0,43[d]	1,01[d]	31,1[d]
Зелений Гай, азид натрію 0,1%	70,1[e]	19,0[b]	0,21[e]	0,43[e]	23,2[e]
Золото України, кт.	89,9[a]	22,0[a]	1,02[a]	2,67[a]	43,5[a]
Золото України, азид натрію 0,01%	85,5[b]	21,0[a]	0,89[b]	2,34[b]	39,9[b]
Золото України, азид натрію 0,025%	81,1[c]	20,0[a]	0,75[c]	1,91[c]	36,5[c]
Золото України, азид натрію 0,05%	75,5[d]	17,0[ab]	0,51[d]	1,37[d]	32,0[d]
Золото України, азид натрію 0,1%	71,1[e]	15,0[b]	0,30[e]	0,95[e]	27,2[e]
Каланча, кт.	83,6[a]	28,0[a]	1,09[a]	2,19[a]	48,1[a]
Каланча, азид натрію 0,01%	79,1[b]	26,0[a]	0,91[b]	1,92[b]	43,0[b]
Каланча, азид натрію 0,025%	75,0[c]	24,0[ab]	0,78[c]	1,52[c]	36,4[c]
Каланча, азид натрію 0,05%	70,2[d]	22,0[b]	0,64[d]	1,13[d]	33,0[d]
Каланча, азид натрію 0,1%	64,5[e]	21,0[b]	0,32[e]	0,93[e]	28,1[e]
Нива Одеська, кт.	82,0[a]	26,0[a]	1,18[a]	2,59[a]	45,1[a]
Нива Одеська, азид натрію 0,01%	77,5[b]	24,0[a]	1,05[b]	2,21[d]	41,0[b]
Нива Одеська, азид натрію 0,025%	73,1[c]	22,0[ab]	0,84[c]	1,84[c]	36,9[c]
Нива Одеська, азид натрію 0,05%	70,2[d]	18,0[b]	0,61[d]	1,41[d]	32,2[d]
Нива Одеська, азид натрію 0,1%	65,4[e]	17,0[b]	0,32[e]	1,00[e]	27,0[e]
Полянка, кт.	78,3[a]	27,0[a]	0,96[a]	2,17[a]	37,3[a]
Полянка, азид натрію 0,01%	74,4[b]	24,0[a]	0,84[b]	1,98[b]	34,4[b]
Полянка, азид натрію 0,025%	70,3[c]	24,0[a]	0,71[c]	1,51[c]	31,4[c]
Полянка, азид натрію 0,05%	67,0[d]	20,0[b]	0,54[d]	1,18[d]	27,9[d]
Полянка, азид натрію 0,1%	64,1[e]	17,0[b]	0,31[e]	0,95[e]	24,0[e]
Почайна України, кт.	71,3[a]	26,0[a]	1,10[a]	2,89[a]	49,8[a]
Почайна, азид натрію 0,01%	67,1[b]	24,0[a]	0,92[b]	2,40[b]	44,2[b]
Почайна, азид натрію 0,025%	63,2[c]	23,0[ab]	0,66[c]	1,91[c]	39,8[c]
Почайна, азид натрію 0,05%	59,6[d]	20,0[b]	0,41[d]	1,51[d]	35,2[d]
Почайна, азид натрію 0,1%	54,1[e]	17,0[c]	0,22[e]	0,91[e]	29,1[e]

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$

Таблиця 4

Результати дискримінантного аналізу за даними онтогенезу пшениці озимої в першому поколінні

Змінні в моделі	Коефіцієнт Уілкса λ	F-remove (4,11)	p-level
Схожість, шт.	0,44	18,14	<0,01
Виживання, шт.	0,52	20,17	<0,01
Фертильність, %	0,63	22,34	<0,01
Висота, см	0,56	20,97	<0,01
Загальна кущистість	0,02	1,00	0,19
Продуктивна кущистість	0,02	1,01	0,19
Довжина головного колосу, см	0,01	0,84	0,21
Кількість колосків, шт.	0,01	0,74	0,22
Зерна з головного колосу, шт.	0,07	2,22	0,08
Вага зерна з головного колосу, гр.	0,39	17,02	<0,01
Вага зерна з рослини, гр.	0,24	8,09	0,01
МТЗ, гр.	0,51	19,98	<0,01

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Abaza G., Awaad A., Attia M., Abdellateif S., Gomaa A., Abaza S., Mansour E. (2020). Inducing potential mutants in bread wheat using different doses of certain physical and chemical mutagens. *Plant Breeding and Biotechnology*, 8(3), 252-264. doi: 10.9787/PBB.2020.8.3.252
2. Abdelsalam N., Kandil E., Al-Msari M., Al-Jaddadi M., Ali H., Salem M., Elshikh M. (2019). Effect of foliar application of NPK nanoparticle fertilization on yield and genotoxicity in wheat (Triticum aestivum L.). *Science of The Total Environment*, 653, 1128–1139. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.023.
3. Han B., Gu J., Zhao L., Guo H., Xie Y., Zhao S., Song X., Han L., Liu L. (2016). Factors affecting the radiosensitivity of hexaploidy wheat to γ-irradiation: Radiosensitivity of hexaploidy wheat (Triticum aestivum L.). *PLOS ONE*, 11(10): e0165187. doi:10.1371/journal.pone.0161700
4. Hasan N., Choudhary S., Laskar N., Sharma N. (2022). Comparative study of cadmium nitrate and lead nitrate [Cd(NO3)2 and Pb(NO3)2] stress in cytophysiological parameters of Capsicum annuum L. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 63, 627–641. doi: 10.1007/s13580-021-00417-z
5. Hase Y., Satoh K., Seito H., Oono, Y. (2020). Genetic consequences of acute/chronic gamma and carbon ion irradiation of Arabidopsis thaliana. *Frontiers in Plant Science*, 2020, 11, 336. doi: 10.3389/fpls.2020.00336
6. Li F., Shimizu A., Nishio T., Tsutsumi N., Kato H. (2019). Comparison and characterization of mutations induced by gamma ray and carbon-ion irradiation in rice (Oryza sativa L.) using whole genome resequencing. *G3 Genes Genomes Genetic*, 9, 3743–3751. doi: 10.1534/g3.119.400555
7. Mamenko T. P., Yakymchuk R. A. (2019). Regulation of physiological processes in winter wheat by growth regulators in conditions of powdery mildew infection. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(3), 331–336. doi: 10.15421/021951
8. Nazarenko M., Gorschar V., Lykholat Yu., Kovalenko I. (2020). Winter wheat mutations by plant height and structure caused by chemical supermutagens. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, LXIII(1), 443–449.
9. Shu Q.Y., Forster B.P., Nakagava H., Plant mutation breeding and biotechnology. CABI publishing, Vienna, 2013. P. 611.
10. Spencer-Lopes M.M., Forster B.P., Jankuloski L. Manual on mutation breeding. Third edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 2018. P. 672.
11. Udage A. (2021). Introduction to plant mutation breeding: different approaches and mutagenic agents. *Journal of Agricultural Sciences – Sri Lanka*. 16, 466. doi: 10.4038/jas.v16i03.9472
12. Von Well E., Fossey A., Booyse M. (2018). Efficiency of energy conversion and growth of gamma irradiated embryos and young seedlings of Triticum monococcum L. cultivar Einkorn. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 11, 75–82. doi:10.1016/j.jrras.2017.09.004
13. Wu J., Zhang J., Lan F., Fan W., Li W. (2019). Morphological, cytological, and molecular variations induced by gamma rays in ground-grown chrysanthemum 'Pinkling'. *Canadian Journal of Plant Science*, 2019, 100, 68–77. doi: 10.1139/cjps-2019-006

REFERENCES:

1. Abaza G., Awaad A., Attia M., Abdellateif S., Gomaa A., Abaza S., Mansour E. (2020). Inducing potential mutants in bread wheat using different doses of certain physical and chemical mutagens. *Plant Breeding and Biotechnology*, 8(3), 252-264. doi: 10.9787/PBB.2020.8.3.252
2. Abdelsalam N., Kandil E., Al-Msari M., Al-Jaddadi M., Ali H., Salem M., Elshikh M. (2019). Effect of foliar application of NPK nanoparticle fertilization on yield and genotoxicity in wheat (Triticum aestivum L.). *Science of The Total Environment*, 653, 1128–1139. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.023.
3. Han B., Gu J., Zhao L., Guo H., Xie Y., Zhao S., Song X., Han L., Liu L. (2016). Factors affecting the radiosensitivity of hexaploidy wheat to γ-irradiation: Radiosensitivity of hexaploidy wheat (Triticum aestivum L.). *PLOS ONE*, 11(10): e0165187. doi:10.1371/journal.pone.0161700
4. Hasan N., Choudhary S., Laskar N., Sharma N. (2022). Comparative study of cadmium nitrate and lead nitrate [Cd(NO3)2 and Pb(NO3)2] stress in cytophysiological parameters of Capsicum annuum L. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 63, 627–641. doi: 10.1007/s13580-021-00417-z

5. Hase Y., Satoh K., Seito H., Oono, Y. (2020). Genetic consequences of acute/chronic gamma and carbon ion irradiation of Arabidopsis thaliana. *Frontiers in Plant Science*, 2020, 11, 336. doi: 10.3389/fpls.2020.00336
6. Li F., Shimizu A., Nishio T., Tsutsumi N., Kato H. (2019). Comparison and characterization of mutations induced by gamma ray and carbon-ion irradiation in rice (Oryza sativa L.) using whole genome resequencing. *G3 Genes Genomes Genetic*, 9, 3743–3751. doi: 10.1534/g3.119.400555
7. Mamenko T. P., Yakymchuk R. A. (2019). Regulation of physiological processes in winter wheat by growth regulators in conditions of powdery mildew infection. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(3), 331–336. doi: 10.15421/021951
8. Nazarenko M., Gorschar V., Lykholat Yu., Kovalenko I. (2020). Winter wheat mutations by plant height and structure caused by chemical supermutagens. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, LXIII(1), 443–449.
9. Shu Q.Y., Forster B.P., Nakagava H., Plant mutation breeding and biotechnology. CABI publishing, Vienna, 2013. P. 611.
10. Spencer-Lopes M.M., Forster B.P., Jankuloski L. Manual on mutation breeding. Third edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 2018. P. 672.
11. Udage A. (2021). Introduction to plant mutation breeding: different approaches and mutagenic agents. *Journal of Agricultural Sciences – Sri Lanka*. 16, 466. doi: 10.4038/jas.v16i03.9472
12. Von Well E., Fossey A., Booyse M. (2018). Efficiency of energy conversion and growth of gamma irradiated embryos and young seedlings of Triticum monococcum L. cultivar Einkorn. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 11, 75–82. doi:10.1016/j.jrras.2017.09.004
13. Wu J., Zhang J., Lan F., Fan W., Li W. (2019). Morphological, cytological, and molecular variations induced by gamma rays in ground-grown chrysanthemum 'Pinkling'. *Canadian Journal of Plant Science*, 2019, 100, 68–77. doi: 10.1139/cjps-2019-006

Горщар В.І., Назаренко М.М. Порушення показників онтогенезу у першому поколінні пшениці озимої при дії азиду натрію

Використання та дослідження нових супермутагенів з метою індукції спадкових змін у злакових культур є актуальним для підвищення стабільності агроценозів колосових культур за продуктивністю та якістю. **Мета.** Метою було показати вірогідні депресивні наслідки при дії мутагену азиду натрію для першої генерації сортів рослин пшениці озимої м'якої по показниках схожості, виживання, стерильності, параметрів структури врожайності для встановлення задовільного протоколу дії окремих концентрацій мутагену для отримання необхідної кількості рослинного матеріалу. **Методи:** Насіння 8 сортів пшениці озимої Балатон, Боровиця, Зелений Гай, Золото України, Каланча, Нива Одеська, Полянка, Почайна обробляли розчином хімічного мутагену азиду натрію у концентраціях 0,01%, 0,025%, 0,05%, 0,1%. У поколінні М1 була оцінена схожість, виживання, фертильність зерен пилку, проводили аналіз ознак структури врожайності. **Результати.** Встановлено, що дія азиду натрію суттєво сильніша с точку зору прояву мутагенної депресії ніж у раніше досліджених хімічних мутагенів. Як правило, зі зростанням концентрації мутагену показники онтогенезу та структури врожайності лінійно знижуються, але можливі варіанти для деяких сортів при дії концентрації азиду натрію 0,01%. Також використання азиду натрію навіть в помірних концентраціях призводить до суттєвої затримки настання окремих фенофаз, без залежності від вихідної форми в характері дії. Азид натрію у концентрації 0,01% був визначений за дією як напівлетальний. Особливості протікання онтогенезу під впливом даного чиннику здатні мати генотип-специфічний характер. Серед параметрів структури за відтворенням мутагенної депресії виділилися як найбільш достовірні висота рослини, МТЗ, вага зерна з головного колосу. Ознаки вага зерно з рослини в цілому варіює у відповідності з підвищенням концентрацій в цілому, але іноді її реакція відрізняється в межах окремого генотипу. **Висновки.** Азид натрію як мутаген показав доволі високу для хімічного супермутагена ушкоджувальну здатність за проявом депресії по моніторинговим показникам. Надійними параметрами для встановлення факту мутагенної депресії в залежності від концентрації та генотипу є схожість та виживання, зростання стерильність пилку, висота рослини, вага зерна з головного колосу, маса тисячі зерен. Генотип-мутагенна взаємодія в плані прояву депресії визначається в двох ефектах – підвищення загибелі після періоду перезимівлі у деяких сортів та більш низької варіативності у показника ваги зерна з рослини. Фактори генотип та концентрація мутагену при дії даного супермутагену завжди статистично вагомі для модельних показників.

Ключові слова: пшениця озима, мутагенез, супермутаген, азид натрію.

Horshchar V.I., Nazarenko M.M. Disturbance of ontogenesis parameters in the first generation of winter wheat under the action of sodium azide

The use and research of new supermutagens for the purpose of inducing hereditary changes in cereal crops is relevant for increasing the stability of grain crops agrocenoses in terms of yield and quality. **Purpose.** The aim was to show the likely depressive consequences of the action of the mutagen sodium azide for the first generation of winter soft wheat plant varieties in terms of germination, survival, sterility, parameters of the yield structure in order to establish a satisfactory protocol for the action of individual concentrations of the mutagen to obtain the required amount of plant material. **Methods:** Seeds 8 winter wheat varieties of Balaton, Borovytsia, Zeleny Gai, Zoloto Ukrainy, Kalancha, Niva Odeska, Polyanka, Pochayna were treated with a solution of the chemical mutagen sodium azide in concentrations 0,01%, 0,025%, 0,05%, 0,1%. Germination, survival, and fertility of pollen grains were evaluated in the M_1 generation, and the parameters of the yield structure were analyzed. **Results.** It was established that the action of sodium azide is significantly stronger from the point of view of manifestation of mutagenic depression than that of previously studied chemical mutagens. As a rule, with an increase in the concentration of the mutagen, the indicators of ontogenesis and yield structure decrease linearly, but options are possible for some varieties under the influence of a concentration of sodium azide of 0.01%. Also, the use of sodium azide even in moderate concentrations leads to a significant delay in the onset of individual phenophases, regardless of the nature of the action of the original form. Sodium azide in a concentration of 0.01%

was determined by its action as semi-lethal. Features of the course of ontogenesis under the influence of this factor can have a genotype-specific character. Among the parameters of the structure based on the reproduction of mutagenic depression, the most reliable plant height, TGW, and grain weight from the main spike stood out. The weight of the grain from the plant as a whole varies in accordance with the increase in concentration in general, but sometimes its reaction differs within the boundaries of a separate genotype. **Findings.** Sodium azide as a mutagen showed a rather high damaging capacity for a chemical supermutagen by the manifestation of depression according to monitoring indicators. Reliable parameters for establishing the fact of mutagenic depression, depending on the concentration and genotype, are germination and survival, growth, pollen sterility, plant height, grain weight from the main spike, weight of a thousand grains. Genotype-mutagenic interaction in terms of the manifestation of depression is determined in two effects increased death after the overwintering period for some varieties and lower variability for the trait of grain weight from the plant. Factors genotype and mutagen concentration under the action of this supermutagen are always statistically significant for model traits.

Key words: winter wheat, mutagenesis, supermutagen, sodium azide.

УДК 633.179:[631.53.01:631.5]:631.55
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.18

УРОЖАЙНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ СОРТІВ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВИРОЩУВАННЯ

КУЛИК М.І. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-0241-6408
Полтавський державний аграрний університет
БІЛЯВСЬКА Л.Г. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-3856-7718
Полтавський державний аграрний університет
РОЖКО І.І. – доктор філософії
orcid.org/0000-0002-0646-4004
Полтавський державний аграрний університет
РИТЧЕНКО А.В. – здобувач ступеня доктора філософії
orcid.org/0000-0002-2190-6384
Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. Формування врожайних властивостей насіння польових культур, в т.ч. і енергетичних відбувається під дією абіо-, біотичних та антропогенних чинників [1]. Останні, достатньою мірою регульовані й можуть виступати дієвим заходом поліпшення врожайних властивостей насіння.

У технології вирощування проса прутоподібного визначальними елементами у формуванні врожайності насіння є ширина міжряддя, а також застосування системи удобрення. Використання даних заходів на насіннєвих посівах залежить від ґрунтово-кліматичної зони та обраного для вирощування сорту [2–4].

Проведені комплексні дослідження в умовах України засвідчують необхідність урахування адаптивних властивостей сортів проса прутоподібного, елементів структури врожаю та екологічних чинників при агротехнології вирощування культури як для біомаси, так і задля отримання насіння [5–7].

Науковці працюють також над удосконаленням технологій вирощування, розробляють способи підвищення якості насіння, досліджують вплив передпосівного оброблення насіння на врожайність проса прутоподібного, тощо [8–10].

Визначено, що найбільш оптимальні умови для проса прутоподібного можна створити шляхом підбору адаптованих сортів, удосконалення елементів технології вирощування з урахуванням погодних умови року [11–13]. У в'язку з чим, вивчення особливостей формування врожайних властивостей насіння проса прутоподібного залежно від умов вирощування материнських рослин набуває важливого значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Спільними українсько-нідерландськими дослідження визначено, що для забезпечення довготривалого ефективного використання проса прутоподібного необхідно проводити обґрунтований менеджмент енергопосівів протягом перших 2–3 років [14]. При цьому встановлено, що найбільша врожайність культури в Україні досягається через 3–4 роки від часу сівби культури з стабільним щорічним збільшенням тренду продуктивності [15, 16].

За вивчення особливостей росту й розвитку рослин та формування врожайності проса прутоподібного встановлено окремі елементи технології вирощування культури що впливають на її продуктивність. Для умов Лісостепу Західного оптимальними елементами технології вирощування світчграсу для сорту Кейв-ін-рок є сівба у третій декаді квітня з глибиною загортання насіння 1,0-1,5 см. Це дає змогу отримати урожайність на рівні 12,9 т/га [17].

Інші науковці обґрунтували [18], що на дерново-глейових супіщаних ґрунтах (з вмістом гумусу за Тюріним 2,1 %) комплексне застосування органо-мінерального удобрення разом із мікробними препаратами дозволяють підвищити врожайність енергетичних культур. Ними виявлено ефективність застосування органічних добрив (солома, сидерат) та обробки насіння проса прутоподібного і ризомів міскантусу мікробними препаратами Мікрогумін або Поліміксобактерин. Ця система удобрення забезпечує зростання урожайності проса прутоподібного на 14 %, міскантусу – на 14–16 % у порівнянні з традиційною системою удобрення (гній + NPK).

Попередніми нашими дослідження виявлено вплив сорту на врожайність насіння. Визначено, що тенденція збільшення врожайності насіння спостерігається з кожним наступним вегетаційним роком. Доведено, що найвища врожайність насіння у сортів Зоряне, Кейв-ін-рок та Морозко формувалася на третій рік вегетації [19]. Встановлено, що в умовах України просо прутоподібне вирізняється пластичністю, значною врожайністю біомаси, має достатньо високий коефіцієнт розмноження насіння за його врожайності у межах 0,22–0,56 т/га [20]. Але посівні якості його насіння часто незадовільні.

Розробка елементів сортової технології вирощування проса прутоподібного для пошуку дієвих шляхів збільшення насіннєвої продуктивності має важливе значення. Адже, згідно дослідження John J. Brejda, які проведені разом зі співавторами [21] визначено, що застосовуючи азотне підживлення можливо управляти посівами на основі оцінки їх стану та часу збирання його на насіння. Інші вчені [22] вивчаючи сорти Cave-in-Rock, Blackwell і Pathfinder за міжряддя 20, 60 і 100 см на фоні різних норм азоту (90 і 180 кг/га) встановили їх комплексний вплив на врожайність насіння. Було визначено, що в перший рік урожай насіння сорту Cave-in-Rock

становив 268 кг/га, що на 54 % та 40 % більше, ніж для другого і третього сорту відповідно. На другий рік отримали збільшення врожайності насіння, відповідно сортів – до 908, 319 і 388 кг/га. Авторами встановлено, що більший вихід насіння забезпечується на підвищеному фоні азоту за умови зменшення ширини міжряддя. Найбільш пластичним до умов вирощування, з високою продуктивністю насіння виявився сорт Cave-in-Rock на 2-й і 3-й рік веґетації на фоні підвищених доз добрив.

Інші дослідники встановили, що більша врожайність насіння проса прутоподібного забезпечується при сівбі більш крупним кондиційним насінням [23]. Визначено, що після збирання урожаю насіння (з другого року вегетації), його доводять до посівних кондицій, видаляючи відходи, насіння бур'янів, насіння інших культур та інші домішки. Кондиційне насіння проса прутоподібного повинне відповідати встановленим нормам: чистота ≥ 95 %, схожість – не менше 40 %, спокій насіння ≥ 50 % [24].

Водночас у сучасних публікаціях українських науковців не в повній мірі розкрите питання особливостей формування врожайних властивостей насіння проса прутоподібного за використання оптимізованих елементів технології вирощування материнських рослин. Враховуючи вищевикладене та беручи до уваги необхідність забезпечення аграріїв якісним насіннєвим матеріалом, вивчення насіннєвої продуктивності проса прутоподібного в умовах центральної частини України має актуальне значення.

Мета. Метою роботи є виявлення оптимальних градацій елементів технології вирощування материнських рослин на врожайні властивості насіння сортів проса прутоподібного.

Для досягнення мети було вирішено наступні завдання*:*

1. Визначити врожайність насіння проса прутоподібного у сортів різного походження, залежно від елементів технології вирощування культури;

2. Встановити мінливість врожайних властивостей насіння досліджуваних сортів, залежно від умов вирощування материнських рослин.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в центральній частині Лісостепу України. Досліди закладали згідно загальноприйнятих методик дослідної справи .Матеріалом для дослідження були сорти проса прутоподібного: Зоряне, Кейв-ін-рок і Морозко. Експеримент – дво- та багатофакторний, проведений в стаціонарному досліді, що поєднував наступні послідовні досліди: перший та другий.

Перший дослід (2015–2019 рр.). Перелік досліджуваних чинників: фактор А – роки дослідження; фактор Б – технологія вирощування проса прутоподібного на насіння: варіант 1: звичайна (ЗТ) – норм висіву насіння 5–8 кг/га (залежно від крупності насіння), ширина міжряддя 45 см і підживлення посівів (N_{30}); варіант 2: оптимізована (ОТ) – весняна сівба насіннєвого матеріалу визначеною нормою висіву насіння (для сорту Зоряне 5,7 кг/га, для сорту Кейв-ін-рок – 7,6 кг/га, для сорту Морозко – 7,9 кг/га) за широкорядного способу сівби (міжряддя 60 см) та застосування весняного азотного підживлення рослин розрахунковою дозою азотних добрив (N_{45}) на фоні основного удобрення та $(РК)_{60}$.

Другий дослід (2020-2021 рр.). Перелік досліджуваних чинників: фактор А – сорти: Зоряне, Кейв-ін-рок, Морозко; фактор Б – елементи технології вирощування материнських рослин*:* варіант 1 – звичайні елементи технології вирощування проса прутоподібного на насіння (ЗТвв), варіант 2 – оптимізовані елементи технології вирощування проса прутоподібного на насіння (ОТвв).

У польовому експерименті варіанти розміщували рендомізованим способом у чотириразовій повторності.

У дослідах проводили обліки і спостереження згідно загальноприйнятих та спеціальних наукових методик та рекомендацій [25-27]. Облік урожайності проводили методом суцільного обліку, який передбачає збирання насіння із всієї ділянки з кожного повторення у період його дозрівання на час закінчення вегетації рослин [28]. Статистичну обробку отриманих даних проводили із застосуванням методу дисперсійного аналізу [29, 30].

Погодні умови років досліджень суттєво різнилися. Так, кількість опадів і середньомісячні температури повітря періоду проведення досліджень проса прутоподібного змінювалися в досить широких межах (рис. 1–2).

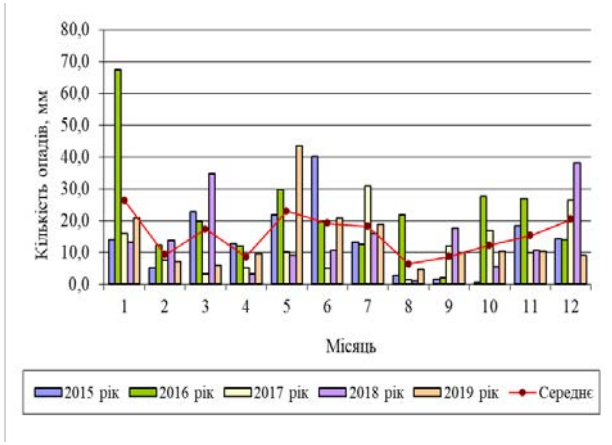
Спостереженнями встановлено, що протягом вегетації материнських рослин проса прутоподібного (квітень-жовтень) в окремі роки травня і червня місяців кількість опадів була значно вища або на рівні, а протягом липня-вересня була меншою норми (середньобагаторічних показників). Виключенням були наступні місяці: червень 2017 року, липень 2017 року, серпень і жовтень 2016 року в які зафіксовано значне зниження кількості опадів. Середньомісячна температура повітря протягом вегетаційного періоду культури в основному відповідала середньобагаторічним показникам. Лише окремі перевищення температур, порівняно із середніми значеннями відмічені у квітні й травні 2016 і 2018 років, червні 2019 року та серпні 2018 року.

За період вивчення врожайних властивостей насіння проса прутоподібного (2020–2022 рр.) встановлено надмірна кількість опадів, порівняно із середньобагаторічною у травні 2020 року та протягом літніх місяців 2022 року. Середньомісячна температура повітря була вище норми протягом червня-липня в усі роки дослідження даного періоду.

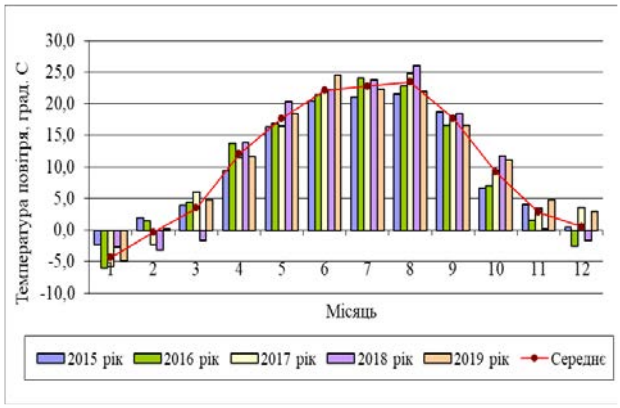
У загальному аналіз погодних умов дозволяє стверджувати, що за роки проведення досліджень вони відповідали біології культури, у зв'язку із посухостійкістю культури, та були сприятливими для вегетації проса прутоподібного.

Результати досліджень. Нашими дослідженнями встановлено, що оптимізація елементів технології вирощування материнських рослин проса прутоподібного, порівняно із звичайною технологією має значний вплив на збільшення врожайності насіння, яка за роки експерименту значно змінювалась у досліджуваних сортів (табл. 1–3).

Урожайність насіння проса прутоподібного сорту Зоряне за оптимізованих елементів технології вирощування, порівняно із звичайною була доказово вища в усі роки дослідження. Так, прибавка врожайності, порівняно із звичайною, за оптимізованої технології вирощування в перший рік була 0,05 т/га, у другому – 0,08 т/га,

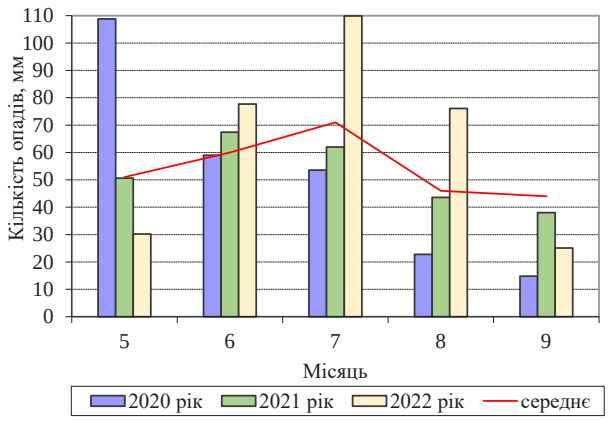


а

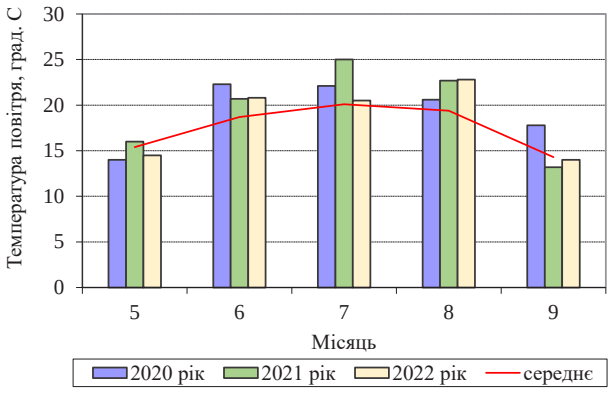


б

Рис. 1. Погодні умови періоду росту й розвитку материнських рослин проса прутоподібного: а – кількість опадів (мм), б – середньодобова температура повітря (°С), 2015–2019 рр.



а



б

Рис. 2. Погодні умови періоду росту й розвитку дочірних рослин проса прутоподібного: а – кількість опадів (мм), б – середньодобова температура повітря (°С), 2020–2022 рр.

Таблиця 1

Урожайність насіння проса прутоподібного сорту Зоряне залежно від елементів технології вирощування, т/га (2015–2019 рр.)

Елементи технології вирощування (фактор А)	Роки (фактор Б)			Середнє за роки
	1-й (2015-2017 рр.)	2-й (2016-2018 рр.)	3-й (2017-2019 рр.)	
Звичайні	0,39	0,67	0,88	0,65
Оптимізовані	0,44	0,75	0,95	0,71
Прибавка	0,05	0,08	0,07	0,06
$НІР_{05}$ (фактор А)	0,02	0,04	0,05	-
$НІР_{05}$ (фактор Б)	-	-	-	0,04

а у третьому – 0,07 т/га, що у середньому за роки становило 0,07 т/га. Дана тенденція характерна і для сорту Кейв-ін-рок: відповідно років дослідження прибавка врожайності насіння становила: 0,10; 0,13 і 0,11 т/га (табл. 2).

У сорту Кейв-ін-рок варіювання врожайності насіння за роками та варіантами досліду була в межах – від 0,10 до 0,57 т/га. Середня прибавка врожайності насіння залежно від елементів технології вирощування за роки дослідження становила 0,11 т/га.

У сорту Морозко за оптимізованої технології вирощування отримали збільшення врожайності насіння в усі роки вегетації: у перший рік – на 0,02 т/га, у другому році – на 0,05 т/га, у третьому – на 0,06 т/га (у середньому 0,04 т/га).

У загальному, залежно від елементів оптимізованої технології, у порівнянні із звичайною технологією вирощування, врожайність насіння материнських рослин зросла: для сорту Зоряне – на 0,06 т/га, Кейв-ін-рок – на 0,11 т/га, а сорту Морозко – на 0,04 т/га (рис. 3).

Застосування комплексу агрозаходів оптимізованої технології вирощування материнських рослин проса прутоподібного, порівняно із звичайною, дозволяє

Таблиця 2

Урожайність насіння проса прутоподібного сорту Кейв-ін-рок залежно від елементів технології вирощування, т/га (2015–2019 рр.)

Елементи технології вирощування (фактор А)	Роки (фактор Б)			Середнє за роки
	1-й (2015-2017 рр.)	2-й (2016-2018 рр.)	3-й (2017-2019 рр.)	
Звичайні	0,21	0,34	0,46	0,34
Оптимізовані	0,31	0,47	0,57	0,45
Прибавка	0,10	0,13	0,11	0,11
$НІР_{05}$ (фактор А)	0,07	0,04	0,08	-
$НІР_{05}$ (фактор Б)	-	-	-	0,05

Таблиця 3

Урожайність насіння проса прутоподібного сорту Морозко залежно від елементів технології вирощування, т/га (2015–2019 рр.)

Елементи технології вирощування (фактор А)	Роки (фактор Б)			Середнє за роки
	1-й (2015-2017 рр.)	2-й (2016-2018 рр.)	3-й (2017-2019 рр.)	
Звичайні	0,22	0,27	0,34	0,28
Оптимізовані	0,24	0,32	0,40	0,32
Прибавка	0,02	0,05	0,06	0,04
$НІР_{05}$ (фактор А)	0,06	0,07	0,11	-
$НІР_{05}$ (фактор Б)	-	-	-	0,07

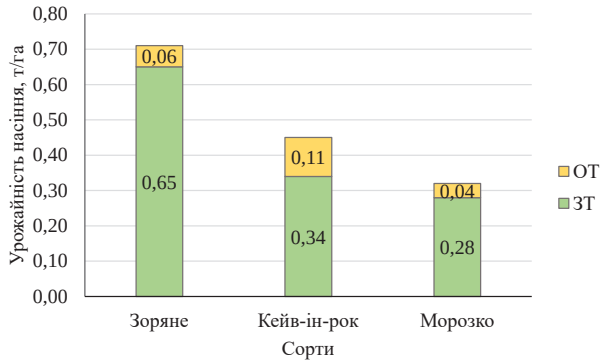


Рис. 3. Урожайність насіння проса прутоподібного залежно від технології вирощування культури, 2015–2019 рр.

Примітка: ЗТ – звичайні елементи технології вирощування проса прутоподібного на насіння, ОТ – оптимізовані елементи технології вирощування проса прутоподібного на насіння.

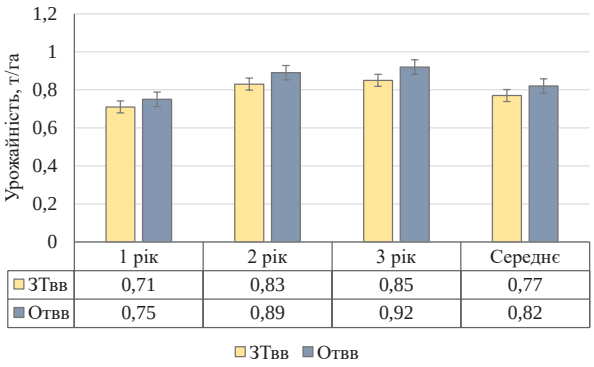


Рис. 4. Урожайні властивості насіння проса прутоподібного залежно від оптимізації елементів технології вирощування материнських рослин сорту Зоряне, 2020–2022 рр.

Примітка: ЗТвв – звичайні елементи технології вирощування материнських рослин проса прутоподібного на насіння (врожайні властивості насіння), ОТвв – оптимізовані елементи технології вирощування материнських рослин проса прутоподібного на насіння (врожайні властивості насіння).

суттєво збільшити врожайність насіння сорту Зоряне від 0,65 до 0,71 т/га (прибавка 0,06 т/га), Кейв-ін-рок – від 0,34 до 0,45 т/га (прибавка 0,11 т/га), Морозко – від 0,28 до 0,32 т/га (прибавка 0,04 т/га).

Сівба насінням, зібраним з посівів, на яких застосовували оптимізовані елементи технології вирощування материнських рослин, дозволяє отримати кращі врожайні властивості насіння проса прутоподібного. Цей показник для сорту Зоряне на варіантах звичайної технології вирощування варіював у межах – від 0,71 до 0,85 т/га, на оптимізованих – 0,75 від до 0,92 т/га (рис. 4).

Врожайні властивості насіння проса прутоподібного сорту Зоряне у варіантах оптимізованих елементів технології вирощування материнських рослин мали тенденцію до щорічного збільшення. На перший рік вегетації врожайність насіння зросла на 0,04 т/га, на другий рік – 0,06 т/га, на третій – 0,07 т/га, що у середньому за три роки склало 0,05 т/га прибавки за рівня врожайності 0,82 т/га на противагу звичайній технології вирощування проса прутоподібного 0,77 т/га.

За звичайної технології вирощування материнських рослин відмічено підвищення врожайних властивостей насіння проса прутоподібного сорту Кейв-ін-рок (рис. 5).

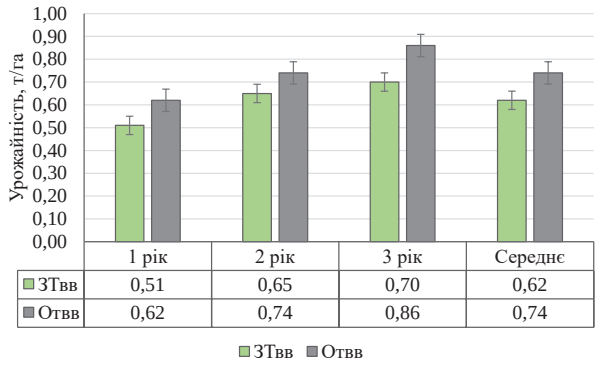


Рис. 5. Урожайні властивості насіння проса прутоподібного залежно від оптимізації елементів технології вирощування материнських рослин сорту Кейв-ін-рок, 2020–2022 рр.

Примітка: ЗТвв – звичайні елементи технології вирощування материнських рослин проса прутоподібного на насіння (врожайні властивості насіння), ОТвв – оптимізовані елементи технології вирощування материнських рослин проса прутоподібного на насіння (врожайні властивості насіння).

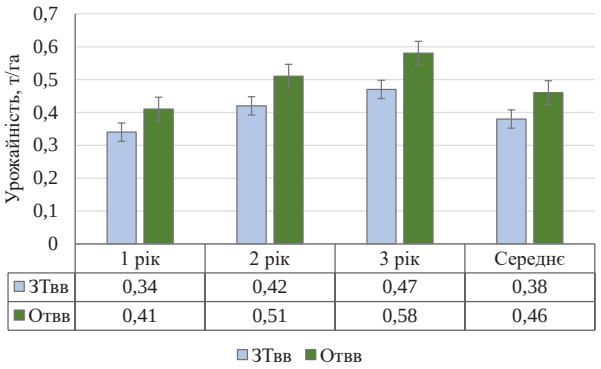


Рис. 6. Урожайні властивості насіння проса прутоподібного залежно від оптимізації елементів технології вирощування материнських рослин сорту Морозко, 2020–2022 рр.

Примітка: ЗТвв – звичайні елементи технології вирощування материнських рослин проса прутоподібного на насіння (врожайні властивості насіння), ОТвв – оптимізовані елементи технології вирощування материнських рослин проса прутоподібного на насіння (врожайні властивості насіння).

Протягом 2020–2022 років виявлено чітке зростання врожайності насіння за звичайної технології – від 0,51 до 0,70 т/га (у середньому до 0,62 т/га), а за оптимізованої – від 0,62 до 0,86 т/га (у середньому до 0,74 т/га).

Також відмічена динаміка покращення врожайних властивостей насіння проса прутоподібного й у сорту Морозко (рис. 6).

Тенденція підвищення врожайних властивостей насіння у сорту Морозко чітко проявилась при застосуванні оптимізованих елементів технології вирощування материнських рослин (до 0,46 т/га), порівняно із звичайними (до 0,38 т/га) з прибавкою 0,08 т/га.

У загальному, за вивчення врожайних властивостей насіння, яке отримали з материнських рослин за різних елементів технології вирощування встановлено, що їх оптимізація дозволяє підвищити врожайні властивості насіння досліджуваних сортів проса прутоподібного (рис. 7).

Підвищення врожайних властивостей насіння проса прутоподібного можливо досягти застосуванням оптимізованих елементів технології вирощування материнських рослин. У сорту Зоряне прибавка становить 0,05 т/га (від 0,77 до 0,82 т/га), у Кейв-ін-рок – 0,12 т/га (від 0,62 до 0,74 т/га), Морозко – 0,08 т/га (від 0,38 до 0,46 т/га).

Висновки.

1. Доведено, що на збільшення врожайності насіння проса прутоподібного (на 0,04…0,11 т/га) суттєвий вплив має культивування сортів за оптимізованої технології вирощування. Ця технологія поєднує: весняну сівбу культури, визначеною нормою висіву насіння (для сорту Зоряне – 5,7 кг/га, для сорту Кейв-ін-рок – 7,6 кг/га, для сорту Морозко – 7,9 кг/га), широкорядний спосіб сівби (для усіх сортів – міжряддя 60 см) та застосування весняного азотного підживлення рослин розрахунковою дозою азотних добрив (N_{45}) на фоні основного удобрення $(PK)_{60}$.

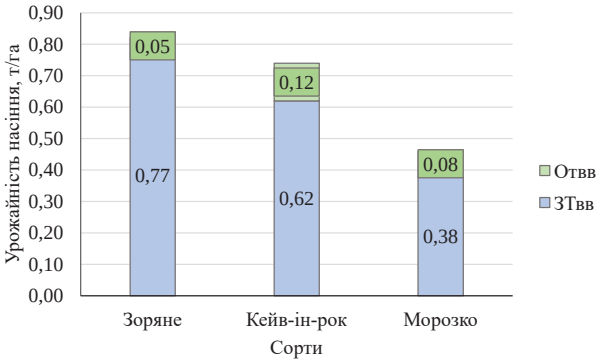


Рис. 7. Урожайні властивості насіння сортів проса прутоподібного залежно від оптимізації елементів технології вирощування материнських рослин, середнє за 2020–2022 рр.

Примітка: ЗТвв – звичайні елементи технології вирощування материнських рослин проса прутоподібного на насіння (врожайні властивості насіння), ОТвв – оптимізовані елементи технології вирощування материнських рослин проса прутоподібного на насіння (врожайні властивості насіння).

2. Оптимізація технології вирощування материнських рослин проса прутоподібного дозволяє поліпшити врожайні властивості насіння сорту Зоряне на 0,05 т/га (від 0,77 до 0,82 т/га), сорту Кейв-ін-рок – на 0,12 т/га (від 0,62 до 0,74 т/га), сорту Морозко – на 0,08 т/га (від 0,38 до 0,46 т/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Макрушин М. М., Макрушина Є. М.. Насінництво. Сімферополь : ВД «Аріал», 2011. С. 197 – 198.
2. Kulyk M., Rozhko I., Kurylo V., Bulgakov V., Ivanovs S., Adamovics A. Impact of the soil and climate conditions on the formation of the crop yield and germinating power of the switchgrass (*Panicum virgatum L.)* seeds.

Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering. 2018. Vol. 63, Iss. 4. P. 101 – 105. URL: https://bibliotekanauki.pl/articles/336776
3. Гументик М. Я., Квак В. М., Гончарук Г. С. Морфометричні показники рослин як основа визначення врожайності біомаси проса прутоподібного. *Agrology*. 2020. Т 3, № 3. С. 160 – 163.
4. Гументик М. Я. Удосконалення елементів технології вирощування проса прутоподібного в умовах Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 9. С. 15 – 20. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202009-02
5. Кулик М. І. Енергетичний потенціал та економічна ефективність виробництва фітомаси світчграсу для біопалива. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2016. Вип. № 4. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2016_4_12
6. Shcherbakova T. O., Rakhmetov D. B. Biological features of ornamental Poaceae cultivars introduced at the M. M. Hryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 2018. Vol. 14, Iss. 2. P.153-159. DOI: https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.2.2018.134761
7. Gumentyk M., Kharytonov M. Development and assessment of technologies of Miscanthus and switchgrass growing in forest-steppe zone of Ukraine. *Poljoprivreda i Sumarstvo*. 2018. Vol. 64, Iss. 2. P. 137 – 146. DOI: 10.17707/AgricultForest.64.2.10.
8. Петриченко С. М., Герасименко О. В., Гончарук Г. С., Литвинюк В. В., Мандровська С. М. Перспективи вирощування світчграсу як альтернативного джерела енергії в Україні. *Цукрові буряки.* 2011. № 4. С. 13 – 14.
9. Гументик М. Я. Агротехнічні прийоми вирощування проса прутоподібного (*Panicum virgatum L*.) *Біоенергетика*. 2014. № 1. С. 29 – 32.
10. Доронін В. А., Кравченко Ю. А., Бусол М. В., Доронін В. В. Якість насіння світчграсу залежно від способів його сортування. *Наукові праці ІБКіЦБ*, 2013. № 19. С. 28 – 32.
11. Кулик М. І., Рожко І. І. Вплив агротехнічних заходів вирощування на формування врожайності насіння проса прутоподібного. *Альтернативні джерела енергії у підвищенні енергоефективності та енергонезалежності сільських територій* : колективна монографія ; за ред. І О. Яснолоб, Т. О. Чайки, О. О. Горба. Полтава : Видавництво ПП «Астрая», 2019. С. 139 – 148. URL: http://repository.vsau.org/getfile.php/21055.pd
12. Bransby D. I., Walker R. H., Miller M. S. Development of optimal establishment and cultural practices for switchgrass as an energy crop. Five year summary report. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, 1997.
13. Minelli M., Rapparini L, Venturi G. Weed management in switchgrass crop. In: Swaaij WPM, Fjallstrom T, Helm P, Grassi A (eds) 2nd world biomass conference, Rome. 2004. Vol. 2. P. 439 – 441. URL: http://www.cres.gr/bioenergy_chains/files/pdf/Articles/7-Rome%20V1A_111.pdf
14. Elbersen H. W., Kulyk M. I, Poppens R. P, Lesschen J. P., Kraisvitnii, P., Galytska, M. A, Rii O., Roik M. V., Kurylo V. L., Morozov O. V., Smirnykh V. M., Gorobets A. M.; Gerasymenko O. V. Switchgrass Ukraine. Overview of switchgrass research and guidelines. 2013. Wageningen UR. Food & Biobased Research. P. 26. URL: https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/444615
15. Кулик М. І., Рожко І. І. Урожайні властивості та посівні якості насіння проса прутоподібного залежно від умов вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. №. 2. С. 78 – 84
16. Gumentyk M. Ya., Chernysky V. V., Gumentyk V. M., Kharytonov M. M. Technology for two switchgrass morphotypes growing in the conditions of ukraine's forest steppe zone. *INMATEH-Agricultural Engineering*. 2020. Vol. 61, № 2. P. 71 – 76. https://doi.org/10.35633/inmateh-61-08
17. Неділська У. І. Ріст, розвиток та урожайність проса прутоподібного (світчграсу). *Таврійський науковий вісник* № 118. 2021. С. 133 – 137. DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.16
18. Скачок Л. М., Потапенко Л. В., Горбаченко Н. І. Вплив систем удобрення і мікробних препаратів на продуктивність біоенергетичних культур. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2018. Вип. 28. С. 70 – 76 https://doi.org/10.35868/1997-3004.28.70-76
19. Кулик М. І., Рожко І. І., Білявська Л. Г. Мінливість елементів продуктивності та врожайність насіння проса прутоподібного залежно від сорту. *Таврійський науковий вісник*. 2022. Вип. 125. С. 63 – 72. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.125.9
20. Кулик М. І., Рожко І. І., Сиплива Н. О., Божок Ю. О. Агробіологічні особливості формування врожайності та якості насіння проса прутоподібного. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2019. Вип. 4 С. 51 – 60.
21. Brejda J. J., Brown J. R., Wyman G. W., Schumaher W. K. Management of switchgrass for forage and seed production. *J. Range Manage*. 1994. Vol. 47. P. 22 – 27.
22. Kassel P. C., Mullen R. E., Bailey T. B. Seed yield response of three switchgrass cultivars for different management practices. *Agronomy Journal.* 1985. Vol. 77. Iss. 2. P. 214 – 218. URL:https://doi.org/10.2134/agronj1985.00021962007700020010x
23. Green J. C., Bransby D. I. Effects of seed size on germination and seedling growth of Alamo switchgrass. *Soc. for Range Managemen., Denver*, 1995. Vol. 1. P. 183 – 184.
24. Greg A. Houseal. Native Seed Production Manual. Iowa Ecotype Project, Tallgrass Prairie Center's, University of Northern Iowa. 2007. P. 70 – 71. https://www.tallgrassprairiecenter.org/sites/default/files/pdfs/native_seed_production_manual.pdf
25. Роїк М. В., Рахметов Д. Б., Гончаренко С. М. Методика проведення експертизи сортів проса прутоподібного (*Panicum virgatum L*.) на відмінність, однорідність і стабільність. К., 2014. С. 637 – 651.
26. Кулик М. І., Рахметов Д. Б., Курило В. Л. Методика проведення польових та лабораторних досліджень з просом прутоподібним (*Panicum virgatum L*.). Полтава : РВВ ПДАА, 2017. 24 с.
27. Курило В. Л., Ганженко О. М., Гументик М. Я., Гончарук Г. С., Смірних В. М., Горобець А. М., Каськів В. В., Мандровська С. М., Максименко О. В. Методичні рекомендації з проведення основного та передпосівного обробітків ґрунту і сівби проса лозовидного. ІБКіЦБ НААН. К. 2012. С. 28

28. Kulyk M., Elbersen W. Methods of calculation productivity phytomass of switchgrass in Ukraine. Poltava. 2012. P. 10
29. Ушкаренко В. А., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві і рослинництві: навчальний посібник. Херсон: Айлант, 2008. С. 272
30. Статистичний аналіз агрономічних досліджень даних в пакеті Statistica 6.0: методичні вказівки / уклад.: Е. Р. Ермантраут, О. І. Присяжнюк, І. Л. Шевченко. Полтава: Поліграф Консалтинг, 2007. 55 с.

REFERENCES:

1. Makrushyn M. M., & Makrushyna Ye. M. (2011). Nasinnytstvo [Seed production]. Simferopol : VD «Arial» [in Ukrainian].
2. Kulyk M., Rozhko I., Kurylo V., Bulgakov V., Ivanovs S., & Adamovics A. (2018). Impact of the soil and climate conditions on the formation of the crop yield and germinating power of the switchgrass (*Panicum virgatum L*.) seeds. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 63 (4): 101 – 105. URL: https://bibliotekanauki.pl/articles/336776
3. Humentyk M. Ya., Kvak V. M., & Honcharuk H. S. (2020). Morfometrychni pokaznyky roslyn yak osnova vyznachennia vrozhainosti biomasy prosa prutopodibnoho [Morphometric Indices of Plants as a Basis for Determination of Biomass Yield of Switch Grass]. *Agrology* [in Ukrainian].
4. Humentyk M. Ya. (2020). Udoskonalennia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia prosa prutopodibnoho v umovakh Lisostepu Ukrainy [Improvement of the elements of technology of growing rodshaped millet in the conditions Forest Steppe of Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [in Ukrainian].
5. Kulyk M. I. (2016) Enerhetychnyi potentsial ta ekonomichna efektyvnist vyrobnytstva fitomasy svitchhrasu dlia biopalyva [Energy potential and economic efficiency of switchgrass phytomass production for biofuel]. *Scientific reports of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine* [in Ukrainian].
6. Shcherbakova T. O., & Rakhmetov D. B. (2018). Biological features of ornamental Poaceae cultivars introduced at the M. M. Hryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14 (2), 153 – 159. DOI: https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.2.2018.134761
7. Gumentyk, M., & Kharytonov, M. (2018). Development and assessment of technologies of miscanthus and switchgrass growing in forest-steppe zone of Ukraine. *Agriculture and Forestry*, 64 (2), 137 – 146. DOI:10.17707/AgricultForest.64.2.10
8. Petrychenko S. M., Herasymenko O. V., Honcharuk H. S., Lytvyniuk V. V., & Mandrovska S. M. (2011). Perspektyvy vyroshchuvannia svitchhrasu yak alternatyvnoho dzherela enerhii v Ukraini [Prospects of growing switchgrass as an alternative source of energy in Ukraine]. *Sugar beets* [in Ukrainian].
9. Humentyk M. Ya. (2014). Ahrotekhnichni pryiomy vyroshchuvannia prosa prutopodibnoho (*Panicum virgatum L*.) [Agrotechnical methods of growing switchgrass (*Panicum virgatum L*.)]. *Bioenergetics* [in Ukrainian].
10. Doronin V. A., Kravchenko Yu. A., Busol M. V., & Doronin V. V. (2013). Yakist nasinnia svitchhrasu zalezhno vid sposobiv yoho sortuvannia [The quality of switchgrass seeds depends on the methods of its sorting]. Scientific works of IBKiCB [in Ukrainian].
11. Kulyk M. I., & Rozhko I. I. (2019). Vplyv ahrotekhnichnykh zakhodiv vyroshchuvannia na formuvannia vrozhainosti nasinnia prosa prutopodibnoho [The influence of agrotechnical cultivation measures on the formation of the yield of switchgrass seeds]. Alternative energy sources in increasing energy efficiency and energy independence of rural areas: collective monograph; under the editorship And O. Yasnolob, T. O. Chayki, O. O. Gorba. Poltava: "Astraya" Publishing House, 139 – 148. URL: http://repository.vsau.org/getfile.php/21055.pd [in Ukrainian].
12. Bransby D. I., Walker R. H., & Miller M. S. (1997). Development of optimal establishment and cultural practices for switchgrass as an energy crop. Five year summary report. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee
13. Minelli M., Rapparini L, & Venturi G. (2004). Weed management in switchgrass crop. In: Swaaij WPM, Fjallstrom T, Helm P, Grassi A (eds) 2nd world biomass conference, Rome, 2, 439 – 441. URL: http://www.cres.gr/bioenergy_chains/files/pdf/Articles/7-Rome%20V1A_111.pdf
14. Elbersen H. W., Kulyk M. I, Poppens R. P, Lesschen J. P., Kraisvitnii, P., Galytska, M. A, Rii O., Roik M. V., Kurylo V. L., Morozov O. V., Smirnykh V. M., Gorobets A. M., & Gerasymenko O. V. (2013). Switchgrass Ukraine. Overview of switchgrass research and guidelines. Wageningen UR. Food & Biobased Research, 26. URL: https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/444615
15. Kulyk M. I., & Rozhko I. I. (2018) Urozhaini vlastyvosti ta posivni yakosti nasinnia prosa prutopodibnoho zalezhno vid umov vyroshchuvannia [Yield properties and sowing qualities of switchgrass seeds depending on growing conditions]. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy* [in Ukrainian].
16. Gumentyk M. Ya., Chernysky V. V., Gumentyk V. M., & Kharytonov M. M. (2020). Technology for two switchgrass morphotypes growing in the conditions of ukraine's forest steppe zone. *INMATEH-Agricultural Engineering*, 61 (2), 71 – 76. https://doi.org/10.35633/inmateh-61-08
17. Nedilska U. I. (2021). Rist, rozvytok ta urozhainist prosa prutopodibnoho (svitchhrasu) [Growth, development and productivity of switchgrass]. *Taurian Scientific Bulletin* [in Ukrainian].
18. Skachok L. M., Potapenko L. V., & Horbachenko N. I. (2018). Vplyv system udobrennia i mikrobnykh preparativ na produktyvnist bioenerhetychnykh kultur [The influence of fertilization systems and microbial preparations on the productivity of bioenergy crops]. *Agricultural microbiology* [in Ukrainian].
19. Kulyk M. I., Rozhko I. I., & Biliavska L. H. (2022). Minlyvist elementiv produktyvnosti ta vrozhainist nasinnia prosa prutopodibnoho zalezhno vid sortu [Variability of productivity elements and seed yield of rod-shaped switchgrass depending on the variety]. *Taurian Scientific Bulletin* [in Ukrainian].
20. Kulyk M. I., Rozhko I. I., Syplyva N. O., & Bozhok Yu. O. (2019). Ahrobiolohichni osoblyvosti formuvannia vrozhainosti ta yakosti nasinnia prosa prutopodibnoho [Agrobiological features of formation of yield and quality

of switchgrass seeds]. *Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region* [in Ukrainian].
21. Brejda J. J., Brown J. R., Wyman G. W., & Schumaher W. K. (1994). Management of switchgrass for forage and seed production. *J. Range Manage*, 47, 22 – 27
22. Kassel P. C., Mullen R. E., & Bailey T. B. (1985). Seed yield response of three switchgrass cultivars for different management practices. *Agronomy Journal,* 77 (2), 214 – 218 URL: https://doi.org/10.2134/agronj1985.00021962007700020010x
23. Green J. C., & Bransby D. I. (1995). Effects of seed size on germination and seedling growth of Alamo switchgrass. *Soc. for Range Managemen., Denver*, 1, 183 – 184
24. Greg A. Houseal (2007). Native Seed Production Manual. Iowa Ecotype Project, Tallgrass Prairie Center's, University of Northern Iowa, 70 – 71. https://www.tallgrassprairiecenter.org/sites/default/files/pdfs/native_seed_production_manual.pdf
25. Roik M. V., Rakhmetov D. B., & Honcharenko S. M. (2014). Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv prosa prutopodibnoho (Panicum virgatum L.) na vidminnist, odnoridnist i stabilnist [Methods of examination of varieties of switchgrass (Panicum virgatum L.) for distinction, homogeneity and stability]. K. [in Ukrainian].
26. Kulyk M. I., Rakhmetov D. B., & Kurylo V. L. (2017). Metodyka provedennia polovykh ta laboratornykh doslidzhen z prosom prutopodibnym (*Panicum virgatum L*.) [Methodology of conducting field and laboratory studies with switchgrass (*Panicum virgatum L*.)]. Poltava: RVV PDAA, 24 [in Ukrainian].
27. Kurylo V. L., Hanzhenko O. M., Humentyk M. Ya., Honcharuk H. S., Smirnykh V. M., Horobets A. M., Kaskiv V. V., Mandrovska S. M., & Maksymenko O. V. (2012). Metodychni rekomendatsii z provedennia osnovnoho ta peredposivnoho obrobitkiv gruntu i sivby prosa lozovydnoho [Methodical recommendations for carrying out the main and pre-sowing tillage and sowing of vine switchgrass]. IBKiTsB NAAN. K [in Ukrainian].
28. Kulyk M., & Elbersen W. (2012). Methods of calculation productivity phytomass of switchgrass in Ukraine. Poltava, 10
29. Ushkarenko V. A., Nikishenko V. L., Holoborodko S. P., & Kokovikhin S. V. (2008). Dyspersiinyi i koreliatsiinyi analiz u zemlerobstvi i roslynnytstvi: navchalnyi posibnyk [Dispersion and correlation analysis in agriculture and crop production: a study guide]. Kherson: Ailant [in Ukrainian].
30. Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidzhen danykh v paketi Statistica 6.0: metodychni vkazivky / uklad.: E. R. Ermantraut, O. I. Prysiazhniuk, I. L. Shevchenko. [Statistical analysis of agronomic research data in the Statistica 6.0 package: methodological instructions] / comp.: E. R. Ermantraut, O. I. Prysiazhniuk, I. L. Shevchenko. Poltava: Polygraph Consulting, 2007, 55 p. [in Ukrainian].

Кулик М.І., Білявська Л.Г., Рожко І.І., Ритченко А.В.
Урожайні властивості насіння сортів проса прутоподібного залежно від умов вирощування

Метою роботи є виявлення оптимальних градацій елементів технології вирощування материнських рослин сортів проса прутоподібного на поліпшення врожайних властивостей насіння.

Методи. Дослідження проводили впродовж 2015–2021 рр. на середньогумусних типових чорноземах у стаціонарному досліді, який розміщений у центральній частині Лісостепу України. Матеріалом для експерименту слугували сорти проса прутоподібного: Зоряне, Кейв-ін-рок і Морозко. Досліди закладали згідно загальноприйнятих методик дослідної справи. У двофакторному та багатофакторному польовому експерименті варіанти розміщували рендомізованим способом у чотириразовій повторності.

Результати. За результатами проведених досліджень виявлено мінливість врожайності материнських рослин проса прутоподібного протягом 2015–2019 рр. (перший дослід). Визначено, що застосування комплексу агрозаходів оптимізованої технології вирощування материнських рослин проса прутоподібного, порівняно із звичайною, дозволяє суттєво збільшити врожайність насіння сорту Зоряне до 0,71 т/га (прибавка 0,06 т/га), Кейв-ін-рок – до 0,45 т/га (прибавка 0,11 т/га), Морозко – до 0,32 т/га (прибавка 0,04 т/га).

У другому досліді, протягом 2020-2022 рр. досліджували врожайні властивості насіння, отриманого з материнських рослин, які вирощували за різних елементів технології. Встановлено, що оптимізована технологія вирощування проса прутоподібного впливає на поліпшення врожайних властивостей дочірніх рослин досліджуваних сортів. Виявлено, що застосування оптимізованої технології за вирощування материнських рослин проса прутоподібного сприяє підвищенню врожайності насіння у дочірніх рослин: у сорту Зоряне на 0,05 т/га (від 0,77 до 0,82 т/га), у Кейв-ін-рок – на 0,12 т/га (від 0,62 до 0,74 т/га), у Морозко – на 0,08 т/га (від 0,38 до 0,46 т/га). Порівняно із звичайною технологією врожайність насіння материнських рослин за оптимізованої підвищилися: на 0,06 т/га (Зоряне), на 0,11 т/га (Кейв-ін-рок) і на 0,04 т/га (Морозко). Урожайність насіння дочірніх росли зросла, відповідно за сортами: на 0,05; 0,12 і 0,08 т/га.

Висновки. Встановлено, що на збільшення врожайності насіння проса прутоподібного (на 0,04…0,11 т/га) суттєвий вплив має культивування сортів за оптимізованої технології вирощування. Ця технологія поєднує весняну сівбу культури, визначеною нормою висіву насіння (для сорту Зоряне – 5,7 кг/га, для сорту Кейв-ін-рок – 7,6 кг/га, для сорту Морозко – 7,9 кг/га), широкорядний спосіб сівби (для усіх сортів – міжряддя 60 см) та застосування весняного азотного підживлення рослин розрахунковою дозою азотних добрив (N_{45}) на фоні основного удобрення та $(PK)_{60}$. Підвищення врожайних властивостей насіння проса прутоподібного можливо досягти застосуванням оптимізованих елементів технології вирощування материнських рослин. У сорту Зоряне прибавка становить 0,05 т/га (від 0,77 до 0,82 т/га), у Кейв-ін-рок – 0,12 т/га (від 0,62 до 0,74 т/га), Морозко – 0,08 т/га (від 0,38 до 0,46 т/га).

Ключові слова: просо прутоподібне (світчграс), насіння, умови вирощування, материнські рослини, врожайні властивості, насіння.

Kulyk M.I., Biliavska L.H., Rozhko I.I., Rytchenko A.V.
Yield properties of switchgrass seeds depending on growing conditions

Purpose.The aim of the work is to find the optimal gradation of cultivation technology elements of maternal plants of switchgrass vatieties and their influence on the improvement of the seed yield properties.

Methods. The research was conducted during the period of 2015-2021 on medium-humus typical chernozem in a stationary experiment located in the central part of the forest-steppe of Ukraine. The material for the experiment were switchgrass varieties: Zoriane, Cave-in-rock and Morozko. The experiments were laid according to the generally accepted methods of research. In the two-factor and multifactor field experiment, the variants were placed in a randomized way in four replications.

Results. The research results revealed the variability of the yield of switchgrass maternal plants during the period of 2015-2019 (the first experiment). It was determined that the use of a complex of agricultural measures of the optimized cultivation technology of switchgrass maternal plants, compared with traditional, can significantly increase the seed yield of the variety Zoriane up to 0.71 t/ha (increase 0.06 t/ha), Cave-in-rock up to 0.45 t/ha (increase 0.11 t/ha), Morozko up to 0.32 t/ha (increase 0.04 t/ha). In the second experiment, the yield properties of seeds obtained from the maternal plants grown under different elements of the technology were investigated during the period of 2020-2022. It was determined that the optimized cultivation technology affects the improvement of the yield properties of the daughter plants of the studied varieties. The application of the optimized cultivation technology of the maternal plants of switchgrass variety increases the seed yield of the daughter plants: the variety Zoriane by 0.05 t/ha (from 0.77 to 0.82 t/ha), the variety Cave-in-rock by 0.12 t/ha (from 0.62 to 0.74 t/ha), the variety Morozko by 0.08 t/ha (from 0.38 to 0.46 t/ha). Compared to the traditional technology, the seed yield of maternal plants under the optimized technology increased: by 0.06 t/ha (Zoriane), by 0.11 t/ha (Cave-in-rock) and by 0.04 t/ha (Morozko). Seed yield of daughter plants increased, respectively, by the varieties: by 0.05, 0.12 and 0.08 t/ha.

Conclusions. It was found that the cultivation of varieties by optimized cultivation technology has a significant impact on increasing the seed yield of switchgrass (by 0.04...0.11 t/ha). This technology combines the spring sowing of the crop by the determined seeding rate (for the variety Zoriane - 5.7 kg/ha, for the variety Cave-in-rock - 7.6 kg/ha, for the variety Morozko - 7.9 kg/ha), wide-row seeding method (row spacing of 60 cm is for all varieties) and the use of spring nitrogen fertilization of plants with a calculated dose of nitrogen fertilizers (N_{45}) against the background of the main fertilizer $(PK)_{60}$.

The increase in the yield properties of switchgrass seeds can be achieved by using the optimized elements of the maternal plant cultivation technology. The increase of the variety Zoriane is 0.05 t/ha (0.77 to 0.82 t/ha), in the variety Cave-in-rock - 0.12 t/ha (0.62 to 0.74 t/ha), in the variety Morozko - 0.08 t/ha (0.38 to 0.46 t/ha).

Key words: switchgrass, seeds, growing conditions, maternal plants, yield properties, seeds.

УДК 635.615:631.527
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.19

НОВІ ЛІНІЇ КАВУНА В ЯКОСТІ ДЕКОРАТИВНИХ СКЛАДОВИХ У ФОРМУВАННІ ОЗЕЛЕНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

ЛІННІК З.П. – молодший науковий співробітник
orcid.org/0000-0003-0364-3522
Інститут овочівництва і баштанництва
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. В даний час актуальною проблемою у вивченні кавуна є розкриття його генетичного потенціалу не тільки відстеженням спонтанних та індукованих мутацій у рослин, але й шляхом використання зразків колекції у схрещуваннях, вивчення успадкування гібридами найважливіших ознак, виявлення ефективних генетичних джерел та донорів для створення нових та покращення існуючих генотипів [1]. Кавун цінна продовольча та кормова культура сімейства Гарбузові, що характеризується великою різноманітністю форм та кольорів. Різноманітне забарвлення плодів, форми та розміру, квітки, суцвіття, формі та забарвлення листя, зовнішньому вигляду, довжині стебла, габітусу рослин [2], що надає широкі можливості для їх використання в різних напрямках селекції та різного типу ландшафтних складових. Один із найважливіших напрямів у селекції кавуна формування та створення таких генетичних джерел як кущових, короткостебельних, довгостеблових форм, морфобіологічні ознаки яких у різних умовах середовища мають бути досить стабільними. Взаємодія генотипу та середовища проявляється у фенотипічній мінливості ознак, рецесивні ж форми вдається виявити та закріпити за допомогою ліній. Дослідженнями генетиків-селекціонерів встановлено характер успадкування ознак, що визначає кущовість та короткостебельність у кавуна. Так, ознака кущовості (карликовості) контролюється рецесивним геном dw-1 (dwarf-1). Короткостебельність успадковується як моногенна рецесивна ознака та контролюється геном shv (shortvine) [3,4]. Створення ліній кустових, короткостеблових та довгостеблових форм необхідне для виведення сортів, придатних для вирощування на садово-городніх та фермерських ділянках, інших озеленених територій міського середовища.

Аналіз останніх досліджень. Культурні рослини – особливий матеріал в руках ландшафтного архітектора в процесі оптимізації оформлення присадибних ділянок, паркових зон та інших озеленених територій внутрішнього середовища, дуже важливо, щоб в штучно створеному ландшафті вони виглядали цілком природно серед природного оточення [5]. Для того, щоб продуктивно працювати з певним матеріалом, необхідно мати широкий вибір спеціалізованих ліній та знати особливості та властивості декоративних культурних рослин. Дане твердження особливо справедливо щодо такого специфічного матеріалу, як культурні рослини, оскільки вони володіють біологічними особливостями, тісно пов'язані з цією функцією рослини, як декоративні якості рослин [6].

Декоративні якості культурних рослин – це їх розміри, зовнішній вигляд, забарвлення листя, квіток і плодів. На додаток декоративної функції, рослина також володіє і практичною користю: кавун має важливе кормове значення, використовується як соковитий корм для тварин. Кормові кавуни мають щільний м'якуш, дуже міцну кору й тривалий період зберігання. Плоди можуть зберігатися до весни. У тваринництві їх використовують у свіжому виді та як компонент силосної маси, забезпечуючи гарне засвоєння грубих кормів. Кормові кавуни особливо цінні в раціоні великої рогатої худоби й відрізняються сильним молокогінним засобом. Завдяки їхній високої посухостійкості й невибагливості, їх можна вирощувати на бідних піщаних ґрунтах. Таким чином, культурні рослини є особливим матеріалом для створення ландшафтних об'єктів, використання якого з урахуванням функціональних можливостей і особливостей дасть можливість оптимізувати середовище мешкання людини, зробити його більш комфортним [6-9].

Мистецтво оформлення присадибних ділянок, паркових зон та інших озеленених територій не слід сприймати, як закостенілу догму. Як і в інших областях людської діяльності, в ньому є певні тенденції. На думку фахівців з ландшафтного дизайну, світовим трендом є акцент на місцевих рослинах, добре адаптованих до середовища проживання. При правильному підході характерні для регіону сорти трав, квітів, овочевих культур, вдається органічно вписати в пейзаж, не порушуючи крихкої рівноваги екосистеми. [10,11]. Однак, ландшафтний дизайн, тренди якого багато в чому залежать від моди, в першу чергу повинен розроблятися з урахуванням таких факторів, як: кліматичні умови регіону; геологічна структура земельної ділянки; розміри території; умови освітлення; температурні режими; склад ґрунту; недолік або надлишок вологи. Не можна виключати й погану біологічну сумісність з розташованими по сусідству представниками флори та фауни [11-14]. Навіть звичні всім грядки з овочами та фруктами можуть бути джерелом не тільки вітамінів, а й позитивним емоційним фоном. Рекомендується висаджувати декоративні рослини овочевих культур, чий зовнішній вигляд здатний урізноманітнити декоративне садівництво та ландшафтний дизайн [7, 9]. Дуже багато овочевих культур, окрім своєї поживної цінності, можна використовувати як високо декоративні рослини. В першу чергу, тут можна назвати представників роду гарбузових, сімейство квіткових дводольних рослин, що налічує 130 родів і близько 900 видів [15,16]. Для ландшафтного дизайну вирощують спеціальні декоративні гарбузи. Багато овочеві культури гарні самі по собі: такі, як гарбузові, пасльонові, злакові культури. Додавши до них кілька видів квітучих рослин можна створити неймовірно гармоній-

ний альянс. Сьогодні все більше садівників намагаються поєднати декоративне садівництво та ландшафтний дизайн, щоб отримати не тільки щедрий урожай зелені та овочів, а й естетичну насолоду, багатофункціональність декоративних городніх грядок [16,17]. Успішність такого суміщення повністю перекреслює традиційні уявлення у формуванні озеленених територіях міського середовища. Таке буяння кольору і текстур стане ключовим елементом саду в будь-якому стилі. Природність і простота, практичність і декоративність – все це комбінований декоративний город. Функціональність саду завжди буде в моді рослини та квіти, які не тільки прикрашають ділянку, а й виконують поживні функції. Тому потрібно підбирати рослини, стійкі до клімату регіону, до хвороб і шкідників які не потребують складного догляду та регулярне підрізування, прополювання та інші роботи [12, 17].

Мета. Оцінка колекційного генофонду кавуна за морфологічними та корисними господарськими та маркерними ознаками на предмет їх використання у якості декоративних складових культурних рослин у формуванні ландшафтного дизайну. Розкриття його генетичного потенціалу, виявлення ефективних генетичних джерел і донорів для створення нових і поліпшення наявних генотипів.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводились в Інституті овочівництва та баштанництва НААН (Харківська область) протягом 2018-2020 років. у відкритому ґрунті в богарних умовах селекційної сівозміни.

Матеріалом для досліджень був вихідний матеріал, що складався з 118 генотипів. Він включав місцеві та іноземні зразки з 13 країн світу, районовані і перспективні сорти, гібриди та селекційні лінії, отримані в процесі роботи. Дослідження велися відповідно до «Методичними вказівками щодо селекції баштанних культур» [7, 18]. Опис морфологічних та оцінку корисних господарських ознак проводили відповідно до Широкого уніфікованого класифікатора РЕВ роду Citrullus Schrad [19] та «Методичними вказівками вивчення та підтримки колекції баштанних культур» та Обробка експериментальних даних велася відповідно до методики Б.А. Доспехова [20]. У дослідженнях аналізу мінливості цінних селекційних ознак використовували показник: Lim – ліміт варіювання (X min…X max) і Am – амплітуда варіювання (X max–X min).

Результати досліджень. В результаті досліджень як вихідний матеріал для різних напрямків селекції виділено перспективні джерела – лінії кавуна кущового (0,5-0.8м), короткостебельного (1,0-1,5 м) довгостеблового (3-6 м) морфотипів. Слід зазначити, що короткостеблові рослини в ранній період розвитку чітко відрізняються компактнішим кущем у порівнянні з короткостебельного.

Створені лінії різноманітні за морфологічними та господарськими ознаками (довжина стебла, форма та забарвлення листової пластини, забарвлення фону та малюнок плоду, консистенція, забарвлення м'якоті та її якість). Вони різняться також і за тривалістю вегетаційного періоду (від ранньостиглих до пізньостиглих), а також за продуктивними та якісними показниками. Вертикальне озеленення допомагає створити об'єм і особливо вдало вписується у дизайн невеликої ділянки. Безперечний лідер вертикального озеленення лінія кавуна Мелон-10810. Рослини довгостебельні (5-7 м), з великою кількістю бічних пагонів. Мозаїчне розташування листя з широкою світло-зеленою розсіченою листовою пластиною довжина якої варіює залежно від розташування на рослині від 15 до 25 см (Lim), амплітуда варіювання 10 см (A m). Характеризуються рясним цвітінням чоловічих та жіночих квіток. Лінія утворює кулясті плоди з яскраво-зеленими смугами на світло-зеленому фоні. Маса плода коливається від 2,0 кг (x min) до 5,0 кг (x max) (Lim = 2-5). Плоди розташовуються на довгій міцній плодоніжці (довжиною до 15 см), що робить зразок придатним для вирощування на опорі без додаткової підтримки плодів. Кількість плодів на рослині варіює від 3 (X min) до 4 (X max) штук (Lim = 3-4). Лінія пізньостигла – від сходів до дозрівання 106 діб. Вона характеризується високою стійкістю як до хвороб (фузаріозного в'янення, плямистості) і шкідників (баштанної попелиці), так і до стресових факторів зовнішнього середовища.

Лінія кавуна Мелон-10810 має високі декоративні якості і добре підійде для декорування балконів, веранд, терас і, якщо необхідно дуже швидко закрити альтанку, оформити арку або зонувати територію. Має гарний вигляд у ландшафтному дизайні, присадибних ділянок різних стилів: природному, сільському чи кантрі. Архітектурні об'єкти затягнуті кавуном, що стелиться, будуть прекрасним фоном для яскравих літників (рис. 1).



Рис. 1. Лінія кавуна Мелон-10810

На малюнку представлені випробування даної лінії з метою ландшафтного дизайну на базі ландшафтної компанії KARANDA landscape, м. Київ у 2021 році..

Нова лінія Ліщина кущова-19 також придатна для використання в озелененні. Лінія середньораннього дозрівання (81-85 діб). Рослини має компактність куща ліміт варіювання довжини стебла від 0,3 м. (x min) до 0,8 м. (x max). Рослини утворюють цілісні, насичено-зелені, гофровані листя довжиною 15 см. Плоди короткоовальної форми, світло-зеленого забарвлення з вузькими зеленими ледь помітними смугами, масою від 0,8 кг (X min) до 2 кг (X max) (Lim =0 8-20). Кількість плодів на рослині варіює від 1 (x min) до 2 (x max) штук (Lim = 1-2). М'якуш рожевий, щільний і ніжно-волокнистий, має відмінний смак (вміст сухої розчинної речовини –

9,8-11,5%). Характеризується високою стійкістю як до хвороб (фузаріозного в'янення, плямистості) і шкідників (баштанна попелиця), так і до стресових факторів зовнішнього середовища.

Зовнішній вигляд рослин та плодів лінії Ліщина Кущова –19 наведено на рисунку 2.



Рис. 2. Лінія кавуна Ліщина кущова-19

Наступна з виділених генотипів – лінія СДЖ-107879 має короткостебельні рослини з жовто-зеленим розсіченим листям. Має маркерну ознаку – золотисто-жовтий колір листя та плодів, контрольований геном go. Цей ген проявляється в рослині на стадії розсади та відповідає за золотисто-жовтий колір листя та кори плоду.

Рослина лінії компактно-короткостебельні. Варіювання довжини стебла становить від 0,5 м до 1,5 м. (Am = 1,0). Короткостебельність обумовлена короткими міжвузлями (4-5 см) та меншою кількістю бічних пагонів. Рослини з розсіченими, гофрованими, забарвленими у вигляді жовто-зеленої мозаїки листям та жовтими плодами надають рослинам декоративного характеру. Варіювання маси плода становить від 1 до 3 кг (Lim = 1-3, Am = 2). М'якуш рожевий, зернистий, відмінного смаку (вміст сухої речовини – 10-12%, дегустаційна оцінка –8,4-8,8 бала). Лінія середньораннього дозрівання (81-85 діб). Кількість плодів на рослині варіює від 1 (x min) до 2 (x max) штук (Lim = 1-2). Вона характеризується високою стійкістю як до хвороб (фузаріозного в'янення, плямистості) і шкідників (баштанної попелиці), так і до стресових факторів зовнішнього середовища.

Зовнішній вигляд рослин та плодів лінії СДЖ-107879 представлений на рисунку 3.



Рис. 3. Лінія кавуна СДЖ-107879

Виділені лінії пропонуються як декоративні складові у формуванні ландшафтного дизайну, а також для використання в селекції як нові джерела з маркерними ознаками: кущовою формою рослини, короткостеблових і довгостеблових морфотипів рослин, не розсіченим (цілісним) листком, жовто-зеленим забарвленням листя, світло -зеленим, зеленим та жовтим забарвленням плоду з різним поєднанням морфологічних та цінних господарських ознак.

Висновки. В результаті вивчення колекції кавуна виділено перспективні генетичні джерела з використанням яких створено нові генотипи кавуна: Ліщина кущова-19, СДЖ-107879 та Мелон-10810. Створені лінії які розрізняються за морфобіологічними та цінними господарськими ознаками і мають високі декоративні якості. Таким чином, нові лінії кавуна є особливим матеріалом для створення ландшафтних об'єктів, використання якого з урахуванням функціональних можливостей та особливостей дозволить оптимізувати місце існування людини, зробити її більш комфортною. Нові лінії кавуна пройшли випробування як декоративні складові дизайну в оформленні ландшафту на базі ландшафтної компанії KARANDA landscape, м. Київ, як складові декоративних елементів квітників. Нові селекційні лінії кавуна: Мелон-10810, Ліщина кущова-19 та СДЖ-107879 забезпечили високі естетичні, декоративні та цінні селекційні показники. Різноманітність нових ліній кавуна дозволяє створити кущові та короткостебельні генотипи – аналоги найбільш популярних у виробництві декоративних сортів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сергієнко О.В., Могильна О.М., Ліннік З.П., Лукʼянчикова О.А. Методичні підходи з використання ідентифікованого за морфологічними генами лінійного матеріалу у гетерозисній селекції кавуна. Вінниця : ТОВ «Ніланд–ЛТД», 2020. 100 с
2. Вавилов Н. И. Бахчевые культуры. Избранные труды. Москва-Ленинград, 1960. Т. 2. С. 292–329.
3. Gene List for Watermelon. Cucurbit Genetics Cooperative Report 18:69-84 (article 33) 1995. URL: https://www.ars.usda.gov/southeast-area/charleston-sc/vegetable-research/docs/cgc/cucurbit-genetics-cooperative-report-1869-84-article-33–1995.
4 Теханович Г.А., Елацкова А.Г., Елацков Ю.А. Генетические источники для селекции кустовых и короткоплетистых сортов арбуза. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции 2019. Вип. 180 (2). С. 89-94. DOI:10.30901/2227-8834-2019-2-89-94 Крижановська Н. Я. Основи ландшафтного дизайну : підручник. Київ : Ліра-К, 2009. 218 с.
5. Храпко О. В., Копьева А. В. Растения как особый материал в ландшафтном дизайне. *Территория новых возможностей*. 2015. №1 (28). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rasteniya-kak-osobyy-material-v-landshaftnom-dizayne (дата звернення: 27.10.2021).
6. Горова Г. К. Сучасні методи овочевих і баштанних культур. Харків, 2001. С. 402–403
7. Кучерявий В.П., Кучерявий В.С. Озеленення населених міст : підручник. Львів: Світ, 2005. 456 с.
8. Декоративне рослинництво: конспект лекцій для студентів спеціальності 201-«Агрономія» / уклад. Ю.А.Мельник. Луцьк : Луцький НТУ, 2018. 179 с.
9. Горцы – многолетние лианы. *Green market*. URL: https://www.greenmarket.com.ua/blog/landshaftniy-disain/gortsyi-lianyi/

10. Декоротивный огород с грядками в ландшафтном дизайне. Все о ландшафтном дизайне. URL: https://landas.ru/stili/dekorativniy-ogorod/
11. Кучерявий В.П., Кучерявий В.С. Озеленення населених міст : підручник. Львів: Світ, 2021. 666 с.
12. Кучерявий В.П., Кучерявий В.С. Фітомеліорація. Львів: Світ, 2003. 540 с.
13. Крижановська Н. Я. Основи ландшафтного дизайну : підручник. Київ : «Ліра-К», 2009. 218с
14. Болотських О. С. Енциклопедія овочівника. Харків : Фоліо, 2005. 798 с.
15. Гончаров А. В. Сортовые ресурсы тыквенных культур. *Картофель и овощи.* 2010. №8. С. 18-19.
16. Болотських О. С. Овощи Украины. Харьков: Орбита, 2001. 1088 с.
17. Изучение и поддержание коллекции бахчевых культур: методические указания. Л.: ВИР, 1988.
18. Фурса Т. Б., Корнейчук В. А., Ракочи Л. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода Citrullus Schrad. Ленинград, 1989. 29 с.
19. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

REFERENCES:

1. Serhiienko O.V., Mohylna O.M., Linnik Z.P., Lukianchykova O.A. (2020) Metodychni pidkhody z vykorystannia identyfikovanoho za morfolohichnymy henamy liniinoho materialu u heterozysnii selektsii kavuna [Methodical approaches to the use of linear material identified by morphological genes in heterosis selection of watermelon]. Vinnytsia: TOV «Niland–LTD». 100 [in Ukrainian]
2. Vavilov N. I. (1960) Bahchevyie kulturyi. Izbrannyie trudyi [Gourd cultures. Selected writings]. Moskva-Leningrad, 2. 292–329 [in Russian]
3. Gene List for Watermelon. Cucurbit Genetics Cooperative Report 18:69-84 (article 33) 1995. URL: https://www.ars.usda.gov/southeast-area/charleston-sc/vegetable-research/docs/cgc/cucurbit-genetics-cooperative-report-1869-84-article-33–1995.
4. Tehanovich G.A., Elatskova A.G., Elatskov Yu.A. (2019) Geneticheskie istochniki dlya selektsii kustovyih i korotkopletistyih sortov arbuza [Genetic sources for the selection of bush and short climbing varieties of watermelon]. Trudyi po prikladnoy botanike, genetike i selektsii [Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding], 180 (2). 89-94. DOI:10.30901/2227-8834-2019-2-89-94 [in Russian]
5. Krizhanovska N. Ya. (2009). Osnovy landshaftnoho dyzainu : pidruchnyk [Fundamentals of landscape design: textbook]. Kyiv : «Lira-K» [in Russian]
6. Khrapko O. V., Kopyeva A. V. (2015). Rasteniya kak osobyiy material v landshaftnom dizayne [Plants as a special material in landscape design] Territoriya novyih vozmozhnostey [Territory of new opportunities], 1 (28). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rasteniya-kak-osobyy-material-v-landshaftnom-dizayne [in Russian]
7. Horova H. K. (2001) Suchasni metody ovochevykh i bashtannykh kultur [Modern methods of vegetable and melon crops]. Kharkiv. 402–403 [in Ukrainian]
8. Kucheryavy V.P., Kucheryavy V.S. (2005). Ozelenennia naselenykh mist : pidruchnik [Landscaping of the population of the city: textbook]. Lviv: Svit. 456 [in Ukrainian]
9. Melnyk Yu.A. (2018) Dekoratynve roslynnytstvo: konspekt lektsii dlia studentiv spetsialnosti 201-«Ahronomiia» [Ornamental horticulture : summary of lectures for students of specialty 201-"Agronomy"]. Lutsk: Lutsk National Technical University. 179. [in Ukrainian]
10. Gortsyi – mnogoletnie lianyi. Green market. [Highlanders are perennial vines. Green market] https://www.greenmarket.com.ua/blog/landshaftniy-disain/gortsyi-lianyi/ [in Russian]
11. Dekorotivnyiy ogorod s gryadkami v landshaftnom dizayne. Vse o landshaftnom dizayne. [Decorative vegetable garden with beds in landscape design. All about landscape design.] https://landas.ru/stili/dekorativniy-ogorod/ [in Russian]
12. Kucheryavy V.P., Kucheryavy V.S. (2005). Ozelenennia naselenykh mist : pidruchnyk [Landscaping of the population of the city: textbook]. Lviv : Svit, 56 [in Ukrainian]
13. Kucheryavy V.P., Kucheryavy V.S. (2003). Fitomelioratsiia : pidruchnyk [Phytomelioration: textbook]. Lviv : Svit, 540 p. [in Ukrainian]
14. Kryzhanovska N. Ya. (2009). Osnovy landshaftnoho dyzainu: pidruchnyk [Basics of landscape design: textbook]. Kyiv: "Lira-K", 218 p. [in Ukrainian]
15. Bolotskikh O. S. (2005). Encyclopedia of the vegetable gardener [Entsyklopediia ovochivnyka]. Kharkiv: Folio, 798. [in Ukrainian]
16. Goncharov A.V. (2010). Sortovyie resursyi tyikvennyih kultur [Varietal resources of pumpkin crops]. Kartofel i ovosch [Potatoes and vegetables], 8. 18-19. [in Russian]
17. Bolotsky O. S. (2001). Ovoschi Ukrainy [Vegetables of Ukraine]. Kharkov: Orbita, 1088 [in Russian]
18. Izuchenie i podderzhanie kollektsii bahchevyih kultur: *metodicheskie ukazaniya* [Studying and maintaining the collection of gourds: g*uidelines].* L.: VIR, 1988. [in Russian]
19. Fursa T. B., Korneichuk V. A., Rakochi L. A (1989) Shirokiy unifitsirovannyiy klassifikator SEV roda Sitrullus Schrad [Wide unified classifier of the CMEA of the genus Citrullus Schrad]. Leningrad, 29 [in Russian]
20. Dospekhov B. A. (1985). Metodika polevogo opyita (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy). [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Agropromizdat, 5. 351 [in Russian]

Ліннік З.П. Нові лінії кавуна в якості декоративних складових у формуванні озеленених територій міського середовища

Проектування зеленої інфраструктури в містах вимагає рослинності, яка має багатоцільові функції, зокрема використання рослин, які мають як привабливі візуальні чи естетичні характеристики, так і високу цінність. Насадження, які мають високу візуальну привабливість, більше цінуються людьми та покращують їхнє відчуття благополуччя. Збільшення біорізноманіття в містах є одним із головних завдань, що стоять перед міським плануванням і дизайном. Однак баланс між біорізноманіттям і естетичними результатами в дизайні міських насаджень є складним, і на сьогоднішній день. Наведено характеристику особливого матеріалу ліній кавуна як декоративні складові у формуванні ландшафтного дизайну. Показано найважливіші функції рослини при формуванні внутрішнього середовища присадибних ділянок, паркових зон та інших озеленених територій

міського середовища. Наголошено на необхідності врахування біологічних особливостей та екологічних вимог рослин для ефективного їх використання. Дослідження проводились в Інституті овочівництва та баштанництва НААН (Харківська область) протягом 2018-2020 років. у відкритому ґрунті в богарних умовах селекційної сівозміни. В результаті багаторічного польового вивчення колекції кавуна виділено перспективні генетичні джерела з використанням яких створені нові генотипи, що відрізняються морфологічно: кущові рослини – Ліщина кущова-19, короткостебельні – СДЖ-107879 та довгостебельні – Мелон-10810. Створені лінії відрізняються за морфобіологічними і цінними господарськими ознаками і мають високі декоративні якості. Нові лінії кавуна пройшли випробування як декоративні складові дизайну в оформленні ландшафту на базі ландшафтної компанії KARANDA landscape, як складові декоративних елементів квітників. Нові селекційні лінії кавуна: Мелон-10810, Ліщина кущова-19 та СДЖ-107879 забезпечили високі естетичні, декоративні та цінні селекційні показники.

Ключові слова: селекція, ландшафтний дизайн, колекція, джерело, гени, ознака, присадибні ділянки.

Linnik Z.P. New watermelon lines as decorative complex in the formation of green areas of the urban environment

Designing green infrastructure in cities requires vegetation that has multipurpose functions, including the use of plants that have both attractive visual or aesthetic characteristics and high value. Plantations that have a high visual appeal are more valued and improve our well-being sense. One of the main challenges is increasing biodiversity in cities for urban planning and design. However, even today it is still difficult to outcome the balance between biodiversity and aesthetic in the design of urban plantings. There are given the characteristics of the unique material of watermelon lines as decorative components in the formation of landscape design. There are shown the plant's most important functions in forming the internal environment of homesteads, park zones, and other green areas of the urban environment. It is emphasized the need to take into account the biological features and ecological requirements of plants for their effective use. The research was conducted at the Institute of Vegetable and Melon Growing of the National Academy of Sciences (Kharkiv Region) during 2018-2020, in open ground in rainy conditions of selective crop rotation. As a result of a long-term field study of the watermelon collection, there were selected promising genetic sources, with the use of which there were created new genotypes that differ morphologically: bush plants – Lischyna Kushcheva-19, short-stemmed – SJ-107879 and long-stemmed – Melon-10810. The created lines differ in morphobiological and valuable economic characteristics and have high decorative qualities. The new watermelon lines have been tested as decorative design components in landscape design on the basis of the landscape company KARANDA landscape, as components of decorative elements of flower gardens. New selection lines of watermelon: Melon-10810, Lishchyna Kushcheva-19, and SJ-107879 provided high aesthetic, decorative, and valuable selection indicators.

Key words: Selection, landscape design, collection, source, genes, characteristics, homesteads.

ІНТЕРВ'Ю

DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.20

ІНТЕРВ'Ю ДОКТОРА С.-Г. НАУК, ЗАВІДУВАЧКИ ВІДДІЛУ СЕЛЕКЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН ІНСТИТУТУ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА НААН ТЕТЯНИ МАРЧЕНКО

В Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН ведеться селекція таких культур, як пшениця м'яка озима, кукурудза, люцерна, соя, томати, гуар, буркун, овочева соя.

Які досягнення та наукові напрями селекції пшениці озимої у Південному Степу України за умов зміни клімату?



Селекціонерами Інституту створено високоврожайні, досить зимостійкі, посухостійкі сорти пшениці озимої, які в умовах Півдня України здатні забезпечувати врожайність на зрошуваних полях 9,0–12,0 т/га, на неполивних землях після кращих попередників – 4,0–6,0 т/га.

Встановлена генетична природа багатьох кількісних ознак і властивостей у сортів пшениці, розроблена фізіолого-генетична модель сортів пшениці для Півдня України і принципи трансгресивної селекції на врожайність і адаптивність. Уперше для виробництва зерна на зрошуваних землях Півдня України розроблена науково обґрунтована модель високопродуктивного сорту пшениці, створені нові перспективні сорти, здатні забезпечити одержання сталих урожаїв високоякісного зерна в даних посушливих зональних умовах.

В Інституті у різні роки створено напівкарликові та короткостеблові сорти озимої пшениці, які пристосовані до умов зрошуваного землеробства Степової і Лісостепової зон України. Вони успішно пройшли державне сортовипробування та занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні: сорти пшениці м'якої озимої – Херсонська безоста, Херсонська 99, Росинка, Овідій, Кохана, Благо, Марія, Конка, Анатолія, Бургунка, Ледя, Кошова, Соборна, Аквілегія, Херсонська Фортеця, Перлина Степу, а також сорти пшениці твердої озимої – Дніпряна, Кассіопея, Андромеда.

У Південному Степу України переважають роки з посушливими умовами і дефіцитом продуктивної вологи в період оптимальних строків сівби, тому у виробництві майже неможливо отримувати щорічно повноцінні сходи. Через це виникає необхідність сівби пшениці озимої у пізні строки (жовтень, листопад) після випадіння агрономічно суттєвих опадів, тому створення сортів, придатних для пізніх строків сівби з коротким періодом яровизації, або сортів-дворучок, тепер дуже актуальне. Такі сорти характеризуються осінньою підвищеною продуктивною кущистістю: Херсонська безоста, Херсонська 99, Конка, Аквілегія.

Яке значення сорту й особливості селекції сої в умовах кліматичних флуктуацій?



Значення сорту особливо зросло за умови глобального потепління, коли помітно підвищується температура повітря і ґрунту, дуже часто настають тривалі міждощові періоди. Такі погодні явища навіть за умови зрошення спричинюють стресовий стан рослин і різке зниження їх продуктивності, поширення хвороб і шкідників, погіршення якості продукції, саме тому селекція сої в Інституті спрямована на створення нових конкурентоздатних сортів, реалізація генетичного потенціалу яких забезпечує отримання сталих врожаїв.

Основним методом створення сортів сої залишається внутрішньовидова гібридизація з подальшим багаторазовим добором. Окрім того, використовується метод природної гібридизації. Внутрішньовидова гібридизація

на сучасному етапі селекції в Інституті проводиться дедалі частіше із залученням різних схем схрещування. Пріоритетні напрями роботи із селекції сої спрямовані на вивчення наукових основ і створення сортів сої із підвищеним адаптивним потенціалом насамперед для вирощування на поливних землях півдня України, з оптимізованими морфологічними ознаками і властивостями (високорослістю, багатоквітковістю, стійкістю до вилягання й ураження хворобами, з високим рівнем фотосинтетичної активності листового апарату, адаптивною здатністю, підвищеною фіксацією атмосферного азоту). Це дозволяє підвищити рівень урожайності насіння на 10–15%, поліпшити його якість,здійснити збільшення виробництва білку та олії порівняно з існуючими сортами, ефективно розвивати вітчизняне сільськогосподарське виробництво, що має соціальну та економічну значимість. Сорти сої, створені в Інституті методом гібридизації, не є генномодифікованими.

Які напрями селекційної роботи з люцерною у зв'язку зі змінами клімату та місце культури в сучасному агровиробництві?



Селекціонерами проводиться робота зі створення сортів люцерни інтенсивного типу для умов зрошення в різних напрямах: поєднання високої насіннєвої (0,6–0,9 т/га) та кормової (70–80 т/га) продуктивності (сорти Надєжда, Сінська); для використання у спеціальних рисових сівозмінах створено сорт Херсонська 9, стійкий до затоплення у рисових чеках; враховуючи потреби тваринництва у таких видах кормів, як трав'яна мука, гранули тощо, уперше в Україні створено сорт Вавіловка 2.

В результаті інтенсивного землеробства відбулось зниження рівня гуміфікаційних процесів у сучасних агроландшафтах, яке спричинило розвиток глобальної деградації гумусу і родючості ґрунтів та відсутність можливостей застосування хіміко-технічних ресурсів у повній мірі. Максимальне використання біологічної азотфіксації за рахунок створення та впровадження нових сортів люцерни – один з економічно доцільних, «екологічно чистих» шляхів вирішення проблеми родючості ґрунтів. Останніми роками в Інституті створено сорти люцерни Унітро, Веселка, Зоряна, Серафіма, Анжеліка, Елегія, Луїза з потужною кореневою системою стержнево-розгалуженого типу, підвищеною азотфіксуючою здатністю, тому ці сорти люцерни можуть служити надійним фактором структуроутворення, джерелом поповнення гумусу та поживних речовин ґрунту. Підвищений рівень біологічної азотфіксації сортів дозволить зменшити до мінімуму застосування мінеральних добрив.

Згідно з численними прогнозами глобальна зміна клімату призведе до підвищення температури, зміни географічної структури опадів і в майбутньому до збільшення частоти екстремальних кліматичних явищ. Пагубні наслідки абіотичного стресу є серйозним обмеженням для вирощування люцерни, однак вона вважається культурою з високою посухостійкістю й широкою адаптивністю в посушливих регіонах. Її можна вирощувати в широкому діапазоні кліматичних умов – від екватора і майже до арктичних полярних кіл. Проте, як будь-яка інша культура, вона також негативно реагує на посуху і, щоб адаптуватися й вижити у стресових умовах, у неї виникають морфологічні, фізіологічні, біохімічні або молекулярні зміни, що необхідно враховувати під час створення посухостійких сортів з одночасним підвищенням врожайності та якості продукції, тому останніми роками наполегливо ведеться селекційна робота зі створення посухостійких сортів. Використання різних методів оцінки дозволило виділити низку посухостійких генотипів люцерни для використання їх у подальшій селекційній роботі зі створення сортів, що відповідають цілям селекції.

Україна є однією з основних країн – виробників та постачальників кукурудзи на світовий ринок, тому дуже важливо, щоб гібриди цієї культури відповідали світовим стандартам за рівнем урожайності та якості продукції. Які гібриди кукурудзи створюють селекціонери Інституту?



За економічними показниками аграрного сектору Україна невдовзі може посісти почесне місце серед провідних розвинених країн світу. Зокрема, стрімкі темпи росту виробництва зерна кукурудзи зумовлені вагомими зрушеннями в області генетики і новітніми технологічними розробками. Селекціонерами створені гібриди кукурудзи (*Zea mais* L.) з досить високим рівнем адаптивності до умов конкретних агроекологічних зон і технологій.

Фундаментальним завданням подальшого підвищення урожайності та розширення ареалу кукурудзи є впровадження у виробництво гібридів добре адаптованих до умов певних географічних зон і пристосованих до конкретних технологій. Важливу роль у підвищені урожайності та поліпшені якості зерна відіграє правильний добір гібридів для вирощування в умовах виробництва. Як відомо, високопродуктивні гібриди виносять з ґрунту велику кількість поживних речовин, витрачають багато води, тому вимагають відповідної агротехніки вирощування. Якщо такі умови відсутні, то потенційно більш продуктивний гібрид не тільки не переважає, але й може поступатись за врожайністю іншому, менш продуктивному, проте і менш вимогливому до умов вирощування. Саме тому слід дотримуватись диференційованого підходу до виробничого використання гібридів відповідної технологічної групи зі специфічною адаптивністю до агроекологічних факторів.

На 2022 рік до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, занесено 19 гібридів кукурудзи селекції Інституту різних груп ФАО від гібридів з ФАО 190, що визрівають за 90–97 діб і їх можна використовувати як попередник під озимі культури до гібридів з ФАО 500, з потенційною урожайністю зерна на зрошенні до 18 т/га.

Новим актуальним напрямом, що відкриває широке поле для наукових пошуків, є дослідження нішевих культур. З якими саме нішевими культурами ведеться селекція в Інституті?





Наразі українські виробники віддають перевагу кукурудзі, соняшнику та ріпаку, однак протягом останніх років зростає зацікавленість також і в так званих «нішевих культурах», які, окрім переваг у вирощуванні, забезпечують високу рентабельність виробництва. Експерти ринку і агровиробники одностайні у своїх спостереження: нішеві культури – це нові перспективи для вітчизняного агросектору. Термін «нішеві культури» з'явився в лексиконі аграріїв не так давно. До таких відносять культури, на які є ситуативний або постійний підвищений комерційний або соціальний попит, або продукцію, якої потребує вузький сегмент споживачів.

Виробництво нішевих культур, як і традиційних, має свої переваги і недоліки. До переваг можна віднести: високу рентабельність; урізноманітнення сівозміни та, як наслідок, покращення фітосанітарного стану на полях і стану ґрунтів (особливо, якщо йдеться про вирощування бобових культур); диверсифікацію виробництва як спосіб зменшити фінансові ризики підприємства на випадок неврожаю основних культур у господарстві. До недоліків слід віднести: високу вартість посівного матеріалу та технологій вирощування; нестабільність попиту на більшість нішевих культур; складність пошуку ринку збуту нішевої продукції; реальна рентабельність може виявитись нижчою за очікувану.

Гуар – однорічна тропічна рослина родини Бобових, тривалий час був відомий як кормова рослина, сидерат та джерело харчового білка, в даний час став однією з найбільш значущих технічних культур через зростаючу потребу в гуаровій камеді в харчовій, косметичній, нафтовидобувній промисловості. Основні виробники гуара та продуктів його переробки – Індія, Пакистан та США. Умови Південного Степу України також підходять для промислового вирощування цієї культури, що робить актуальним завдання його інтродукції та селекції. З урахуванням завдань щодо зниження імпортної залежності та покращення родючості ґрунтів Інститутом започатковано наукові дослідження з селекції гуара для умов Південного Степу України.

Широке впровадження у виробництво нової для України культури неможливе без використання конкурентоздатних сортів з підвищеним адаптаційним та високим генетичним потенціалом продуктивності, екологічної пластичності, тому створення сортів гуара в умовах зрошення півдня України є одним із основних факторів, що визначає її ринкову вартість.

Для створення сорту необхідно володіти добре вивченим вихідним матеріалом. Однією з основних вимог до створення сортів гуара в умовах півдня України є короткий термін дозрівання, висока та стабільна за роками врожайність, стійкість до несприятливих умов вирощування, зокрема посухи та спеки. В колекційному розсаднику Інституту вивчались зразки гуара, які відрізнялися за характером розгалуження, числом гілок (бічних пагонів), висоті рослин, формі листа, опушенню. кількості суцвіть на рослинах, довжині бобів та інших ознак. Не було виявлено відмінностей щодо забарвлення квітки. Рослини гуара мають недетермінантний тип росту, що сприяє тривалій вегетації рослин у типових умовах мусонного клімату Індії, однак в умовах України при інтродукції гуара необхідно підібрати матеріал, що характеризується скоростиглістю та дружним дозріванням. В умовах Херсонської області гуар може дозрівати і сформувати повноцінне насіння, але навіть в наших дослідження менш75% квіток формували боби, тобто потенційна насіннєва продуктивність гуара вища за реальну.

З 2020 року в Інституті ведеться селекційна робота з соєю овочевою. Це дуже популярна рослина в країнах Сходу. Цінність її багатогранна: за вмістом легкодоступних білків та цілющої жирної кислоти Омега-3 займає перше місце серед усіх рослинних продуктів. Насіння для вирощування отримали із Національного

центру генетичних ресурсів рослин, країна походження насіння – Китай, США та Японія. У наших планах до 2027 року отримати власні гібриди овочевої сої, які будуть ідеально адаптовані для місцевого клімату.

Зернова та овочева соя належать до одного виду, але різняться між собою за деякими ознаками. У овочевого різновиду ніжніша шкірка бобів і насіння в технічній стиглості, а в м'якоті свіжого насіння відсутня гіркота. Також до відмінних особливостей овочевої сої можна віднести формування ними більших насінин, яким притаманний інтенсивний зелений колір. Овочева соя солодша за зернову – концентрація цукрів у неї становить 16 г у 100 г сухої маси, що вдвічі більше, ніж у зернового різновиду. Овочеву сою вживають так само, як і спаржеву квасолю у фазі технічної стиглості, як у свіжому, так і в консервованому вигляді. У фазі біологічної стиглості овочеву сою можна використовувати як зернову. Овочева соя для України є перспективною овочевою рослиною. Вирощування її у весняних та літніх посівах може забезпечити населення цінним дієтичним, збалансованим за незамінними амінокислотами продуктом харчування. Соєвий білок за своїм амінокислотним складом максимально близький до білка тваринного



походження, тому він дуже добре засвоюється організмом людини.

В Інституті зберігається колекція бавовнику. Близько 200 сортів світової селекції щорічно висівається в колекційному розсаднику. Ведуться відбори скоростиглих сортів. До Державного Реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні занесено два сорта бавовнику, створених селекціонерами Інституту: Дніпровський 5, Підозерський 4.

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

УДК 631.52:633.15:631.67
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.21

СТРУКТУРА ВРОЖАЮ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНОЛОГІЇ

СКАКУН В.М. – здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
orcid.org/0009-0004-4697-9303
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
МАРЧЕНКО Т.Ю. – доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0001-6994-3443
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Кукурудза – основна зернова культура, тому актуальними питаннями зерновиробництва є вдосконалення технологічних заходів вирощування інноваційних гібридів кукурудзи й обґрунтування добору адаптованих гібридів до певних агроекологічних умов і технологій вирощування. Водночас важливими показниками адаптивності гібридів кукурудзи є складові елементи продуктивності та їхні кореляційні зв'язки з урожайністю зерна, що покладається в основу розроблення оптимальних моделей генотипів для конкретних агроекологічних умов. Урожайність зерна гібридів кукурудзи, як і інших агрокультур, є складовою частиною низки кількісних ознак. Тому для подальшого генетичного поліпшення рослин і підвищення врожайності необхідно володіти інформацією не лише про рівень прояву результативної ознаки, а й щодо окремих елементів структури врожаю, їхнього взаємозв'язку [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кукурудза (*Zea mais* L.) – одна з найбільш продуктивних та розповсюджених культур у світовому землеробстві. Серед вирощуваних культур на її долю в світовому виробництві зерна припадає більш 32 %. Її унікальність складається з високої потенційної продуктивності (особливо в високому потенціалі використання ФАР) та універсальність використання. Майже в усіх країнах, де проводиться вирощування кукурудзи її використовують на зерно, котре йде на продовольчі (20 %), кормові (60 – 65 %) та технічні (15 – 20 %) потреби [2].

В Україні кукурудза в кожному сезоні займає лідируючі позиції у списку найпоширеніших сільськогосподарських культур. Так, під кукурудзу у 2022 році було відведено 5,475 млн га, що на 547 тис. га більше, ніж у 2021 році. Валовий збір зерна кукурудзи в Україні сягнув 34,3 млн тонн, що є найвищим результатом за останні чотири сезони. Середня врожайність культури при цьому залишилась на середньому рівні – 6,8 т/га. За середнім показником врожайності кукурудзи до ТОП-3 лідерів увійшли: Хмельницька (9,7 т/га), Волинська (9,2 т/га) та Вінницька (8,8 т/га) області [3–5].

Селекційні програми по кукурудзі спрямовані перш за все на створення еколого-адаптивних гібридів з високими потенційними можливостями. Особливо важливим напрямком селекційної роботи є створення гібридів кукурудзи, екологічні особливості рослин яких у найбільш повній мірі були адаптовані до конкретних агрокліматичних умов тієї чи іншої зони вирощування. Шляхи реалізації цього напрямку у різних селекційних програмах є різними. Селекціонери ведуть селекцію на стійкість до загущення посівів, це перспективний напрям селекції кукурудзи, але він пов'язаний із формуванням одного качана на рослині. Перспективність зумовлена тим, що збільшується фотосинтетичний потенціал посівів. За даними багатьох авторів такий напрям набуває широкого впровадження у селекційні програми [6–8].

Дослідники сподіваються, що загущення посівів це найбільш перспективний шлях підвищення продуктивності ранньостиглих гібридів. В останніх менша індивідуальна продуктивність проти пізньостиглих. Тому на думку Моргуна В.В. селекція скоростиглих гібридів на стійкість до загущення дозволить розірвати взаємозв'язок між індивідуальною продуктивністю та пізньостиглістю [9].

За даними Жемели Г.П. з співавторами, по мірі загущення рослин продуктивність зменшується, але по-різному для кожної групи стиглості. Менше знижується продуктивність рослин зі збільшенням густоти стояння рослин у ранньостиглих, середньоранніх гібридів. Середньостиглі гібриди сильніше реагують на зміну густоти. Іншими словами, чим пізньостигліший гібрид, тим значно зменшується індивідуальна продуктивність по мірі збільшення густоти [10].

Селекція на стійкість до загущення посівів зумовлює перегляд інших господарських ознак рослин. Однією із таких є еректоїдне розташування листків на рослині. Таке розміщення рослин сприяє кращому засвоєнню сонячної енергії. Крім того таке розміщення дозволить збільшити щільність посівів. Навіть є думка, що щільність може зрости навіть до 100 тисяч рослин на одному гектарі. Такі гібриди можуть бути дуже перспективними на зрошуваних землях [11, 12].

Структурні показники врожаю усіх без виключення агрокультур є доволі важливими до вивчення, так як допомагають зрозуміти власне за рахунок яких елементів

формується врожай в конкретному випадку формування варіантів досліду. Аналізуючи праці інших вчених ми визначили що для кукурудзи важливими є питання визначення довжини качана, довжина качана озернена, маса зерна з качана та кількості зерен у ряді качана [13–15].

Структура врожаю гібридів кукурудзи є важливим елементом оцінки їх біологічних ознак та реакції на агротехнологічні прийоми, що регулюють рівень забезпечення культури ресурсами, ріст і розвиток, накопичення біомаси. Переважна більшість дослідників розглядає показники структури врожаю кукурудзи як спосіб оптимізації технології вирощування цієї культури через параметри різних компонентів агроценозу та продуктивної його частини. До кількісних ознак гібридів кукурудзи відносяться основні господарсько-важливі ознаки. Тому аналіз простих ознак поряд з продуктивністю є доцільним, адже вони розглядаються як впливові елементи структури врожаю.

Мета. Головною метою цієї роботи є удосконалення агротехнічних заходів технології вирощування нових вітчизняних гібридів кукурудзи в умовах Центрального Лісостепу України, в тому числі визначення показників структури качана, що впливають на продуктивність рослин гібридів кукурудзи різних груп ФАО.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження проводили впродовж 2019–2021 рр. в сільськогосподарському виробничому кооперативі «ПЕРЕМОГА» (с. Клепачі, Хорольський р-н, Полтавська обл.) в агроекологічній зоні Центральний Лісостеп. Клімат Центрального Лісостепу помірно-континентальний, із порівняно м'якою, малосніжною зимою та теплим, помірно вологим літом. За даними відділу агрометеорології Гідрометцентру середня температура повітря за рік становить 7,6–9,3°С. Зимовий період триває в середньому 80–105 днів – з кінця листопада до кінця лютого-початку березня, коли починається весна. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий. Агротехніка вирощування гібридів кукурудзи в дослідах була загальноприйнятною для Центрального Степу України, крім елементів, що досліджувались. Попередник – соя. Дослідження проведені згідно методики польового досліду для зрошуваного землеробства, статистичну обробку результатів досліджень здійснювали методом дисперсійного аналізу [16, 17].

Об'єктом досліджень слугували процеси формування структури урожайності у новостворених вітчизняних гібридів: Зедан 26 (ФАО 240), Зедан 26 (ФАО 240) та Зедан 28 (ФАО 260).

Результати дослджень. У результаті проведених досліджень встановлено, що досліджувані елементи структури продуктивності качана мали залежність від генотипу гібриду та варіантів технології вирощування.

Важливим показником структури урожаю зерна кукурудзи є кількість зерен у ряді. Біометричний аналіз за показником кількості зерен у ряді показав, що істотна різниця встановлена у розрізі гібридів (табл. 1).

Так, у гібридів кукурудзи кількість зерен у ряді була (середнє значення) у гібриду Зедан 26 становила 38,9 шт., гібриду Зедан 28 – 41,9 шт., гібриду Зедан 32 – 44,9 шт. Максимальні показники кількості зерен у ряді качана кукурудзи від 42,3 до 48,4 шт. була на варіантах густоти рослин 70 тис. рослин/га.

Найменшу середню довжину качанів зафіксували у гібрида Зедан 26 (17,1 см). Максимальне значення цього показника в середньому відзначили у гібриду Зедан 32 – 18,8 см. Максимальне значення довжини качана спостерігалось за густоти рослин 70 тис. росл./га від 17,3 до 19,0 см, мінімальне значення показали гібриди за густоти 100 тис. росл./га від 16,8 до 18,4 см.

Цінним показником, поряд із вищевказаними даними щодо структури качана, є одна досить важлива селекційна ознака, яка впливає на вихід зерна з урожаю качанів. Це озерненість качана – співвідношення між довжиною озерненого качана і стрижнем качана. Із літератури

Таблиця 1

Структурні показники качана гібридів кукурудзи за різної густоти
(середнє за 2019–2021 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота (фактор В)	Довжина качана, см	Довжина качана озернена, см	Діаметр качана, мм	Кількість зерен у ряді, шт.	Маса зерна з качана, г	Урожайність, т/га
Зедан 26 (ФАО 240)	70	17,3	17,1	41,4	42,3	153,8	10,75
	80	17,2	16,9	40,9	40,5	149,9	11,94
	90	17,1	16,5	40,7	37,4	144,1	12,92
	100	16,8	15,9	39,9	35,5	126,2	12,52
Середнє по фактору А		**17,1**	**16,6**	**40,7**	**38,9**	**143,5**	**12,03**
Зедан 28 (ФАО 260)	70	18,5	18,4	44,6	44,7	169,7	11,83
	80	18,4	18,1	44,4	42,3	154,9	12,32
	90	18,3	17,4	44,1	41,5	151,1	13,54
	100	17,9	16,7	43,8	38,7	129,9	12,94
Середнє по фактору А		18,3	17,7	44,2	41,8	151,4	12,66
Зедан 32 (ФАО 320)	70	19,0	18,9	48,2	48,4	202,9	14,14
	80	18,9	18,7	48,1	46,6	191,5	15,24
	90	18,7	18,1	47,9	44,5	163,5	14,63
	100	18,4	17,1	47,6	40,3	133,8	13,33
Середнє по фактору А		18,8	18,2	48,0	44,9	172,9	14,34

відомо, що показники озерненості качанів знаходяться на рівні 80–82 до 95 % [18]. Неозернена частка качана може бути вказівкою на можливі резерви підвищення продуктивності качана, що унеможливлені з причини недосконалості агротехнічних заходів.

Що стосується озерненої довжини качанів досліджуваних гібридів, то найбільшою довжиною качанів (у середньому за густотою) характеризується середньостиглий гібрид Зедан 32 (18,2 см). Дещо менша довжина качана озернена у середньораннього гібриду Зедан 28 (17,7 см) та у середньораннього Зедан 26 (16,6 см). Довжина качана озернена варіює в межах 15,9 – 18,9 см: найменша довжина качана озернена у гібриду Зедан 26 – 15,9 см, найбільша довжина качана озернена у гібриду Зедан 32 – 18,9 см.

Слід відмітити, що найменша різниця між довжиною качана і довжиною качана озерненого спостерігалась у гібриду Зедан 26 – 0,5 см, але і у гібриду Зедан 28 та Зедан 32 спостерігалась невелика різниця між довжиною качана та довжиною качана озерненою – 0,6 см.

Діаметр качана слабко змінювався під впливом густоти рослин, проте проявляв стабільність залежно від морфобіологічних особливостей гібридів. Показник діаметру качанів гібридів під впливом густоти рослин змінювались неоднаково, але спостерігалась тенденція збільшення його розмірів за густоти рослин 70 тис. росл./га на 0,6–1,5 см в порівняні з густотою 100 тис. росл./га.

Важливою ознакою зернової продуктивності кукурудзи є маса зерна з качана. На основі результатів проведених досліджень було виявлено вплив густоти стояння рослин на формування цього показника. Так, найбільш сприятливі умови для росту та розвитку рослин, а як наслідок і формування максимальних показників маси зерна з качана у досліді формувались на варіанті з густотою 70 тис. росл./га і становили відповідно 153,8 г. у Зедан 26, 169,7 – у Зедан 28, 202,9 г – у Зедан 32. Порівнюючи із густотою 100 тис. росл./га маса качана була більшою на 27,6 – 69,1 г.

Кореляційний аналіз широко використовують в селекційних дослідженнях та випробуваннях. На основі його результатів у значній мірі підвищується ефективність доборів, з'являється можливість найбільш повного контролювання фенотипу рослин у відповідності до поставленої селекційної програми й напрямку селекції. Дослідженням кореляцій кількісних ознак, що пов'язані з урожайністю, присвячено публікації як вітчизняних, так і зарубіжних науковців. Встановлено, що коефіцієнт кореляції між певними ознаками може змінюватися внаслідок різних погодних умов року вегетації, місця проведення досліджень та генетичного матеріалу. Такі закономірності мінливості зв'язку між окремими кількісними ознаками цілком узгоджуються з основними положеннями генетики щодо кількісних ознак та фенотипового їх прояву у взаємодії «генотип – середовище» [19–22].

Нами були розраховані кореляційно-регресійні моделі сполученої мінливості окремих ознак структури качана і урожайності зерна у окремих гібридів кукурудзи (рис. 1).

Було встановлено, що довжина качана озернена позитивно корелює на високому рівні значущості у гібрида Зедан 32. Коефіцієнт кореляції становив 0,711, що вказує можливості підвищення урожайності зерна за збільшення озерненості качана. Ступінь озерненості є переважно показником узгодженості технологічних заходів та генотипового потенціалу гібриду, тому подальше удосконалення технології прогностично може підвищити урожайність зерна цього гібрида. Зростання урожайності може проходити паралельно з підвищенням довжини качана озерненої частини. Характерним є те, що густота рослин при цьому має мінімальне значення і технологічні заходи повинні спрямовуватись на підвищення озерненості качана за мінливості щільності ценозу.

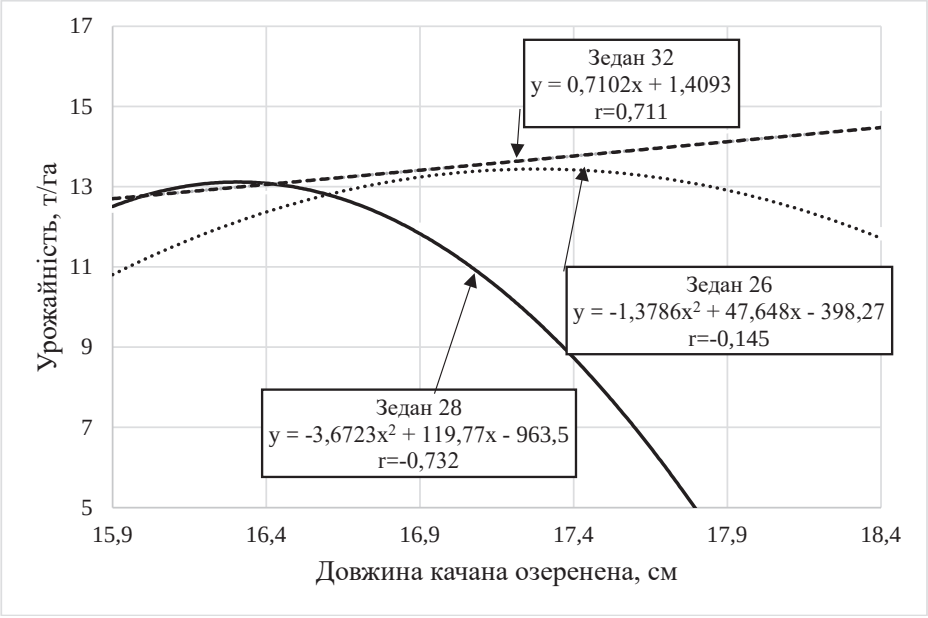


Рис. 1. Кореляційно-регресійні моделі залежності довжини качана озерненої гібридів кукурудзи та урожайності зерна за різних густот

У гібриду Зедан 26 сполучена мінливість довжини качана озерної мала криволінійну залежність і коефіцієнт кореляції лінійний мав значення 0,154. Найбільша урожайність прогнозується за довжини качана 16,9–17,9 см. Збільшення та зменшення довжини качана озерненої може призводити до недобору урожайності, що викликане реакцією генотипу гібриду на щільність ценозу. Густота рослин у цього гібриду має певні параметри оптимуму для прояву довжини качана озерненої та сполученої з нею максимуму урожайності зерна.

У гібриду Зедан 28 максимальний прояв урожайності зерна зафіксований за довжини качана озерненої в межах 16,0–16,5 см. Цей гібрид досить негативно реагує на підвищення довжини качана, що пов'язано зі зрідженням посіву і негативною залежністю індивідуальної продуктивності рослини і ценозу в цілому.

Залежність кількості зерен у ряді качана і урожайністю зерна також мала генотипові особливості (рис. 2).

У гібриду Зедан 32 спостерігалась прямолінійна кореляція на середньому рівні значущості, що вказує на можливості агротехнічного збільшення урожайності за рахунок підвищення кількості зерен у ряді качана, що може бути показником високої потенційної продуктивності цього генотипу.

Гібриди Зедан 26 та Зедан 28, судячи з кореляційно-регресійних моделей, належать до гібридів з обмеженим «плато» урожайності. Максимальний рівень урожайності зерна прогнозується за рівня кількості зерен в ряді 37-41 штук. Агротехнічне підвищення кількості зерен у ряді качана у цих гібридів можливе за рахунок зменшення густоти рослин в посіві, що призводить до підвищення індивідуальної продуктивності рослини, проте – зменшення продуктивності посіву. Для таких гібридів повинна бути чітко визначена експериментальним шляхом оптимальна густота рослин.

Побудова кореляційно-регресійної залежності урожайності зерна досліджуваних гібридів кукурудзи і маси зерна з качана за варіювання щільності ценозу показало схожі моделі з попередніми ознаками (рис. 3).

Гібрид кукурудзи інтенсивного типу Зедан 32 мав високу лінійну кореляцію урожайності зерна і маси качана (r=0,635). Проте, максимум урожайності був на рівні 170–190 г зерна з качана. Підвищення маси зерна качана понад цих параметрів прогнозувало зменшення продуктивності посіву. Конфлікт індивідуальної продуктивності рослини і продуктивності посіву був спричинений щільністю ценозу, що вимагає встановлення експериментальним шляхом оптимуму густоти рослин в посіві.

Гібриди кукурудзи Зедан 28 та Зедан 26 мали певні обмеження індивідуальної продуктивності рослин для реалізації потенційної продуктивності посіву. Підвищення маси зерна з качана понад 160 г може призводити до різкого падіння урожайності зерна. У цих гібридів підвищення маси зерна з качана агротехнічними заходами (за рахунок зменшення густоти рослин) призводить до різкого зменшення урожайності зерна. Особливістю цих гібридів є генотипова складова, що дозволяє їх вирощування за високої щільності ценозу.

Висновки. Встановлені параметри показників структури качана, що впливають на продуктивність рослин гібридів кукурудзи різних груп ФАО (240–320) та інтенсивності, за варіювання щільності ценозу від 70 до 100 тис. рослин на гектарі посіву.

Встановлено, що досліджувані елементи структури продуктивності качана мали залежність від генотипу гібриду та варіантів технології вирощування і для реалізації генотипового потенціалу необхідно встановлювати індивідуальну реакцію на технологічні заходи.

Важливою ознакою зернової продуктивності кукурудзи є маса зерна з качана. Найбільш сприятливі умови

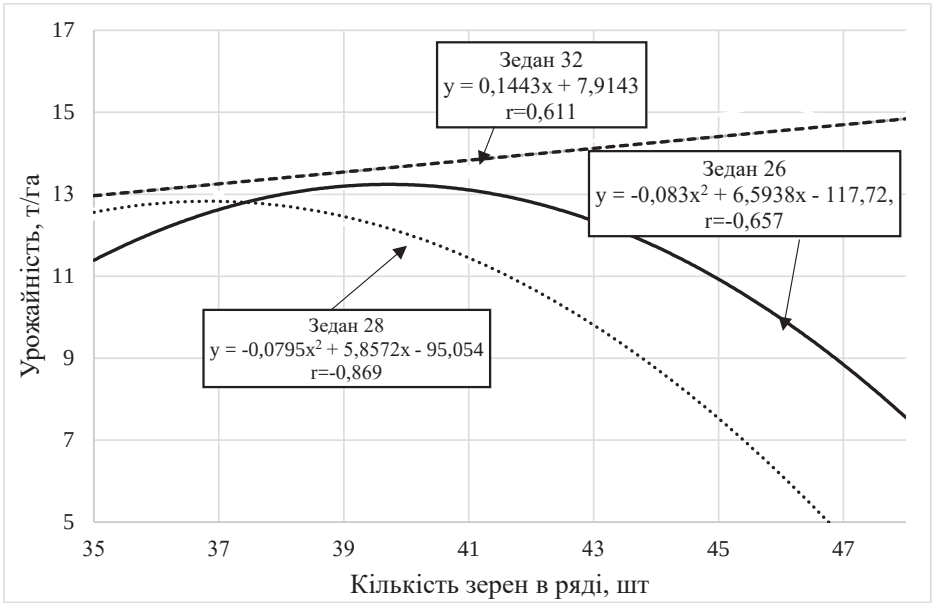


Рис. 2. Кореляційно-регресійні моделі залежності кількості зерен в ряді гібридів кукурудзи та урожайності зерна за різних густот

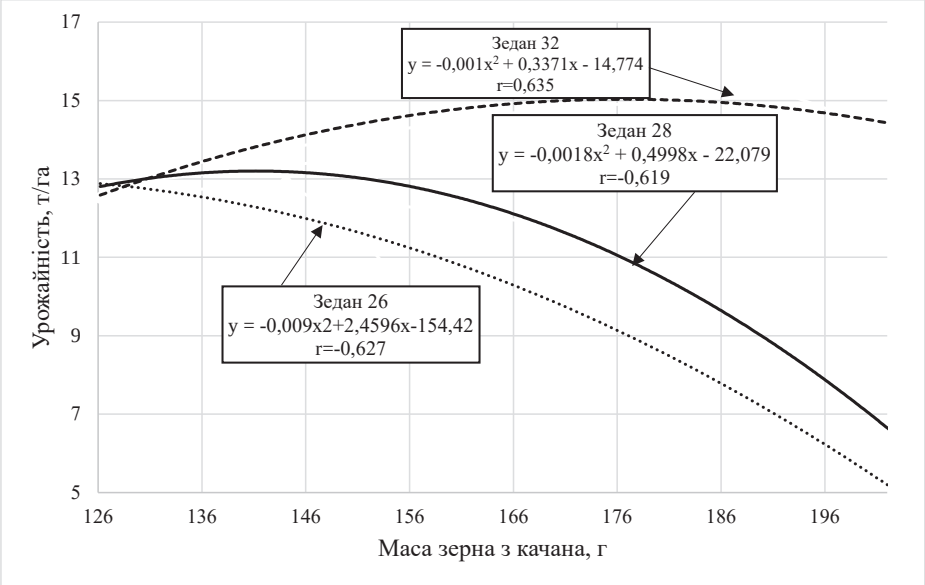


Рис. 3. Кореляційно-регресійні моделі залежності маси зерна з качана гібридів кукурудзи та урожайності зерна за різних густот

для росту та розвитку рослин, а як наслідок і формування максимальних показників маси зерна з качана у досліді формувались на варіанті з густотою 70 тис. росл./га і становили відповідно 153,8 г. у Зедан 26, 169,7 – у Зедан 28, 202,9 г – у Зедан 32. Порівнюючи із густотою 100 тис. росл./га маса качана була більшою на 27,6 – 69,1 г.

Гібрид кукурудзи інтенсивного типу Зедан 32 мав високу лінійну кореляцію урожайності зерна і маси качана (r=0,635). Проте, максимум урожайності був на рівні 170–190 г зерна з качана. Підвищення маси зерна качана понад цих параметрів прогнозувало зменшення продуктивності посіву. Конфлікт індивідуальної продуктивності рослини і продуктивності посіву був спричинений щільністю ценозу, що вимагає встановлення експериментальним шляхом оптимуму густоти рослин в посіві. Гібриди кукурудзи Зедан 28 та Зедан 26 мали певні обмеження індивідуальної продуктивності рослин для реалізації потенційної продуктивності посіву. Підвищення маси зерна з качана понад 160 г може призводити до різкого падіння урожайності зерна. У цих гібридів підвищення маси зерна з качана агротехнічними заходами (за рахунок зменшення густоти рослин) призводить до різкого зменшення урожайності зерна. Особливістю цих гібридів є генотипова складова, що дозволяє їх вирощування за високої щільності ценозу.

Для отримання максимальної урожайності кожного гібрида в умовах Центрального Степу України необхідно враховувати особливості їх реакції на щільність ценозу посіву.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. Особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від удобрення, густоти стояння рослин та погодних умов. *Таврійський науковий вісник*. 2018. №101. С. 42–49.
2. Томашук О. В. Продуктивність посівів кукурудзи під впливом різних систем землеробства в умовах Лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2018. №85. С.63–70.
3. Валовий збір кукурудзи із 73 % площ уже перевищив минулорічний. Agrotimes. 2022. 14 жовтня. URL: https://agrotimes.ua/agronomiya/valovyj-zbir-kukurudzy-iz-73-ploshh-uzheperevyshhyv-mynulorichnyj (дата звернення: 30.10.2022).
4. ТОП-10 країн виробників кукурудзи в 2021/22 МР. URL: https://agrotimes.ua/agronomiya/valovyj-zbir-kukurudzy-iz-73-ploshhuzheperevyshhyv-mynulorichnyj (дата звернення: 30.10.2022).
5. Фомішина В. М., Федорова Н. Є., Огородник Р. П., Батура І. С. Дослідження кон'юнктури світового ринку кукурудзи та визначення місця України на ньому. *Вісник ЛТЕУ. Економічні науки*. 2022. №66. С. 22–28.
6. Любич В. В. Формування продуктивності різних гібридів кукурудзи. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2020. №97(1). С.32–44.
7. Андрієнко О. О., Васильковська К. В., Андрієнко А. Л. Реакція гібридів кукурудзи на зміну густоти стояння рослин у північному степу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2020. №96(1). С.635–651.
8. Багатченко В. В., Таганцова М. М., Стефківська Ю. Л. Вплив густоти стояння рослин кукурудзи на насіннєву продуктивність батьківських компонентів гібридів *Zea mays* L. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2018. №26. С. 56–66.
9. Моргун В. В. Мінливість вегетаційного періоду і продуктивності у самозапилених ліній кукурудзи в залежності від вихідного матеріалу. *Адаптивна селекція рослин. Теорія та практика*. Київ, 2002. 60 с.
10. Жемела Г. П., Бараболя О. В., Ляшенко В. В., Ляшенко Є. С., Подоляк В. А. Формування продуктив-

ності зерна гібридами кукурудзи залежно від норми висіву. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. №1. С.97–105.
11. Білокур Ю. В., Рябовол Л. О. Створення та оцінка вихідного матеріалу еректоїдних форм кукурудзи (огляд літератури). *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2021. Вип. 99. Ч. 1. С. 105–117.
12. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Пілярська О. О., Міщенко С.В. Маса 1000 зерен та урожайність гібридів кукурудзи залежно від густоти посіву та обробітку біопрепаратами. *Зрошуване землеробство.* 2022. № 77. С.13–18. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.77.3.
13. Паламарчук В. Д. Характеристика гібридів кукурудзи за масою 1000 зерен та продуктивністю залежно від елементів технології. *Вісник Уманського національного університету садівництва.* 2018. № 1. С. 38–42. https://doi.org/10/P1P5I2P10-0478-2018-1-P8-42.
14. Марченко Т. Ю., Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Хоменко Т. М. Мінливість складових елементів продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості за умов зрошення. *Plant Varieties Studying and protection.* 2019. № 15(3). С. 279–287. https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.3.2019.181093.
15. Рудавська Н. М., Глива В. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. №64. С.120–132.
16. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : монографія. Херсон: Айлант, 2009. 372 с.
17. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство). Херсон: Грінь Д.С., 2014. 448 с.
18. Дробітько А. В., Нікончук Н. В. Структура рослин та урожайність кукурудзи залежно від способу сівби і густоти рослин. *Наукові праці. Екологія*. 2011. №150(138). С.15–17.
19. Zarei B., Kahrizi D., Aboughadareh A.P., Sadeghi F. Correlation and path coefficient analysis for determining interrelationships among grain yield and related characters in corn hybrids (*Zea mays* L.). *Int. J. Agric. Crop Sci.* 2012. Vol. 4, Iss. 20. P. 1519–1522. https://doi.org/IJACS/2012/4-20/1519-1522.
20. Капустян М. В., Полухіна А. В., Тимчук В. М., Чернобай Л. М. Відпрацювання інструментарію та алгоритмів корегування селекційних програм по кукурудзі. *Селекція і насінництво.* 2018. Вип. 113. С. 77–84. https://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.134360.
21. Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Нужна М. В., Боденко Н. А. Моделі гібридів кукурудзи FAO 150–490 для умов зрошення. *Plant Varieties Studying and Protection.* 2018. Т. 14, № 1. С. 58–64. https://doi.org/10.21498/2518–1017.14.1.2018.126508.

REFERENCES:

1. Kalenska, S. M., Taran, V. G., & Danilov, P. O. (2018). Osoblyvosti formuvannia urozhainosti hibrydiv kukurudzy zalezhno vid udobrennia, hustoty stoiannia roslyn ta pohodnykh umov [Peculiarities of yield formation of corn hybrids depending on fertilization, plant stand density and weather conditions]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin,* 101, 42–49 [in Ukrainian].
2. Tomashuk, O. V. (2018). Produktyvnist posiviv kukurudzy pid vplyvom riznykh system zemlerobstva v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho [Productivity of corn crops under the influence of different farming systems in the conditions of the right-bank forest-steppe]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Fodder and fodder production,* 85, 63–70 [in Ukrainian].
3. Valovyi zbir kukurudzy iz 73 % ploshch uzhe perevyshchyv mynulorichnyi. Agrotimes. 2022. 14 zhovtnia [The gross harvest of corn from 73% of the areas has already exceeded last year's. Agrotimes. 2022. October 14. URL: https://agrotimes.ua/agronomiya/valovyj-zbir-kukurudzy-iz-73-ploshh-uzheperevyshhyv-mynulorichnyj [in Ukrainian].
4. TOP-10 krain vyrobnykiv kukurudzy v 2021/22 MR [TOP-10 corn producing countries in 2021/22 MR. URL: https://agrotimes.ua/agronomiya/valovyj-zbir-kukurudzy-iz-73-ploshhuzheperevysh hyv-mynulorichnyj [in Ukrainian].
5. Fomishyna, V. M., Fedorova, N. Ye., Ohorodnyk, R. P., & Batura, I. S. (2022). Doslidzhennia koniunktury svitovoho rynku kukurudzy ta vyznachennia mistsia Ukrainy na nomu [Study of the situation of the world corn market and determining the place of Ukraine in it]. *Bulletin of LTEU. Economic sciences – Visnyk LTEU, Ekonomichni nauky,* 66, 22–28 [in Ukrainian].
6. Lyubich, V. V. (2020). Formuvannia produktyvnosti riznykh hibrydiv kukurudzy [Formation of productivity of different hybrids of corn]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva –Collection of scientific works of the Uman National University of Horticulture*, 97(1), 32–44 [in Ukrainian].
7. Andriienko, O. O., Vasylkovska, K. V., & Andriienko, A. L. (2020). Reaktsiia hibrydiv kukurudzy na zminu hustoty stoiannia roslyn u pivnichnomu stepu Ukrainy [The reaction of corn hybrids to changes in plant stand density in the northern steppe of Ukraine]. *Collection of scientific works of the Uman National University of Horticulture – Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva,* 96(1), 635–651 [in Ukrainian].
8. Bagatchenko, V. V., Tagantseva, M. M., & Stefkivska, Yu. L. (2018). Vplyv hustoty stoiannia roslyn kukurudzy na nasinnievu produktyvnist batkivskykh komponentiv hibrydiv *Zea mays* L. [Influence of stand density of corn plants on seed productivity of parental components of hybrids *Zea mays* L.] *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv – Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 26, 56–66 [in Ukrainian].
9. Morgun, V.V. (2002). Minlyvist vehetatsiinoho periodu i produktyvnosti u samozapylenykh linii kukurudzy v zalezhnosti vid vykhidnoho materialu [Variability of the growing season and productivity in self-pollinated corn lines depending on the source material]. *Adaptive selection of plants. Teoriia ta praktyka – Adaptyvna selektsiia roslyn. Theory and practice*. Kyiv, 60 [in Ukrainian].
10. Zhemela, G. P., Barabolya, O. V., Lyashenko, V. V., Lyashenko, E. S., & Podolyak, V. A. (2021). Formuvannia produktyvnosti zerna hibrydamy kukurudzy zalezhno vid normy vysivu [Formation of grain productivity by corn hybrids depending on the sowing rate]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy,* 1, 97–105 [in Ukrainian].

11. Bilokur, Y. V., & Ryabovol, L. O. (2021). Stvorennia ta otsinka vykhidnoho materialu erektoidnykh form kukurudzy (ohliad literatury) [Creation and evaluation of the source material of erectoid forms of corn (literature review)]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho NUS – Collection of scientific works of the Uman National Academy of Sciences,* 99(1), 105–117 [in Ukrainian].
12. Vozhegova, R. A., Lavrynenko, Yu. O., Marchenko, T. Yu., Pilyarska, O. O., & Mishchenko, S. V. (2022). Masa 1000 zeren ta urozhainist hibrydiv kukurudzy zalezhno vid hustoty posivu ta obrobitku biopreparatamy [The weight of 1000 grains and the yield of corn hybrids depending on the density of sowing and treatment with biological preparations]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture,* 77, 13–18. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.77.3 [in Ukrainian].
13. Palamarchuk, V. D. (2018). Kharakterystyka hibrydiv kukurudzy za masoiu 1000 zeren ta produktyvnistiu zalezhno vid elementiv tekhnolohii [Characteristics of corn hybrids by weight of 1000 grains and productivity depending on elements of technology]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Bulletin of the Uman National University of Horticulture,* 1, 38–42. https://doi.org/10/P1P5I2P10-0478-2018-1-P8-42 [in Ukrainian].
14. Marchenko, T. Yu., Vozhegova, R. A., Lavrynenko, Yu. O., & Khomenko, T. M. (2019). Minlyvist skladovykh elementiv produktyvnosti hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti za umov zroshennia [Variability of the constituent elements of the productivity of corn hybrids of different maturity groups under irrigation conditions]. *Plant Varieties Studying and protection,* 15(3), 279–287. https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.3.2019.181093 [in Ukrainian].
15. Rudavska, N. M., & Hlyva, V. V. (2018). Formuvannia produktyvnosti hibrydiv kukurudzy v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Formation of the productivity of corn hybrids in the conditions of the Western Forest Steppe]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo – Foothill and mountain agriculture and animal husbandry,* 64, 120–132 [in Ukrainian].
16. Ushkarenko, V. O., Nikishenko, V. L., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2009). Dyspersiinyi i koreliatsiinyi analiz rezultativ polovykh doslidiv [Dispersion and correlation analysis of the results of field experiments]. Kherson: Ailant [in Ukrainian].
17. Ushkarenko, V. O., Vozhegova, R. A., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2014). Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo) [Field experiment methodology (Irrigated agriculture)]. Kherson: Grin D.S. [in Ukrainian].
18. Drobitko, A.V., & Nikonchuk, N.V. (2011). Struktura roslyn ta urozhainist kukurudzy zalezhno vid sposobu sivby i hustoty roslyn [Plant structure and corn productivity depending on the sowing method and plant density]. *Scientific works. Ecology – Naukovi pratsi. Ekolohiia,* 150(138), 15–17 [in Ukrainian].
19. Zarei, B., Kahrizi, D., Aboughadareh, A.P., & Sadeghi, F. (2012). Correlation and path coefficient analysis for determining interrelationships among grain yield and related characters in corn hybrids (*Zea mays* L.). *Int. J. Agric. Crop Sci,* 4(20), 1519–1522. https://doi.org/IJACS/2012/4-20/1519-1522 [in English].
20. Kapustyan, M.V., Polukhina, A.V., Tymchuk, V.M., & Chernobaj, L.M. (2018). Vidpratsiuvannia instrumentariiu ta alhorytmiv korehuvannia selektsiinykh prohram po kukurudzi [Development of tools and algorithms for correcting breeding programs for corn]. *Selektsiia i nasinnytstvo – Breeding and seed production,* 113, 77–84. https://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.134360 [in Ukrainian].
21. Lavrynenko, Yu. O., Marchenko, T. Yu., Nuzhna, M. V., Bodenko, N. A. (2018). Modeli hibrydiv kukurudzy FAO 150–490 dlia umov zroshennia. [Models of maize hybrids FAO 150–490 for irrigation conditions]. *Plant Varieties Studying and Protection,* 14(1), 58–64. https://doi.org/10.21498/2518–1017.14.1.2018.126508 [in Ukrainian].

Скакун В.М., Марченко Т.Ю. Структура врожаю гібридів кукурудзи залежно від елементів агротехнології

Мета. Удосконалення агротехнічних заходів технології вирощування нових вітчизняних гібридів кукурудзи в умовах Центрального Лісостепу України, в тому числі визначення показників структури качана, що впливають на продуктивність рослин гібридів кукурудзи різних груп ФАО. **Методи.** Двофакторний польовий дослід, методи математичної статистики. **Результати**. Актуальним напрямом сучасного аграрного виробництва є вирощування гібридів кукурудзи різних груп ФАО, що адаптовані до ґрунтово-кліматичних умов певної зони України. Об'єктом досліджень слугували процеси формування структури урожайності у новостворених вітчизняних гібридів: Зедан 26 (ФАО 240), Зедан 26 (ФАО 240) та Зедан 28 (ФАО 260). У гібридів кукурудзи середнє значення кількість зерен у ряді була у гібриду Зедан 26 – 38,9 шт., у гібриду Зедан 28 – 41,9 шт., у гібриду Зедан 32 – 44,9 шт. Максимальні показники кількості зерен у ряді качана кукурудзи від 42,3 до 48,4 шт. була на варіантах густоти рослин 70 тис. рослин/га. Максимальне значення довжини качана відзначили у гібриду Зедан 32 – 18,8 см. Максимальне значення довжини качана спостерігалось за густоти рослин 70 тис. росл./га від 17,3 до 19,0 см. Найбільшою озерненою довжиною качанів (у середньому за густотою) характеризується середньостиглий гібрид Зедан 32 (18,2 см). Показник діаметру качанів гібридів під впливом густоти рослин змінювались неоднаково, але спостерігалась тенденція збільшення його розмірів за густоти рослин 70 тис. росл./га на 0,6–1,5 см в порівняні з густотою 100 тис. росл./га. Важливою ознакою зернової продуктивності кукурудзи є маса зерна з качана. Найбільш сприятливі умови для росту та розвитку рослин, а як наслідок і формування максимальних показників маси зерна з качана у досліді формувались на варіанті з густотою 70 тис. росл./га і становили відповідно 153,8 г. у Зедан 26, 169,7 – у Зедан 28, 202,9 г – у Зедан 32. Встановлено, що довжина качана озернена позитивно корелює на високому рівні значущості у гібрида Зедан 32. Коефіцієнт кореляції становив 0,711, що вказує можливості підвищення урожайності зерна за збільшення озерненості качана. У гібриду Зедан 26 найбільша урожайність прогнозується за довжини качана 16,9–17,9 см. У гібриду Зедан 28 максимальний прояв урожайності зерна зафіксований за довжини качана озерненої в межах 16,0–16,5 см. Встановлені параметри показників структури качана, що впливають на продуктивність рослин гібридів кукурудзи різних груп ФАО (240–320) та інтенсивності, за варіювання щільності ценозу від 70 до 100 тис. рослин

на гектарі посіву. **Висновки.** Встановлено, що досліджувані елементи структури продуктивності качана мали залежність від генотипу гібриду та варіантів технології вирощування і для реалізації генотипового потенціалу необхідно встановлювати індивідуальну реакцію на технологічні заходи. Гібрид кукурудзи інтенсивного типу Зедан 32 мав високу лінійну кореляцію урожайності зерна і маси качана (r=0,635). Проте, максимум урожайності був на рівні 170–190 г зерна з качана. Підвищення маси зерна качана понад цих параметрів прогнозувало зменшення продуктивності посіву. Конфлікт індивідуальної продуктивності рослини і продуктивності посіву був спричинений щільністю ценозу, що вимагає встановлення експериментальним шляхом оптимуму густоти рослин в посіві. Гібриди кукурудзи Зедан 28 та Зедан 26 мали певні обмеження індивідуальної продуктивності рослин для реалізації потенційної продуктивності посіву. Підвищення маси зерна з качана понад 160 г може призводити до різкого падіння урожайності зерна. У цих гібридів підвищення маси зерна з качана агротехнічними заходами (за рахунок зменшення густоти рослин) призводить до різкого зменшення урожайності зерна. Особливістю цих гібридів є генотипова складова, що дозволяє їх вирощування за високої щільності ценозу. Для отримання максимальної урожайності кожного гібрида в умовах Центрального Степу України необхідно враховувати особливості їх реакції на щільність ценозу посівів.

Ключові слова: кукурудза, гібрид, густота рослин, довжина качана, довжина качана озернена, кількість зерен у ряді, маса зерна з качана, урожайність.

Skakun V.M., Marchenko T.Yu. Structure of yield of corn hybrids depending on elements of agrotechnology

The purpose. Improvement of agrotechnical measures of the technology of growing new domestic hybrids of corn in the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine, including the determination of indicators of the structure of the cob, which affect the productivity of plants of corn hybrids of different FAO groups. **Methods.** Two-factor field experiment, methods of mathematical statistics. **Results.** The current direction of modern agricultural production is the cultivation of corn hybrids of various FAO groups, which are adapted to the soil and climatic conditions of a certain zone of Ukraine. The object of research was the formation of the yield structure in newly created domestic hybrids: Zedan 26 (FAO 240), Zedan 26 (FAO 240) and Zedan 28 (FAO 260). Among corn hybrids, the average number of grains in a row was 38.9 pcs. in the Zedan 26 hybrid, 41.9 pcs. in the Zedan 28 hybrid, and 44.9 pcs. in the Zedan 32 hybrid. The maximum indicators of the number of grains in a row of a corn cob are from 42.3 to 48.4 pcs. was on plant density variants of 70 thousand plants/ha. The maximum value of the cob length was noted in the hybrid Zedan 32 – 18.8 cm. The maximum value of the cob length was observed at a plant density of 70 thousand plants/ha from 17.3 to 19.0 cm. The largest seeded cob length (on average by density) is characterized by the mid-ripe hybrid Zedan 32 (18.2 cm). The indicator of the diameter of the cobs of hybrids under the influence of plant density varied unevenly, but there was a tendency to increase its size at a plant density of 70,000 plants/ha by 0.6–1.5 cm compared to a density of 100,000 plants/ha. An important feature of corn grain productivity is the mass of grain from the cob. The most favorable conditions for the growth and development of plants, and as a result, the formation of the maximum indicators of the mass of grain from the cob in the experiment were formed on the variant with a density of 70 thousand plants/ha and were, respectively, 153.8 g in Zedan 26, 169.7 - in Zedan 28, 202.9 g in Zedan 32. It was established that the length of the seeded cob is positively correlated at a high level of significance in the hybrid Zedan 32. The correlation coefficient was 0.711, which indicates the possibility of increasing grain yield by increasing the seeding of the cob. In the Zedan 26 hybrid, the highest yield is predicted for the cob length of 16.9–17.9 cm. In the Zedan 28 hybrid, the maximum manifestation of grain yield is recorded for the seeded cob length in the range of 16.0–16.5 cm. The set parameters of the cob structure indicators, which affect the productivity of corn hybrid plants of different FAO groups (240–320) and intensity, for varying the density of the cenosis from 70 to 100 thousand plants per hectare of sowing. **Conclusions.** It was established that the studied elements of the structure of the productivity of the cob depended on the genotype of the hybrid and variants of the growing technology, and to realize the genotypic potential, it is necessary to establish an individual reaction to technological measures. The Zedan 32 intensive type corn hybrid had a high linear correlation of grain yield and cob weight (r=0.635). However, the maximum yield was at the level of 170–190 g of grain from a cob. An increase in the mass of cob grain above these parameters predicted a decrease in crop productivity. The conflict between the individual productivity of the plant and the productivity of the crop was caused by the density of the cenosis, which requires the establishment of the optimum density of plants in the crop through experimentation. Maize hybrids Zedan 28 and Zedan 26 had certain limitations of individual plant productivity to realize potential crop productivity. An increase in the mass of grain from a cob over 160 g can lead to a sharp drop in grain yield. In these hybrids, increasing the mass of grain from the cob by agrotechnical measures (due to a decrease in plant density) leads to a sharp decrease in grain yield. The peculiarity of these hybrids is the genotypic component, which allows their cultivation at a high density of cenosis. To obtain the maximum yield of each hybrid in the conditions of the Central Steppe of Ukraine, it is necessary to take into account the peculiarities of their reaction to the density of the sowing cenosis.

Key words: corn, hybrid, plant density, length of cob, length of cob seeded, number of grains in a row, mass of grain per cob, productivity.

УДК 631.526.3/.527.5:575.1:633.111«324»
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.22

ОСОБЛИВОСТІ УСПАДКУВАННЯ ДОВЖИНИ ГОЛОВНОГО КОЛОСА ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ РІЗНИХ ЗА ВИСОТОЮ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

ФІЛІЦЬКА О.О. – здобувач ступеня доктора філософії
orcid.org/0000-0003-1544-0845
Білоцерківський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Дослідження характеру успадкування елементів продуктивності – одна з передумов успішної практичної селекційної роботи. Пошук шляхів удосконалення методів створення та реалізації генетичного потенціалу вихідного матеріалу є актуальним завданням як теоретичної складової, так і практичного спрямування селекційної роботи, вирішення якої потребує пошуку генетичних донорів господарсько цінних ознак та глибокого аналізу генетичних закономірностей їх успадкування за визначених схем гібридизації [1].

Створення нового вихідного матеріалу пшениці за поєднання в одному генотипі комплексу цінних господарських ознак батьківських форм, підвищить економічну ефективність вирощування культури та забезпечить високоякісним зерном харчову промисловість [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Стрімке зростання населення нашої планети ставить перед сільськогосподарським виробництвом і науковою спільнотою завдання, що полягає у суттєвому збільшенні валового виробництва продовольчих культур [3, 4]. Однією з основних сільськогосподарських культур, що поширена на всіх континентах земної кулі є пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) [5], яка користується постійним попитом на внутрішньому і зовнішньому ринках та належить до традиційних культур України [6].

Сорт, як носій цінних господарських та біологічних ознак і властивостей, є одним із найважливіших засобів збільшення врожайності сільськогосподарських культур. Основна мета селекційної роботи полягає в підвищенні продуктивності і якості продукції за рахунок покращення сортового складу та пристосованості до складних умов вирощування [7]. Сучасні сорти пшениці озимої можуть формувати врожайність зерна 10 т/га і більше, але в умовах виробництва реалізація складає близько 50 % через невідповідність їхнього адаптивного потенціалу умовам вирощування [8].

Підвищення урожайності зерна пшениці – складне завдання, яке потребує комплексного підходу [9]. Зростання продуктивності сучасних сортів пшениці робить надзвичайно актуальним для селекції визначення ролі окремих елементів структури врожайності та архітектоніки всієї частини стебла пшениці в формуванні врожаю зерна [10]. Ряд тих чи інших морфологічних ознак пшениці значною мірою визначають місце сорту в певному ареалі [11].

Розміри колоса та ознаки його продуктивності знаходяться під контролем багатьох генів, які локалізовані в різних групах зчеплення. В системі цілісного генотипу взаємодія цих генів створює широкий спектр типів успадкування ознак продуктивності та її складових [12]. Розміри колоса в конкретних умовах визначаються як сортовими відмінностями, так і гідротермічними умовами року [13, 14]. У різних генотипів пшениці довжина колосу має чіткий фенотиповий прояв, у зв'язку з чим вона є зручною і важливою ознакою в доборах на продуктивність [14, 15], яка добре успадковується [16] і є надійним компонентом селекційної роботи [17]. Встановлено, що процеси росту і розвитку колоса відіграють важливу роль у формуванні врожаю зерна пшениці [18, 19].

Довжина колоса пшениці озимої формується на III і IV етапах органогенезу. Дослідженнями підтверджено, чим більше сегментів формується на III етапі органогенезу, тим більше може бути члеників колосового стрижня, довшим буде колос із більшою кількістю колосків [20].

Селекційна робота визначається багатьма факторами, серед яких першочерговими є підбір батьківських пар гібридизації і створення нових генетичних джерел із високими показниками продуктивності, якості та адаптованості до біотичних і абіотичних факторів середовища [14]. Генетична мінливість, яка формується в гібридних популяціях – основне джерело для добору практично цінних біотипів [21].

Лімітуючим чинником реалізації генетичного потенціалу врожайності як найважливішої властивості сорту є вилягання рослин [22]. Залучення форм із генетично детермінованою редукцією висоти рослин до селекційних програм започаткувало так звану зелену революцію, яка дозволила істотно збільшити врожайність зерна пшениці [23].

Для селекційної практики досить важливо досліджувати детермінацію висоти рослин та елементів продуктивності, адже знання закономірностей їх успадкування за гібридизації дозволить ефективніше підбирати компоненти схрещування та отримувати попередню інформацію про можливий кінцевий результат уже з ранніх гібридних поколінь [22].

Мета дослідження. Вивчення характеру успадкування довжини головного колоса в F_1 за гібридизації різних за висотою сортів пшениці м'якої озимої.

Матеріали та методика досліджень. В умовах дослідного поля науково-виробничого центру Білоцерківського НАУ у 2019–2022 рр. досліджували 36 комбінацій схрещування, отриманих за гібридизації різних за висотою сортів пшениці м'якої озимої: низькорослі (66–80 см) – Білоцерківська напівкарликова (Б.Ц. н/к.), Сонечко, Смуглянка; середньорослі I групи (81–95 см) – Донська напівкарликова (Донська н/к.), Лісова пісня, Олеся, Колос Миронівщини (Колос Мир.); середньорослі II групи (96–110 см) – Столична, Писанка,

Відрада, Альбатрос одеський (Альбатрос од.); високорослі (111–125 см) – Одеська 267, Ластівка одеська (Ластівка од.), Пилипівка і Чародійка білоцерківська (Чародійка б. ц.).

Насіння F_1 висівали ручною сівалкою за схемою: материнська форма, гібрид, чоловіча форма. З гібридним поколінням працювали за методом педігрі. В період вегетації проводили фенологічні спостереження, після настання повної стиглості – біометричний аналіз [24]. Сівбу пшениці м'якої озимої проводили в останніх числах третьої декади вересня−початок жовтня. Агротехніка − загальноприйнята для лісостепової зони. Попередник – гірчиця на зерно.

Структурний аналіз проводили за середнім зразком 25 рослин у трикратній повторності, відповідно до загальноприйнятих методик [25]. Результати отриманих біометричних даних обчислювалися з використанням комп'ютерних програм Excel 2019 та «Statistica», версія 12.0 [26].

Ступінь фенотипового домінування (h_p) довжини головного колоса у F_1 визначали за B. Griffing [27]. Отримані дані групували за класифікацією G. M. Beil, R. E. Atkins [28]: позитивне наддомінування (гетерозис) $h_p > +1$; часткове позитивне домінування $+0,5 < h_p \leq + 1$; проміжне успадкування $–0,5 \leq h_p \leq +0,5$; часткове від'ємне успадкування $–1 \leq h_p < –0,5$; від'ємне наддомінування (депресія) $h_p < –1$.

Результати досліджень. За використання в якості материнського компонента схрещування низькорослих сортів, в середньому за 2020–2022 рр., довжина головного колоса батьківських форм, встановлена в межах від 7,0 см в низькорослого сорту Сонечко до 7,9 см – Лісова пісня (I група середньорослих). Максимальна середня по батьківських формах довжина колоса (7,8 см) сформована в 2021 р., дещо менша (7,5 см) – у 2022 р. Умови 2020 р. виявилися найменш сприятливими для формування ознаки – 7,0 см (табл. 1).

В умовах 2020 р. всі гібриди (7,3–9,7 см) перевищили за довжиною колоса вихідні форми. Більшу середньої по F_1 (8,2 см) довжину колоса формували: Білоцерківська напівкарликова / Лісова пісня (8,9 см), Білоцерківська напівкарликова / Альбатрос одеський (8,6 см), Білоцерківська напівкарликова / Столична (9,7 см).

В 2021 р,. за середньої довжини головного колоса по гібридах 9,4 см, у всіх комбінаціях схрещування встановлено більшу довжину колоса, порівняно з батьківськими формами. Перевищення над середнім по F_1 показником визначили в Білоцерківська напівкарликова / Лісова пісня (9,7 см), Білоцерківська напівкарликова / Столична (10,0 см), Білоцерківська напівкарликова / Відрада (9,9 см).

Довжина головного колоса гібридів пшениці озимої в умовах 2022 р. була в межах 7,9–9,7 см. Середній по F_1 показник (8,7 см) перевищили Білоцерківська напівкарликова / Столична та Білоцерківська напівкарликова / Відрада – 9,7 см.

Успадкування довжини головного колоса за гібридизації місцевого низькорослого ранньостиглого сорту Білоцерківська напівкарликова материнською формою (2020–2022 рр.) в усіх комбінаціях схрещування відбувалося за типом позитивного наддомінування – h_p = 1,4–61,0.

Таблиця 1

Довжина головного колоса (см) та ступінь фенотипового домінування F_1, отриманих за використання материнською формою низькорослих сортів

Сорт, гібрид	2020 р.		2021 р.		2022 р.	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	h_p	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	h_p	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	h_p
♀ низькорослі II групи / ♂ низькорослі II групи						
Б.ц. н/к.	6,7±0,06	-	7,4±0,07	-	7,0±0,07	-
Б.ц. н/к. / Сонечко	7,7±0,16	19,0	9,1±0,20	6,7	8,5±0,18	9,0
Сонечко	6,8±0,09	-	6,8±0,09	-	7,3±0,08	-
♀ низькорослі II групи / ♂ середньорослі I групи						
Б.ц. н/к. / Донська н/к.	7,7±0,20	3,0	9,4±0,13	4,0	7,9±0,22	5,0
Донська н/к.	7,2±0,10	-	8,2±0,10	-	7,3±0,08	-
Б.ц. н/к. / Лісова пісня	8,9±0,33	5,3	9,7±0,19	3,2	8,1±0,33	2,1
Лісова пісня	7,4±0,11	-	8,5±0,12	-	7,7±0,09	-
♀ низькорослі II групи / ♂ середньорослі II групи						
Б.ц. н/к. / Альбатрос од.	8,6±0,21	2,8	8,9±0,17	16,0	8,9±0,25	1,4
Альбатрос од.	7,7±0,13	-	7,2±0,09	-	8,6±0,11	-
Б.ц. н/к. / Столична	9,7±0,27	61,0	10,0±0,31	5,5	9,7±0,31	2,4
Столична	6,6±0,07	-	8,2±0,10	-	8,6±0,15	-
Б.ц. н/к. / Відрада	7,7±0,12	2,3	9,9±0,19	4,0	9,7±0,28	2,7
Відрада	7,3±0,08	-	8,4±0,15	-	7,0±0,07	-
♀ низькорослі II групи / ♂ високорослі I групи						
Б.ц. н/к. / Одеська 267	7,6±0,20	10,0	9,0±0,19	4,3	8,0±0,24	19,0
Одеська 267	6,5±0,05	-	8,0±0,11	-	7,1±0,10	-
Б.ц. н/к. / Пилипівка	7,3±0,60	5,0	9,3±0,18	37,0	8,5±0,22	29,0
Пилипівка	6,9±0,09	-	7,5±0,10	-	7,1±0,08	-

За використання в якості материнського компонента схрещування середньорослих сортів І групи нами встановлено певні відмінності формування довжини головного колоса у F_1 впродовж 2020–2022 рр. (табл. 2).

Так, у 2020 р. середня довжина головного колоса по досліджуваних гібридах склала 8,8 см, за мінливості від 7,8 до 9,8 см. Перевищення над середнім по F_1 встановлено в більшості комбінаціях, а саме: Лісова пісня / Смуглянка (9,1 см), Донська напівкарликова / Альбатрос одеський (9,7 см), Донська напівкарликова / Столична (9,8 см), Лісова пісня / Столична (9,2 см), Донська напівкарликова / Пилипівка (9,5 см), Лісова пісня / Одеська 267 (9,0 см), Лісова пісня / Пилипівка (9,3 см).

Умови 2021 р. виявилися більш сприятливими для формування довжини головного колоса в F_1. Середній показник по гібридах визначили на рівні 9,6 см, за варіювання від 8,9 до 11,0 см. Довший за середній колос по F_1 формувався у трьох із 13 комбінаціях схрещування: Лісова пісня / Смуглянка (11,0 см), Лісова пісня / Альбатрос одеський (10,5 см), Лісова пісня / Столична (9,9 см).

Довжина колоса F_1 у 2022 р. була найменшою, за середнього показника – 8,5 см, який перевищили комбінації схрещування Лісова пісня / Смуглянка (9,8 см), Лісова пісня / Альбатрос одеський (8,8 см), Лісова пісня / Столична (8,9 см), Донська н/к. / Пилипівка (8,9 см).

За використання в якості материнської цитоплазми сортів пшениці м'якої озимої, що належать до середньорослих І групи, успадкування довжини головного колосу проходило в більшості комбінацій схрещування за типом позитивного наддомінування. У 2022 р. два гібриди (Донська напівкарликова / Сонечко, Донська напівкарликова / Столична) детермінували ознаку за частковим позитивним домінуванням (h_p = 0,8), а Донська напівкарликова / Альбатрос одеський проміжним успадкуванням – h_p = 0,1.

При залученні до гібридизації середньорослих сортів І групи з високорослими, у всіх комбінаціях схрещування визначено позитивне наддомінування (h_p = 3,0–17,0).

Гібриди пшениці м'якої озимої у 2020 р. формували довжину головного колоса в межах 6,8–10,6 см, за середньої по досліду – 9,0 см і, за винятком Відрада / Пилипівка (6,8 см), перевищували показники вихідних форм. Більшою довжиною колоса, порівняно з середнім по F_1, характеризувалися Столична / Відрада (9,6 см), Писанка / Відрада (10,2 см), Альбатрос одеський / Пилипівка (9,6 см), Столична / Одеська 267 (10,1 см), Столична / Пилипівка (10,6 см) та Відрада / Одеська 267 (9,2 см) характеризувалися. (табл. 3).

В умовах 2021 р. F_1 характеризувалися більшою середньою довжиною колоса – 9,5 см, з варіюванням – 8,3–10,7 см. Перевищення над середнім показником по гібридах встановлено: Альбатрос одеський / Смуглянка (10,7 см), Альбатрос одеський / Столична (10,7 см), Альбатрос одеський / Відрада (9,7 см), Писанка / Відрада (9,6 см), Столична / Пилипівка (10,5 см).

Середня довжина головного колоса гібридів у 2022 р. становила 8,8 см, за варіабельності від 7,9 см до 10,2 см. Довший за середній по гібридах колос формували Альбатрос одеський / Смуглянка (8,9 см) та Альбатрос одеський / Столична (10,2 см).

Успадкування ознаки, за використання материнською формою середньорослих сортів ІІ групи, у більшості F_1 проходило за типом позитивного наддомінування – h_p = 1,5–71,0. У шести комбінацій схрещу-

Таблиця 2

Довжина головного колоса (см) та ступінь фенотипового домінування F_1, отриманих за використання материнською формою середньорослих сортів І групи

Сорт, гібрид	2020 р.		2021 р.		2022 р.	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	h_p	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	h_p	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	h_p
♀ середньорослі І групи / ♂ низькорослі ІІ групи						
Донська н/к. / Сонечко	7,8±0,15	4,0	9,3±0,15	2,6	8,1±0,21	0,8
Лісова пісня / Смуглянка	9,1±0,26	5,9	11,0±0,30	8,1	9,8±0,36	11,5
Смуглянка	6,7±0,07	-	7,8±0,09	-	7,3±0,08	-
♀ середньорослі І групи / ♂ середньорослі І групи						
Донська н/к. / Лісова пісня	8,1±0,33	8,0	9,3±0,16	6,3	8,1±0,23	3,0
♀ середньорослі І групи / ♂ середньорослі ІІ групи						
Донська н/к. / Альбатрос од.	9,7±0,43	9,0	9,4±0,15	1,2	8,0±0,17	0,1
Донська н/к. / Столична	9,8±0,41	9,7	9,6±0,28	1,4	8,5±0,28	0,8
Донська н/к. / Відрада	8,3±0,26	21,0	8,9±0,19	6,0	8,3±0,22	7,7
Лісова пісня / Альбатрос од.	8,4±0,19	5,7	10,5±0,23	4,1	8,8±0,33	1,4
Лісова пісня / Столична	9,2±0,28	5,5	9,9±0,21	10,3	8,9±0,24	1,5
Лісова пісня / Відрада	8,0±0,30	13,0	9,6±0,23	23,0	8,1±0,29	2,1
♀ середньорослі І групи / ♂ високорослі І групи						
Донська н/к. / Одеська 267	8,1±0,19	3,6	8,9±0,19	8,0	8,1±0,27	9,0
Донська н/к. / Пилипівка	9,5±0,42	16,3	9,0±0,15	3,3	8,9±0,20	17,0
Лісова пісня / Одеська 267	9,0±0,65	4,6	9,4±0,16	4,6	8,6±0,16	4,0
Лісова пісня / Пилипівка	9,3±0,69	8,6	9,5±0,13	3,0	8,6±0,20	4,0

Таблиця 3

Довжина головного колоса (см) та ступінь фенотипового домінування F_1, отриманих за використання в якості материнської форми середньорослих сортів II групи

Сорт, гібрид	2020 р.		2021 р.		2022 р.	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	h_p	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	h_p	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	h_p
♀ середньорослі II групи / ♂ низькорослі II групи						
Альбатрос од. / Смуглянка	8,4±0,49	2,4	10,7±0,18	10,7	8,9±0,30	1,5
♀ середньорослі II групи / ♂ середньорослі II групи						
Альбатрос од. / Столична	8,7±0,31	2,8	10,7±0,18	6,0	10,2±0,20	1,0
Альбатрос од. / Відрада	8,4±0,23	4,5	9,7±0,38	3,2	8,5±0,35	0,9
Столична / Писанка	8,5±0,46	8,5	8,4±0,27	0,2	7,9±0,41	-1,8
Писанка	7,0±0,09	-	8,2±0,12	-	8,1±0,08	-
Столична / Відрада	9,6±0,30	7,6	9,1±0,41	8,0	8,6±0,16	1,0
Писанка / Відрада	10,2±0,30	20,3	9,6±0,19	13,0	-	-
♀ середньорослі II групи / ♂ високорослі I групи						
Альбатрос од. / Одеська 267	8,4±0,19	2,2	9,1±0,41	3,8	8,6±0,57	1,0
Альбатрос од. / Пилипівка	9,6±0,34	5,8	9,2±0,40	12,3	8,8±0,23	
Столична / Одеська 267	10,1±0,47	71,0	9,2±0,25	11,0	8,5±0,23	0,9
Столична / Пилипівка	10,6±0.57	25,7	10,5±0,18	7,6	-	-
Відрада / Одеська 267	9,2±0,26	5,8	9,2±0,18	5,0	-	-
Відрада / Пилипівка	6,8±0,20	-1,5	8,3±0,14	0,8	-	-

Таблиця 4

Довжина головного колоса (см) та ступінь фенотипового домінування F_1, отриманих за використання в якості материнської форми високорослих сортів

Сорт, гібрид	2020 р.		2021 р.		2022 р.	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	h_p	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	h_p	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	h_p
♀ високорослі I групи / ♂ високорослі I групи						
Одеська 267	6,5±0,05	-	8,0±0,11	-	7,1±0,10	-
Одеська 267 / Пилипівка	6,9±0,21	1,0	7,8±0,43	0,2	8,0±0,32	0,9
Пилипівка	6,9±0,09	-	7,5±0,10	-	7,1±0,08	-
Одеська 267 / Ластівка од.	8,2±0,38	22,0	8,4±0,31	9,0	7,7±0,30	3,0
Ластівка од.	6,7±0,05	-	7,9±0,11	-	7,4±0,07	-
Пилипівка / Ластівка од.	8,8±0,30	20,0	8,8±0,27	5,5	8,3±0,37	7,0

вання спостерігалося часткове позитивне домінування (0,8–1,0), а Столична / Писанка в 2021 р. детермінувала ознаку за проміжним успадкуванням – h_p = 0,2. Від'ємне наддомінування (h_p = - 1,5) визначено в комбінації Відрада / Пилипівка у 2020 р.

За використання в гібридизації високорослих сортів, отримані гібриди у 2020 р сформували середню довжину колоса на рівні 8,0 см. За таких умов Одеська 267 / Ластівка одеська (8,2 см) та Пилипівка / Ластівка одеська (8,8 см) перевищили батьківські форми та середній по досліду показник (табл. 4).

У 2021 р. середній показник довжини головного колоса досліджуваних гібридів склав 8,3 см, за варіабельності 7,8–8,8 см. Перевищення середнього значення визначили у Одеська 267 / Ластівка одеська (8,4 см) та Пилипівка / Ластівка одеська (8,8 см).

Середня довжина головного колоса гібридів в 2022 р. була на рівні 8,0 см, за мінімального та максимального значення – 8,0 та 8,3 см відповідно. Більшу, порівняно з середньою, довжину головного колоса формував лише Пилипівка / Ластівка одеська – 8,3 см.

За гібридизації високорослих сортів, успадкування довжини головного колоса у F_1 Одеська 267 / Ластівка одеська (h_p = 3,0–22,0). та Пилипівка / Ластівка одеська (h_p = 5,5–20,0) відбувалось за позитивним наддомінуванням. В комбінації Одеська 267 / Пилипівка у 2020 та 2022 рр. встановлено часткове позитивне наддомінування, а у 2021 р. проміжне успадкування ознаки.

Висновки. Формування довжини головного колоса у гібридів пшениці м'якої озимої залежить як від підбору компонентів схрещування, так і умов року, суттєво впливаючи на показник ступеня фенотипового домінування, змінюючи тип успадкування. Найбільш поширеним типом успадкування довжини головного колоса в гібридів першого покоління, отриманих від схрещування різних за висотою сортів визначено позитивне наддомінування – 85,4 %.

За використання в якості материнської форми місцевих сортів, а саме низькорослого ранньостиглого Білоцерківська напівкарликова і середньорослого середньораннього Лісова пісня в більшості гібридів у 2020–2022 рр. формувались одні з найбільших показники (8,6–11,0 см) довжини головного колоса.

За гібридизації материнською формою низькорослого сорту Білоцерківська напівкарликова, середньорослих Донська напівкарликова, Лісова пісня з низькорослими, середньорослими II групи, високорослими I в переважній більшості успадкування довжини головного колоса у роки досліджень відбувалося за позитивним наддомінуванням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Моргун В. В., Рибалка О. І., Дубровна О. В. Генетичне поліпшення рослин: основні наукові досягнення та інноваційні розробки. *Фізіологія рослин і генетика.* 2021. Т. 53. № 2. С. 112–127.
2. Дубовик Н. С., Гуменюк О. В., Кириленко В. В. Довжина головного колоса у гібридів F_1 *Triticum aestivum* L., створених за участі носіїв пшенично-житніх транслокацій. *Миронівський вісник*. 2017. № 5. С. 56–69.
3. Foley J. A., Ramankutty N., Brauman K. A. et al. Solutions for a cultivated planet. *Nature*. 2011. Vol. 478. P. 337–342.
4. Tilman D., Balzer C., Hill J., Befort B. L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci*. USA. 2011. Vol. 108. P. 20260–20264.
5. Маслак О., Томашевська А. Ринок пшениці в Україні. *Агробізнес сьогодні*. 2016. №12(331). URL: http://www.agrobusiness.com.ua/ekonomichnyi-gektar/5671-rynok-pshenytsi-v-ukraiini-ta-sviti.html
6. Гречишкіна Т. А. Наукове обґрунтування напрямів оптимізації елементів технології вирощування пшениці озимої в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. № 97. С. 30–35.
7. Базалій В. В. Принципи адаптивної селекції озимої пшениці в зоні південного Степу: монографія. Херсон: Айлант, 2004. 244 с.
8. Литвиненко М. А. Тривалість вегетаційного періоду в зв'язку з урожайністю й посухостійкістю сортів озимої пшениці на півдні України. *Зб. наук. пр. СГІ.* 2004. Вип. 5(4). С. 91–104.
9. 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.
10. Гопцій В. О. Мінливість морфоанатомічних ознак колекційних зразків пшениці м'якої озимої різного еколого-географічного походження. *Перші наукові кроки–2019:* матеріали XIII Всеукраїн. наук.-практ. конф. студентів та молодих науковців, м. Кам'янець-Подільський, 2019. С. 292.
11. Базалій В. В., Козлова О. П., Домарацький Є. О. Вплив морфоструктурних ознак сортів пшениці озимої на ефективність доборів господарсько-цінних генотипів. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*: матеріали X міжнародної наукової конференції, 19 березня 2021 року. С. 5–8.
12. Швець О. А., Сухомлін Р. Є. Добір трансгресивних за продуктивністю колоса ліній пшениці м'якої озимої. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*: VI Міжнародна науково-практична конференція. 29–30 листопада 2022 р. Харків. С. 303–306.
13. Ващенко В. В. Мінливість і генетичний аналіз ознаки довжина колоса у рослин ячменю ярого. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. № 38. С. 182–186.
14. Лозінський М. В., Устинова Г. Л. Успадкування в F_1 і трансгресивна мінливість в F_2 довжини головного колосу за схрещування різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. *Агробіологія: збірник наукових праць.* 2020. № 2. С. 70–78.
15. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В. Формування довжини головного колоса в ліній пшениці озимої різного еколого-географічного походження. *Агробіологія.* 2013. № 11(104). С. 30–33.
16. Лихочвор В. В. Структура врожаю озимої пшениці: монографія. Львів: Українські технології, 1999. 200 с.
17. Жупина А. Ю., Базалій Г. Г., Усик Л. О., Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О. Успадкування довжини колоса гібридами пшениці озимої різного еколого-генетичного походження в умовах зрошення. *Аграрні інновації.* № 11. 2022. С. 74–82. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.10
18. Bancal P. Early development and enlargement of wheat floret primordial suggest a role of partitioning within spike to grain set. *Field Crops Res*. 2009. № 110. P. 44–53.
19. Жук О. Ріст і продуктивність колоса *Triticum aestivum* L. за різних умов мінерального живлення. *Modern Phytomorphology*. 2016. № 10. С. 111–116.
20. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Озима пшениця. Львів: НВФ «Українські технології», 2006. 216 с.
21. Sootaher J. K. et al. Assessment of genetic variability and heritability for grain yield and its associated traits in F_2 populations of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pure and applied biology*. 2020. № 9(1). P. 36–45.
22. Якимчук Р. А. Характер успадкування довжини стебла карликовими мутантами пшениці м'якої озимої, отриманими в зоні Чорнобильської АЕС. *Фізіологія рослин і генетика*. 2018. Т. 50. № 1. С. 46–58.
23. Maluszynski M., Szarejko I. Induced mutations in the green and gene revolution to the gene revolutions. Proceedings Intern. Cong. «*In the wake of the double helix: from the green revolution to the gene revolution*» (27—31 May 2005, Bologna, Italy). Bologna: Avenue media, 2005. P. 403–425.
24. Волкодав В. В. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні: Заг. част. *Охорона прав на сорти рослин*: Офіційний бюлетень. Київ: Алефа, 2003. Вип.1, ч. 3. 106 с.
25. Гопцій Т. І., Проскурін М. В. Генетико-статистичні методи в селекції: навч. посібник. Харків, 2003. 103 с.
26. Опря А. Т., Дорогань-Писаренко Л. О., Єгорова О. В., Кононенко Ж. А. Статистика: навчальний посібник. К. : Центр учбової літератури, 2014. 536 с.
27. Griffing B. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. Vol. 35. P. 303–321.
28. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. 1965. № 39. P. 3.

REFERENSES

1. Morhun, V.V., Rybalka, O.I., & Dubrovna, O.V. (2021). Henetychne polipshennia roslyn: osnovni naukovi dosiahnennia ta innovatsiini rozrobky [Genetic improve-

ment of plants: major scientific achievements and innovative developments]. *Plant physiology and genetics*, 2 (53), 112–127 [in Ukrainian].
2. Dubovyk, N.S., Humeniuk, O.V., & Kyrylenko V.V. (2017). Dovzhyna holovnoho kolosa u hibrydiv F_1 *Triticum aestivum* L., stvorenykh za uchasti nosiiv pshenychno-zhytnikh translokatsii [Length of the main spikelet in F_1 hybrids of *Triticum aestivum* L., created with the participation of carriers of wheat-rye translocations]. *Myronivka Bulletin*, 5, 56–69 [in Ukrainian].
3. Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A. et al. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478, 337–342 [in English].
4. Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B.L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 108, 20260– 20264 [in English].
5. Maslak, O., & Tomashevska, A. (2016). Rynok pshenytsi v Ukraini. [The wheat market in Ukraine]. URL: http://www.agrobusiness.com.ua/ekonomichnyi-gektar/5671-rynok-pshenytsi-v-ukraiini-ta-sviti.html [in Ukrainian].
6. Hrechyshkina, T.A. (2017). Naukove obgruntuvannia napriamiv optymizatsii elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi v umovakh pivdnia Ukrainy [Scientific substantiation of the directions for optimising the elements of winter wheat growing technology in the conditions of southern Ukraine]. *Taurian Scientific Herald*, 97, 30–35 [in Ukrainian].
7. Bazalii, V.V. (2004). *Pryntsypy adaptyvnoi selektsii ozymoi pshenytsi v zoni pivdennoho Stepu [Principles of adaptive breeding of winter wheat in the southern Steppe zone].* Herson: Ailant [in Ukrainian].
8. Lytvynenko, M.A. (2004). Tryvalist vehetatsiinoho periodu v zviazku z urozhainistiu i posukhostiikistiu sortiv ozymoi pshenytsi na pivdni Ukrainy [Length of growing season in relation to yield and drought tolerance of winter wheat varieties in southern Ukraine]. *Collection of scientific papers from the Institute of Breeding and Genetics*, 5(4), 91–104 [in Ukrainian].
9. Bahan, A.V., Yurchenko, S.O., & Shakalii, S.M. (2012). Minlyvist potomstva riznykh morfolohichnykh chastyn kolosa sortiv pshenytsi ozymoi za kilkisnymy oznakamy [Variability of progeny from different morphological parts of the ear of winter wheat varieties by quantitative traits]. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 4, 33–35 [in Ukrainian].
10. Hoptsii, V.O. (2019). Minlyvist morfoanatomichnykh oznak kolektsiinykh zrazkiv pshenytsi miakoi ozymoi riznoho ekoloho-heohrafichnoho pokhodzhennia. [Variability of morpho-anatomical characteristics in samples of soft winter wheat from different ecological and geographical origins]. *First scientific steps – 2019: materials of the XIII All-Ukrainian scientific and practical conference of students and young scientists*. Kamianets-Podilskyi. [in Ukrainian].
11. Bazalii, V.V., Kozlova, O.P., & Domaratskyi, Ye.O. (2021). Vplyv morfostrukturnykh oznak sortiv pshenytsi ozymoi na efektyvnist doboriv hospodarsko-tsinnykh henotypiv. [Influence of morphostructural characteristics of winter wheat varieties on the efficiency of selection of economically valuable genotypes]. *Breeding and Genetic Science and Education (Pariy Readings): Proceedings of the X International Scientific Conference*. Uman [in Ukrainian].
12. Shvets, O.A., & Sukhomlin, R.Ye. (2022). Dobir transhresyvnykh za produktyvnistiu kolosa liniii pshenytsi miakoi ozymoi [Selection of soft winter wheat lines transgressive in ear productivity]. *Scientific principles of increasing the efficiency of agricultural production. VI International Scientific and Practical Conference*. Kharkiv [in Ukrainian].
13. Vashchenko, V.V. (2010). Minlyvist i henetychnyi analiz oznaky dovzhyna kolosa u roslyn yachmeniu yaroho [Variability and genetic analysis of the ear length trait in spring barley plants]. *Bulletin of the Institute of Grain Farming*, 38, 182–186 [in Ukrainian].
14. Lozinskyi, M.V., & Ustynova, H.L. (2020). Uspadkuvannia v F_1 i transhresyvna minlyvist v F_2 dovzhyny holovnoho kolosu za skhreshchuvannia riznykh za skorostyhlistiu sortiv pshenytsi miakoi ozymoi [Inheritance in F_1 and transgressive variation in F_2 of main ear length in crosses of winter bread wheat varieties with different early maturity]. *Agrobiology*, 2, 70–78 [in Ukrainian].
15. Burdeniuk-Tarasevych, L.A., & Lozinskyi, M.V. (2013). Formuvannia dovzhyny holovnoho kolosa v linii pshenytsi ozymoi riznoho ekoloho-heohrafichnoho pokhodzhennia [Formation of main ear length in winter wheat lines of different ecological and geographical origin]. *Agrobiology*, 11(104), 30–33 [in Ukrainian].
16. Lykhochvor, V.V. (1999). *Struktura vrozhaiu ozymoi pshenytsi [Winter wheat crop structure].* Lviv: Ukrainian technologies [in Ukrainian].
17. Zhupyna, A.Yu., Bazalii, H.H., Usyk, L.O., Marchenko, T.Yu., & Lavrynenko, Yu.O. (2022). Uspadkuvannia dovzhyny kolosa hibrydamy pshenytsi ozymoi riznoho ekoloho-henetychnoho pokhodzhennia v umovakh zroshennia [Spike length inheritance in winter wheat hybrids of different ecological and genetic origin under irrigated conditions]. *Agrarian innovations*, 11, 74–82 https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.10 [in Ukrainian].
18. Bancal, P. (2009). Early development and enlargement of wheat floret primordial suggest a role of partitioning within spike to grain set. *Field Crops Res*, 110, 44–53
19. Zhuk, O. (2016). Rist i produktyvnist kolosa *Triticum aestivum* L. za riznykh umov mineralnoho zhyvlennia [Growth and productivity of *Triticum aestivum* L. ears under different conditions of mineral nutrition]. *Modern Phytomorphology*, 10, 111–116 [in Ukrainian].
20. Lykhochvor, V.V., & Prots, R.R. (2006). *Ozyma pshenytsia [Winter wheat].* Lviv: SPC «Ukrainian Technologies» [in Ukrainian].
21. Sootaher, J.K. et al. (2020). Assessment of genetic variability and heritability for grain yield and its associated traits in F_2 populations of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pure and applied biology*, 9(1), 36–45
22. Yakymchuk, R.A. (2018). Kharakter uspadkuvannia dovzhyny stebla karlykovymy mutantamy pshenytsi miakoi ozymoi, otrymanymy v zoni Chornobylskoi AES [Characteristics of stem length inheritance in dwarf winter wheat mutants obtained in the Chernobyl area]. *Plant Physiology and Genetics*, 1(50), 46–58 [in Ukrainian].
23. Maluszynski, M., & Szarejko, I. (2005). Induced mutations in the green and gene revolution to the gene revolutions. *Proceedings Intern. Cong. «In the wake of the double helix: from the green revolution to the gene revolution»*. Bologna: Avenue media, 403–425

24. Volkodav, V.V. (2003). *Metodyka derzhavnoho vyprobuvannia sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Okhorona prav na sorty roslyn [Methodology of State Testing of Plant Varieties for their Suitability for Marketing in Ukraine: General part. Protection of Plant Variety Rights: Official Bulletin].* Kyiv: Alefa [in Ukrainian].
25. Hoptsii, T.I., & Proskurin, M.V. (2003). *Henetyko-statystychni metody v selektsii [Genetic and statistical methods in breeding].* Kharkiv [in Ukrainian].
26. Opria, A.T., Dorohan-Pysarenko, L.O., Yehorova, O.V., & Kononenko, Zh.A. (2014). *Statystyka [Statistika].* Kyiv: Center of educational literature [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 of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*, 39, 3

Філіцька О.О. Особливості успадкування довжини головного колоса за гібридизації різних за висотою сортів пшениці м'якої озимої

Мета дослідження. Вивчення характеру успадкування довжини головного колоса в F_1 за гібридизації різних за висотою сортів пшениці м'якої озимої. **Методи**. В умовах дослідного поля науково-виробничого центру Білоцерківського НАУ у 2019−2022 рр. досліджували 36 комбінацій схрещування, отриманих за гібридизації різних за висотою сортів пшениці м'якої озимої: низькорослі (66−80 см) − Білоцерківська напівкарликова (Б.Ц. н/к.), Сонечко, Смуглянка; середньорослі I групи (81−95 см) – Донська напівкарликова (Донська н/к.), Лісова пісня, Олеся, Колос Миронівщини (Колос Мир.); середньорослі II групи (96−110 см) − Столична, Писанка, Відрада, Альбатрос одеський (Альбатрос од.); високорослі (111−125 см) – Одеська 267, Ластівка одеська (Ластівка од.), Пилипівка і Чародійка білоцерківська (Чародійка б. ц.).

Насіння F_1 висівали ручною сівалкою за схемою: материнська форма, гібрид, чоловіча форма. З гібридним поколінням працювали за методом педігрі Структурний аналіз проводили за середнім зразком 25 рослин у трикратній повторності, відповідно до загальноприйнятих методик. Ступінь фенотипового домінування (h_p) довжини головного колоса у F_1 визначали за B. Griffing (1950). Отримані дані групували за класифікацією G. M. Beil, R. E. Atkins (1965). **Результати.** За використання в якості материнської форми місцевих сортів, а саме низькорослого ранньостиглого Білоцерківська напівкарликова і середньорослого середньораннього Лісова пісня в більшості гібридів у 2020–2022 рр. формувались одні з найбільших показники (8,6–11,0 см) довжини головного колоса. За гібридизації материнською формою низькорослого сорту Білоцерківська напівкарликова, середньорослих Донська напівкарликова, Лісова пісня з низькорослими, середньорослими II групи, високорослими I в переважній більшості успадкування довжини головного колоса у роки досліджень відбувалося за позитивним наддомінуванням. **Висновки.** Формування довжини головного колоса у гібридів пшениці м'якої озимої залежить як від підбору компонентів схрещування, так і умов року, суттєво впливаючи на показник ступеня фенотипового домінування, змінюючи тип успадкування. Найбільш поширеним типом успадкування довжини головного колоса в гібридів першого покоління, отриманих від схрещування різних за висотою сортів визначено позитивне наддомінування – 85,4 %.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, батьківські форми, гібриди, успадкування, ступінь фенотипового домінування, довжина головного колоса.

Filitska O.O. Peculiarities of the inheritance of the length of the main spike in hybridisation of varieties of different height of soft winter wheat

Purpose. To study the character of inheritance of the length of the main spike in F_1 in hybridisation of varieties of soft winter wheat of different height. **Methods.** In the experimental field of the Research and Production Centre of Bila Tserkva NAU in 2019–2022, 36 cross combinations obtained by hybridisation of different varieties of soft winter wheat were studied: short-growing (66–80 cm) – Bila Tserkva semi-dwarf, Sonechko, Smuglyanka; medium-growing group I (81–95 cm) – Donska semi-dwarf, Lisova Pisnya, Olesia, Kolos Myronivshchyny; medium of group II (96–110 cm) – Stolychna, Pysanka, Vidrada, Albatross Odeskyi; tall (111–125 cm) – Odeska 267, Lastivka Odeska, Pylypivka and Charodiyka Bilotserkivska. The F_1 seeds were sown with a manual sowing machine according to the scheme: mother form, hybrid form, male form. The hybrid generation was treated by the pedigree method. Structural analysis was carried out on an average sample of 25 plants in triplicate according to generally accepted methods. The degree of phenotypic dominance (h_p) of the length of the main spike in F_1 was determined according to B. Griffing (1950). The data obtained were grouped according to the classification of G. M. Beil, R. E. Atkins (1965). **Results.** When local varieties, namely short-growing early maturing Bilotserkivska semi-dwarf and medium early maturing Lisova Pisnia, were used as maternal form, most of the 2020–2022 hybrids had one of the highest values (8.6–11.0 cm) of main ear length. In the hybridisation of the maternal form of the undersized varieties Bilotserkivska semi-dwarf, medium Donska semi-dwarf, Lisova Pisnia with short-growing, medium of group II, tall of group I, the inheritance of the length of the main spike during the research years was mostly positive dominance. **Conclusions.** The formation of the length of the main spike in winter bread wheat hybrids depends on the selection of crossing components and the conditions of the year, which significantly affect the degree of phenotypic dominance, changing the type of inheritance. The most common type of inheritance of the main spike length in the first generation hybrids obtained by crossing varieties of different heights was positive superdominance – 85.4 %.

Key words: Soft winter wheat, parental forms, hybrids, inheritance, degree of phenotypic dominance, main ear length.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

БЄЛОВ Я.В. 60
БІДНИНА І.О. 11
БІДНИНА І.О. 5
БІЛЯВСЬКА Л.Г. 117
БОНДАРЕВА О.Б. 104
БОРОВИК В.О. 11, 85
БОРОВИК В.О. 5
БОЯРКІНА Л.В. 11, 85
БОЯРКІНА Л.В. 5
БУТРИМ О.В. 24
ВІНЮКОВ О.О. 104
ВОЖЕГОВА Р.А. 11, 85, 94
ГАВРИШ С.Л. 104
ГОРЩАР В.І. 110
ГУЛЕНКО О.І. 18
ЄГОРОВА Т.М. 24
КАЛІЛЕЙ В.В. 18
КАРАУЛОВ В.Д. 31
КОВАЛЬОВ М.М. 38
КОНОВАЛОВА В.М. 94
КОСТЕНКО Р.В. 49
КУЛИК М.І. 117
КУЧЕР І.П. 44
ЛІННІК З.П. 126
МАРЧЕНКО Т. Ю. 135
МІЛЕНКО О.Г. 49
НАЗАРЕНКО М.М. 110
НЕВКРИТИЙ М.М. 49
ПАНФІЛОВА А.В. 54, 60
ПІЛЯРСЬКА О.О. 94
ПЛІШКО О.В. 49
РАДЧЕНКО М.В. 66
РИТЧЕНКО А.В. 117
РОЖКО І.І. 117
СІДАШ А.А. 49
СКАКУН В. М. 135
ТИЩЕНКО А.В. 94
ТИЩЕНКО О.Д. 94
ТОПОЛЬНИЙ Ф.П. 38
ТРИКІНА Н.М. 38
ФІЛІЦЬКА О.О. 143
ФУНДИРАТ К.С. 94
ФУРМАНЕЦЬ О.А. 80
ШАБЛЯ О.С. 11
ШАБЛЯ О.С. 5
ШАРІЙ В.О. 11
ШАРІЙ В.О. 5
ЮРАСОВ С.М. 31
DIDUR I.M. 70
MAZUR O.V. 70
TKACHUK O.P. 70

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України є провідною науково-дослідною установою Півдня України, яка працює над виконанням фундаментальних і прикладних завдань державних науково-технічних програм у галузі зрошуваного та неполивного землеробства, насінництва, рослинництва, захисту рослин, агрохімії, меліорації, механізації та економіки.





СТВОРЮЄМО:

– кращі гібриди кукурудзи, сорти пшениці озимої, сої, помідорів, люцерни та багаторічних трав;
– новітні системи зрошуваного й неполивного землеробства відповідно до спеціалізації господарств;
– елементи раціонального природокористування, збереження родючості ґрунтів і навколишнього середовища за рахунок науково обґрунтованої структури посівних площ, системи сівозмін різної спеціалізації, ґрунтозахисних, енергозберігаючих способів обробітку ґрунту для сільськогосподарських угідь.





ПРОПОНУЄМО:

– широкий асортимент високоякісного насіння сільськогосподарських культур власної селекції та селекції провідних селекційних центрів, адаптованого до умов вирощування на зрошуваних і неполивних землях;
– агрохімічний аналіз ґрунту та технологічні аналізи зерна пшениці, рису, проса, ячменю й інших сільськогосподарських культур (вологість, засміченість, натура, вміст сирої клітковини, хлібопекарські якості борошна, склоподібність, маса 1000 насінин);
– консультації з відбору зразків ґрунту, води, сільськогосподарської продукції для аналізу;
– рекомендації з використання добрив під сільськогосподарські культури;
– консультативно-методичні послуги з питань вирощування основних сільськогосподарських культур.

Запрошуємо всіх бажаючих до співпраці з метою створення міцного науково обґрунтованого фундаменту для розвитку систем зрошуваного й неполивного землеробства у степовій зоні України!

ІНСТИТУТ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
67667, Україна, Одеська область, Одеський район,
смт. Хліборадське, вул. Маяцька дорога, 24
e mail: icsanaas@ukr.net

Наукове видання

АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

Випуск 16

Відповідальний секретар – Грановська Л.М.

Підписано до друку 29.12.2022 р. Формат 60×84 1/8.
Папір офсетний. Гарнітура Arial. Цифровий друк.
Умовно друк. арк. 17,67. Наклад 300. Зам. № 0123/066
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.