АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

№ 15

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 № 5 від 28.10.2022 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;
Коковіхін С.В., доктор сільськогосподарських наук, професор;
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

Біднина І.О., Вожегова Р.А., Лиховид П.В. Агромеліоративна оцінка стану темно-каштанового ґрунту в семипільній сівозміні за різних систем удобрення культур при зрошенні мінералізованою водою…… 5

Білоусова З.В., Кліпакова Ю.О., Кенєва В.А. Влив допосівної обробки насіння на активацію первинних ростових процесів у рослинах пшениці озимої……15

Говенько Р.В., Антал Т.В. Продуктивність кукурудзи залежно від виду азотних добрив, позакореневого підживлення та погодних умов…… 22

Господаренко Г.М., Мусієнко Л.А. Поживний режим ґрунту під сочевицею залежно від удобрення……30

Горщар В.І., Назаренко М.М. Депресивні наслідки дії нітрозоалкілсечовин у першому поколінні пшениці озимої……34

Коршевнюк С.П. Формування якісних показників зерна сочевиці залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень……40

Лемішко С.М., Черних С.А., Ярчук І.І. Підвищення прояву ефекту симбіотичної азотфіксації гороху та продуктивності посівів за застосування регуляторів росту, препаратів азотфіксуючих бактерій та органічних біостимуляторів в умовах Північного Степу України……47

Сімченко О.О., Назаренко М.М. Формування продуктивності у фундука в залежності від активності фотосинтезу…… 53

Цилюрик О.І., Іжболдін О.О., Сологуб І.М. Вплив стимуляторів росту рослин на біометричні показники та урожайність кукурудзи в Північному Степу…… 59

Швець О.М. Генезис та комплексна діагностика чорноземних ґрунтів Лісостепу України……67

Юрченко С.О., Баган А.В., Шакалій С.М. Вплив стимуляторів росту на укорінення лаванди вузьколистої для садово-паркового вирощування……73

СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО…… 78

Алєксєєнко Є.В., Кірчук Є.В. Селекційна цінність донорів стійкості пшениці м'якої озимої до бурої іржі в умовах півдня України……78

Вожегова Р.А., Коковіхіна О.С. Продуктивність насіння сої залежно від сортового складу, удобрення та захисту рослин за вирощування на зрошуваних землях Південного Степу України…… 83

Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Гальченко Н.М. Оцінка посухостійкості популяцій люцерни за насіннєвого використання в рік сівби……89

Гаврилюк В.М., Коваленко Н.П., Кривенко А.І., Орехівський В.Д., Вакуленко В.В. Ефективність вирощування високопродуктивних гібридів кукурудзи з підвищеним адаптивним потенціалом до несприятливих умов довкілля……97

Димитров С.Г. Ефект симбіозу грибів і бактерій з кореневою системою рослин соняшнику однорічного *Helianthus annuus* L.……104

Кулик М.І., Білявська Л.Г., Сиплива Н.О., Улізько П.М., Гайдай А.О. Мінливість елементів індивідуальної продуктивності та врожайності зерна гібридів кукурудзи……111

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО……120

Філіцька О. О., Лозінський М. В. Вплив метеорологічних умов і генотипу на формування порядкових міжвузлів головного стебла в різних за висотою сортів пшениці м'якої озимої……120

Базиленко Є. О., Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю.О. Прояв і мінливість ознаки «кількість бобів на продуктивних вузлах рослини» у гібридів та сортів сої різних груп стиглості……128

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК……134

CONTENTS

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

Bidnyna I.O., Vozhehova R.A., Lykhovyd P.V. Agromeliorative assessment of the conditions of the dark-chestnut soil in the seven-field crop rotation at different fertilization systems under irrigation with mineralized water.....5

Bilousova Z.V., Klipakova Yu.O., Keneva V.A. Influence of pre-sowing seed treatment on the activation of the primary growth processes in winter wheat.....15

Govenko R.V., Antal T.V. Corn productivity depending on kind of nitrogen fertilizers, foliar dressing and weather conditions.....22

Hospodarenko G.M., Musiienko L.A. Nutrient regime of the soil under lentils depending on the fertilizer.....30

Horshchar V.I., Nazarenko M.M. Depressive effects of nitrosoalkylureas at the winter wheat first generation.....34

Korshevnyuk S.P. Formation of quality indicators of lentil grain depending on pre-sowing seed treatment and foliar fertilization.....40

Lemishko S.M., Chernykh S.A., Yarchuk I.I. Increasing the manifestation of the effect of symbiotic nitrogen fixation of peas and the productivity of crops using growth regulators, preparations of nitrogen-fixing bacteria and organic biostimulators in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine.....47

Simchenko O.O., Nazarenko M.M. The formation of productivity for hazelnut depending on the activity of photosynthesis.....53

Tsyliuryk O.I., Izhboldin O.O., Sologub I.M. Effect of plant growth stimulants on biometric parameters and yield of corn in the Northern Steppe.....59

Shvets O.M. Genesis and comprehensive diagnosis of black earth soils of the Forest-Steppe of Ukraine.....67

Yurchenko S.O., Bahan A.V., Shakalii S.M. The influence of growth stimulants on the rooting of narrow-leaved lavender for garden and park cultivation.....73

BREEDING, SEED PRODUCTION.....78

Alieksieienko E.V., Kirchuk E.I. The value of some donors of resistance to leaf rust for breeding bead winter wheat in the conditions of southern Ukraine.....79

Vozhehova R.A., Kokovikhina O.S. Soybean seed productivity depending on varietal composition, fertilization and plant protection for growing on irrigated lands of the Southern Steppe of Ukraine.....82

Vozhehova R.A., Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Piliarska O.O., Fundyrat K.S., Halchenko N.M. Estimation of drought resistance of alfalfa populations by seed use in the year of sowing.....89

Gavrylyuk V.M., Kovalenko N.P., Kryvenko A.I., Orekhivskyi V.D., Vakulenko V.V. The efficiency of growing high-yielding corn hybrids with increased adaptive potential to adverse environmental conditions.....97

Dymytrov S.H. The effect of the symbiosis of fungi and bacteria with the sunflower (*Helianthus annuus*) root system.....104

Kulyk M.I., Biliavska, L.G., Syplyva N.A., Ulizko P.M., Gaidai A.A. Variability of elements of individual productivity and grain yield of maize hybrids.....111

PAGE OF A YOUNG SCIENTIST.....120

Filitska O.O., Lozinskyi M.V. Influence of meteorological conditions and genotype on the formation of ordinal internodes of the main stem in different in heights varieties of soft winter wheat.....120

Basilenko E. O., Marchenko T. Yu., Lavrynenko Yu. O. Manifestation and variability of the trait “number of beans on the productive nodes of the plant” in hybrids and soybean varieties of different maturity groups.....128

AUTHOR INDEX.....134

МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО

УДК 631.4: 631.6 (477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.1

АГРОМЕЛІОРАТИВНА ОЦІНКА СТАНУ ТЕМНО-КАШТАНОВОГО ҐРУНТУ В СЕМИПІЛЬНІЙ СІВОЗМІНІ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ КУЛЬТУР ПРИ ЗРОШЕННІ МІНЕРАЛІЗОВАНОЮ ВОДОЮ

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
ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік
Національної академії аграрних наук України, в.о. директора
orcid.org/0000-0002-3895-5633
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
ЛИХОВИД П.В. – кандидат сільськогосподарських наук, докторант
orcid.org/0000-0002-0314-7644
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Збереження родючості ґрунтів в умовах інтенсифікації землеробства на тлі стрімких змін клімату та удосконалення техніко-технологічного оснащення агропромислового комплексу поряд зі зростаючими вимогами до токсико-екологічної якості продукції рослинництва є одним із найбільш складних викликів сьогодення для аграрної науки та практики, що вимагає комплексного підходу до вирішення.

Ґрунт є одним із основних незамінних засобів сільськогосподарського виробництва, є дуже вразливим до негативного впливу природних і антропогенних факторів і, хоча і здатний до самовідтворення, останній процес є надзвичайно тривалим у часі, а під тиском ірраціонального господарювання інколи він стає взагалі неможливим, внаслідок чого спостерігається всесвітня деградація ґрунтових ресурсів, додатково посилена негативним впливом природних чинників, особливо, змінами клімату [1]. Ґрунти втрачають родючість і цінні господарські властивості внаслідок дії на них цілої низки факторів абіотичного та біотичного походження, які викликають втрати гумусу та зниження біологічної доступності поживних речовин для рослин, зниження біологічної активності корисної ґрунтової мікрофлори, переущільнення, запливання, підтоплення, підлуження, тощо. Одним із вагомих факторів втрати родючості ґрунтів та зниження продуктивності сільськогосподарських угідь є вторинне (пов'язане з антропогенною активністю, зокрема, зі зрошенням) засолення та осолонцювання, комбінований вплив погіршення агромеліоративного стану ґрунтів і несприятливих погодних умов вегетаційного періоду внаслідок глобального потепління можуть перетворитися для низки чутливих культур на летальний, результуючи в практично повній втраті врожаю [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За окремими підрахунками, на сьогодні близько 10% площі земної поверхні, або 950 млн га земель, є засоленими в тій чи іншій мірі [3; 4]. Протидія подальшому соленакопиченню в ґрунтах планети для збереження їх родючості є важливим завданням сучасної аграрної науки, вирішення якого можливе лише за раціонального агромеліоративного моніторингу земель.

Агромеліоративний моніторинг є невід'ємною складовою раціонального ведення землеробства на зрошуваних і неполивних землях, особливо в умовах змін клімату та посилення антропогенного навантаження на природні агроекосистеми. Його результати є основою для розробки та вживання відповідних науково обґрунтованих заходів щодо рекультивації, захисту та попередження розвитку деградаційних процесів у ґрунтах.

Доведено, що клімат має одне з вирішальних значень у процесі акумуляції солей у верхніх шарах ґрунту. Наразі клімат-орієнтовані математичні моделі прогнозування меліоративного стану ґрунтів на тлі глобального потепління є суперечливими, але жодна з них не відкидає метеорологічні умови як основний фактор соленакопичення [5]. Невтішними є прогнози Yeo (1999), який, окрім безпосереднього негативного впливу зростання глобальної температури повітря на акумуляцію солей, вбачає додатковий негативний вплив у розширенні площ зрошуваних земель як вимушеного кроку подолання продовольчої кризи на тлі аридизації [6]. Подібну ідею висловили Eid et al. (1993) [7]. Втім, не варто спиратися тільки на негативні прогнози, оскільки, за окремими даними, сучасні тенденції до наростання середньорічної температури повітря в умовах дефіциту природного зволоження становлять найбільшу загрозу для гідроморфних ґрунтів, що знаходяться у посушливих регіонах планети, у той час як інші земельні масиви менше потерпатимуть від індукованої кліматичними змінами деторіорації меліоративного стану [8]. Крім того, значну роль відіграватиме топографічна конфігурація ґрунтових масивів, а також особливості динаміки та кругово-

роту вологи в річному циклі. Варто мати на увазі різні підходи до математичного моделювання процесів засолення у зв'язку з кліматичними змінами, різні набори та якість вхідних даних у таких моделях, різні індикатори оцінки засоленості ґрунтів, тощо, що неминуче відображатиметься на неоднорідності та несе певну невизначеність прогнозних розрахунків [9].

Крім того, сучасна наука має в арсеналі низку ефективних шляхів подолання та мінімізації негативного впливу акумуляції солей у поверхневому шарі ґрунту, наприклад, екологічно безпечним і економічно вигідним способом є фітомеліорація за рахунок впровадження у сівозміни культур-розсолювачів [10]. Ще одним методом поліпшення меліоративного стану та зменшення акумуляції солей у поверхневому шарі ґрунту є зрошення, втім, лише за умови високої якості поливної води [8]. Так звані «опріснюючі поливи» відомі вже багато десятиліть, і вони довели свою ефективність [11]. Проте у випадку проведення поливів мінералізованою водою ефект є прямо протилежним, оскільки це створює додатковий субстрат для розвитку вторинного засолення та осолонцювання, накопичення токсичних солей та погіршення фізико-хімічних, механічних і біологічних властивостей ґрунту, особливо у разі комбінації такого зрошення з ірраціональною агротехнологією, насамперед, обробітком ґрунту та удобренням [8, 12].

Варто зауважити, що вивчення меліоративного стану зрошуваних ґрунтів у часовій динаміці за окремими масивами, які характеризуються специфічним набором природних і технологічних умов ведення землеробства, є конче необхідним для кращого розуміння теорії процесів вторинного засолення та осолонцювання, а також для розробки та впровадження науково обґрунтованих заходів поліпшення меліоративного стану ґрунтів за конкретними зонами поширення деградаційних процесів, беручи до уваги їх інтенсивність та особливості в кожному окремому випадку [13]. До того ж, в теперішній час недостатньою мірою досліджено наукові й практичні аспекти динаміки формування агромеліоративного стану земель за умов довготривалого зрошення поливною водою різних класів якості. Тому дослідження багаторічної динаміки агромеліоративного стану зрошуваних темно-каштанових ґрунтів у зоні дії Інгулецької зрошувальної системи, де якість поливної води впродовж усіх років її існування є стабільно низькою, є актуальним і відкриває нові можливості для впровадження раціональних ґрунтоохоронних заходів на даному земельному масиві з метою зниження темпів деградації земельного покриву та збереження родючості та продуктивності ґрунтів.

Мета. Дослідження агромеліоративного стану зрошуваного темно-каштанового ґрунту в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи для розробки заходів зі збереження його родючості та попередження розвитку деградаційних процесів в умовах змін клімату.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проведені впродовж 2006–2020 рр. на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України у стаціонарному польовому досліді, який було закладено в 1971 р. на темно-каштановому середньо-суглинковому ґрунті. При розробці схеми досліду дотримувались принципу єдиної різниці, діапазону градацій факторів, який дозволяє визначити оптимальні параметри дії кожного фактору, та рекомендацій науково-дослідних установ України. Закладка польового досліду та його виконання проводились відповідно до методики польового досліду на зрошуваних землях Інституту зрошуваного землеробства НААН, а також різних Державних стандартів.

Дослід проводився у семипільній сівозміні з наступним чергуванням культур: люцерна 3-х років використання, пшениця озима, кукурудза на зерно, кукурудза на силос, пшениця озима за схемою, що наведена у таблиці 1.

Площа посівної ділянки 240 м^2, повторність – триразова.

Агротехніка вирощування культур сівозміни загальноприйнята для даної агрокліматичної зони. Мінеральні добрива (аміачна селітра, суперфосфат) вносяться під основний обробіток ґрунту. Поливи проводили машиною ДДА-100 МА водами Інгулецького зрошувального каналу.

Аналіз іонно-сольового складу водної витяжки ґрунту визначали за методом Гедройця; гранулометричний склад – за Качинським; вміст гумусу – за методом Тюріна; агрегатний склад – за Н.І. Саввінова в модифікації К.Е. Бурзі.

Результати досліджень. Мінералізація зрошувальної води упродовж 2006-2020 рр. коливалась у межах 1,147-1,808 г/дм^3, за хімічним складом вони відносилися до сульфатно-хлоридних магнієво-натрієвих за участю соди. У середньому за досліджувані роки вміст токсичних солей в еквівалентах хлору, що характеризує якість води за загрозою вторинного засолення ґрунту, становив 11,40-20,10 мекв/дм^3 та відноситься до II класу (обмежено придатна для зрошення). За небезпекою підлуження ґрунту, осолонцювання та токсичного впливу на рослини поливна вода також відноситься до цього ж класу якості. Величина pH води змінювалася в межах від 7,8 до 8,6. Відношення вмісту кальцію до натрію в іригаційній воді, що використовувалася у дослідах, коливалась в межах 0,20-0,45, що вказує на активність катіонів натрію. Відповідно ДСТУ 2730:2015 зрошувальна вода за небезпекою засолення, підлуження та осолонцювання належала до II-го класу якості – обмежено придатна для зрошення (Табл. 2).

Таблиця 1

Схема досліду

№ вар.	Варіант	Пшениця озима	Люцерна	Пшениця озима	Кукурудза на зерно	Кукурудза на силос
1	Без зрошення (без добрив) – контроль	-	-	-	-	-
2	Зрошення (без добрив)	-	-	-	-	-
3	Зрошення + добрива	$N_{120}P_{90}$	$N_{60}P_{100}K_{30}$	$N_{120}P_{90}$	$N_{150}P_{90}$	$N_{150}P_{90}$

В умовах Інгулецької зрошувальної системи проведення поливів слабомінералізованими водами з несприятливим співвідношенням одно- і двовалентних катіонів стало причиною значних змін абіотичних факторів і, як наслідок, порушення природного функціонування дернового процесу ґрунтоутворення, на який накладалися елементи солонцевого процесу за одночасного негативного впливу солей хлоридів, сульфатів натрію та магнію, які надходили зі зрошувальною водою.

Додаткова кількість вологи та солей викликали трансформацію водного і сольового режимів, унаслідок чого відбувалася зміна вмісту солей та їх іонного складу в ґрунтовому розчині зрошуваного ґрунту. Дослідження засвідчили, що тривале зрошення водами підвищеної мінералізації вело до акумуляції легкорозчинних солей у ґрунтовому розчині та детеріорації агромеліоративного стану досліджуваного темно-каштанового ґрунту.

Так, у 2006 р. сума солей в орному (0-30 см) шарі зрошуваних варіантів зростала на 0,011-0,013%, а в метровому – на 0,016-0,019% порівняно з незрошуваним ґрунтом; у 2010 р. – відповідно на 0,012-0,017% та 0,007-0,009%; 2015 р. – відповідно на 0,012-0,021 та 0,009-0,012%; 2020 р. – відповідно на 0,023- 0,025 та 0,011- 0,014% (Табл. 3).

Паралельно збільшенню загального вмісту солей зростав і вміст токсичних солей: в орному шарі – в 1,4-1,8 та в метровому – в 1,2-1,6 рази, відповідно. Спостереження за динамікою загальної суми солей показали, що їх уміст у метровому шарі зрошуваного ґрунту є стабільним (0,095-0,104%), характерними є сезонно-оборотні зміни, які обумовлені надходженням солей з поливною водою та їх подальшим вилуговуванням опадами в осінньо-зимовий період. Не зважаючи на встановлення псевдо рівноважного сольового режиму зрошуваного темно-каштанового ґрунту в ньому, порівняно з незрошуваним, в яких уміст загальної суми солей у метровому шарі коливався в межах 0,085-0,088%, спостерігалась трансформація якісного складу ґрунтового розчину, що визначалося іонно-сольовим складом зрошувальних вод, в яких містилося 40-65% іонів натрію від загальної суми катіонів.

Вміст кальцію в ґрунтовому розчині зрошуваних ґрунтів у роки досліджень зменшився на 0,04-0,20 мекв/100 г в орному шарі та на 0,07-0,13 мекв/100 г у метровому, що призвело до звуження відношення водорозчинних кальцію до натрію (показник інтенсивності процесу осолонцювання) в орному шарі; в 2006 р. з 2,08 до 0,52-0,77, 2010 р. – з 1,81 до 0,62-0,64 одиниць, 2015 р. – з 1,70 до 0,60-0,70 і в 2020 р. – з 1,84 до 0,72-0,78 одиниць, а в метровому шарі відповідно: в 2006 р. – з 1,04 до 0,43-0,71, 2010 р. – з 0,98 до 0,51-0,60, 2015 р. – з 1,10 до 0,50-0,60, в 2020 р. – з 1,27 до 0,51-0,60.

Таблиця 2

Оцінка якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи за агрономічними критеріями (період 2006-2020 рр.)

Середнє	Мінералізація, г/дм^3	pH	Концентрація токсичних іонів в еквівалентах Cl^-, мекв/дм^3	$\frac{100\ Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+}$	$\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$	$\frac{Ca^{2+}}{Na^+}$	Вміст іонів, мекв/дм^3			Клас води за небезпекою (ДСТУ 2730:2015)			
							CO_3^-	HCO_3^-	Cl^-	засо-лення	осолон-цювання	підлужніння	токсичного впливу на рослини
2006	1,425	8,6	17,74	54,8	1,8	0,29	0,19	2,59	9,40	II	II	II	III
2007	1,147	8,3	18,20	51,6	1,8	0,35	0,11	2,29	6,94	II	II	II	II
2008	1,580	8,2	20,10	63,7	1,8	0,20	1,16	2,86	10,34	II	II	II	II
2009	1,526	8,0	13,14	50,0	2,1	0,32	0,00	2,81	11,11	II	II	III	III
2010	1,775	8,1	14,05	50,1	2,1	0,32	0,00	2,32	11,56	II	II	II	II
2011	1,808	8,3	18,91	54,4	3,1	0,31	0,09	1,16	12,53	II	II	II	II
2012	1,599	7,9	14,08	49,0	2,6	0,29	0,00	1,08	12,01	II	II	II	II
2013	1,528	8,1	11,40	51,8	1,6	0,45	0,00	3,20	9,20	II	II	II	II
2014	1,565	8,3	13,76	58,2	1,8	0,35	0,13	3,17	10,24	II	II	II	II
2015	1,633	8,0	13,69	49,7	2,2	0,31	0,00	2,07	11,56	II	II	II	II
2016	1,596	8,2	15,46	51,2	1,9	0,33	0,15	2,99	10,27	II	II	II	II
2017	1,432	7,8	11,48	49,6	1,8	0,36	0,003	2,94	9,47	II	II	II	II
2018	1,661	7,9	13,36	49,6	1,7	0,38	0,00	3,59	10,98	II	II	II	II
2019	1,581	8,1	13,99	51,0	1,9	0,33	0,00	2,62	11,72	II	II	II	II
2020	1,489	8,0	12,90	52,2	1,6	0,37	0,00	2,96	11,05	II	II	II	II

Примітка: I клас – придатна для зрошення; II клас – обмежено придатна для зрошення; III клас – непридатна для зрошення

Таблиця 3

Динаміка іонно-сольового складу темно-каштанового ґрунту (період 2001-2020 рр.)

Рік досліджень	Шар ґрунту, см	Вміст іонів, мекв/100 г ґрунту							Сума солей, %		$\frac{Ca^{2+}}{Na^{+}}$
		CO_3^-	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	загальна	токсична	
Незрошуваний ґрунт без добрив											
2001	0-30	0,00	0,52	0,16	0,40	0,50	0,20	0,38	0,078	0,039	1,30
	0-100	0,00	0,68	0,20	0,40	0,49	0,29	0,50	0,091	0,051	1,00
2006	0-30	0,00	0,28	0,16	0,50	0,50	0,20	0,24	0,065	0,029	2,08
	0-100	0,00	0,52	0,16	0,50	0,50	0,20	0,48	0,085	0,045	1,04
2010	0-30	0,00	0,22	0,20	0,50	0,40	0,30	0,22	0,061	0,035	1,81
	0-100	0,00	0,44	0,24	0,57	0,48	0,28	0,49	0,088	0,051	0,98
2015	0-30	0,00	0,22	0,20	0,50	0,39	0,30	0,23	0,061	0,035	1,70
	0-100	0,00	0,47	0,27	0,57	0,50	0,28	0,47	0,087	0,050	1,10
2020	0-30	0,00	0,19	0,19	0,52	0,35	0,32	0,19	0,059	0,034	1,84
	0-100	0,00	0,43	0,29	0,59	0,52	0,29	0,41	0,088	0,049	1,27
Зрошуваний ґрунт без добрив											
2001	0-30	0,00	0,64	0,16	0,50	0,30	0,40	0,60	0,094	0,067	0,50
	0-100	0,00	0,76	0,21	0,64	0,30	0,26	1,05	0,121	0,087	0,30
2006	0-30	0,00	0,32	0,16	0,60	0,30	0,20	0,58	0,076	0,052	0,52
	0-100	0,00	0,63	0,16	0,65	0,37	0,20	0,87	0,104	0,071	0,43
2010	0-30	0,00	0,32	0,20	0,55	0,30	0,30	0,47	0,073	0,051	0,64
	0-100	0,00	0,54	0,24	0,57	0,36	0,29	0,70	0,095	0,066	0,51
2015	0-30	0,00	0,32	0,20	0,55	0,32	0,30	0,45	0,073	0,050	0,70
	0-100	0,00	0,54	0,24	0,57	0,37	0,29	0,69	0,096	0,065	0,50
2020	0-30	0,00	0,33	0,21	0,51	0,31	0,27	0,43	0,071	0,058	0,72
	0-100	0,00	0,56	0,25	0,55	0,33	0,32	0,65	0,095	0,073	0,51
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
Зрошуваний ґрунт + добрива											
2001	0-30	0,00	0,66	0,16	0,50	0,40	0,30	0,62	0,096	0,061	0,60
	0-100	0,00	0,71	0,16	0,58	0,35	0,27	0,83	0,106	0,073	0,40
2006	0-30	0,00	0,32	0,20	0,60	0,40	0,20	0,52	0,078	0,048	0,77
	0-100	0,00	0,54	0,21	0,67	0,43	0,26	0,73	0,101	0,063	0,71
2010	0-30	0,00	0,24	0,24	0,70	0,30	0,40	0,48	0,078	0,059	0,62
	0-100	0,00	0,46	0,26	0,68	0,40	0,33	0,67	0,097	0,067	0,60
2015	0-30	0,00	0,28	0,24	0,70	0,32	0,40	0,50	0,082	0,060	0,60
	0-100	0,00	0,48	0,26	0,68	0,41	0,33	0,68	0,099	0,067	0,60
2020	0-30	0,00	0,36	0,25	0,64	0,38	0,32	0,49	0,084	0,061	0,78
	0-100	0,00	0,49	0,28	0,73	0,39	0,30	0,65	0,101	0,059	0,60

Таблиця 4

Вплив тривалого зрошення і добрив на запаси солей в темно-каштановому ґрунті (період 2001–2020 рр.)

Рік досліджень	Шар ґрунту,	Запаси солей, т/га	
	см	загальних	токсичних
Не зрошуваний ґрунт без добрив			
2001	0-30	2,949	1,470
	0-100	12,740	7,140
2006	0-30	2,574	1,148
	0-100	11,900	6,300
2010	0-30	2,306	1,319
	0-100	12,320	7,140
2015	0-30	2,416	1,386
	0-100	12,180	7,000
2020	0-30	2,231	1,282
	0-100	12,320	6,860
Зрошуваний ґрунт без добрив			
2001	0-30	3,920	2,850
	0-100	16,848	12,700
2006	0-30	3,192	2,184
	0-100	15,600	10,650
2010	0-30	3,044	2,169
	0-100	13,228	9,634
2015	0-30	3,066	2,100
	0-100	14,400	9,750
2020	0-30	2,961	2,467
	0-100	13,228	10,656
Зрошуваний ґрунт + добрива			
2001	0-30	4,004	2,540
	0-100	15,268	10,51
2006	0-30	3,182	1,958
	0-100	14,544	9,072
2010	0-30	3,253	2,457
	0-100	13,972	9,646
2015	0-30	3,345	2,448
	0-100	14,256	9,648
2020	0-30	3,504	2,540
	0-100	14,548	8,494

Загальні запаси солей також збільшуються в зрошуваних ґрунтах, порівняно з незрошуваними, в орному шарі неудобрених варіантів збільшення в роки досліджень коливались в межах 0,618-0,971 т/га, в метровому шарі –0,980-4,108 т/га, а в удобрених – відповідно 0,608-1,273 та 1,652-2,644 т/га. Паралельно збільшенню загального вмісту солей зростає вміст токсичних солей: в неудобрених варіантах – 0,714-1,380 та 2,494-5,560 т/га, в удобрених – відповідно 0,810-1,258 та 1,634-3,370 т/га за досліджуваними шарами темно-каштанового ґрунту (Табл. 4).

Додатково встановлено залежність співвідношення кальцію і натрію в поливній воді і ґрунтовому розчині (Табл. 5).

Під впливом тривалого зрошення хімічний склад ґрунтового розчину темно-каштанового ґрунту змінився з гідрокарбонатно-сульфатного натрієво-кальцієвого на гідрокарбонатно-сульфатний кальцієво-натрієвий.

Вміст солей у ґрунті не перевищує класифікаційно значущих величин і відповідно до класифікації засоленості ґрунтів за ступенем і хімізмом засолення він є незасоленим. Внесення мінеральних добрив істотно не впливало на хімізм засолення ґрунтового розчину метрового шару ґрунту порівняно зі зрошуваним варіантом без добрив.

Внаслідок трансформації якісного складу ґрунтового розчину відбулися зміни в ґрунтово-поглинальному комплексі темно-каштанового ґрунту. Під впливом 40-річного зрошення в 0-30 см шарі, в порівнянні з незрошуваним, вміст обмінного кальцію зменшувався на 0,20-0,40 мекв/100 г ґрунту, під впливом 45-річного зрошення – відповідно на 0,10-0,30 мекв/100 г, 50-річного – відповідно на 0,12-0,20 мекв/100 г. Вміст магнію і натрію зростав під впливом 40-річного зрошення на 0,80 та 0,17-0,26 мекв/100 г, під впливом 45-річного – відповідно на 0,70-0,90 та 0,13-0,23 мекв/100 г, під впливом 50-річного зрошення – відповідно на 1,18-1,30 та 0,16-0,23 мекв/100 г, що обумовило зростання солонцюватості ґрунту (Табл. 6).

Спостереження за багаторічною динамікою рівня солонцюватості 0-30 см шару ґрунту показали, що

Таблиця 5

Динамічний ряд відношень кальцію до натрію в зрошуваній воді та ґрунтовому розчині (період 2006–2020 рр.)

Об'єкт досліджень	Шар ґрунту, см	Відношення Ca^{2+}:Na^{+} по роках досліджень														
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Зрошувальна вода	-	0,29 0,26-0,64	0,35 0,19-0,66	0,20 0,20-0,31	0,32 0,22-0,40	0,32 0,31-0,65	0,31 0,19-0,39	0,29 0,18-0,41	0,45 0,18-0,89	0,35 0,20-0,48	0,31 0,22-0,54	0,33 0,20-0,40	0,36 0,32-0,38	0,38 0,31-0,45	0,33 0,30-0,35	0,37 0,27-0,41
Зрошуваний ґрунт	0-30	0,52	0,61	0,35	0,71	0,62	0,68	0,33	0,31	0,50	0,65	0,61	0,74	0,63	0,72	0,75
	0-100	0,43	0,49	0,36	0,51	0,60	0,57	0,30	0,24	0,30	0,55	0,52	0,63	0,54	0,61	0,55

Примітка: чисельник – середнє за поливний сезон; знаменник – відхилення від середнього.

Таблиця 6

Динаміка обмінних катіонів темно-каштанового ґрунту залежно від тривалості зрошення

Варіант	Рік досліджень, тривалість зрошення	Шар ґрунту, см	Вміст обмінних катіонів, мекв/100 г ґрунту			Сума обмінних катіонів, мекв/100 г ґрунту	% від суми катіонів		
			Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}		Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}
Не зрошуваний ґрунт без добрив	2001 (31 рік)	0-30	13,80	4,80	0,30	18,90	73,02	25,40	1,59
	2006 (36 років)	0-30	13,20	4,80	0,30	18,30	72,13	26,23	1,64
	2010 (40 років)	0-30	12,40	4,60	0,30	17,30	71,68	26,59	1,73
	2015 (45 років)	0-30	12,20	4,60	0,35	17,15	71,14	26,82	2,04
	2020 (50 років)	0-30	12,50	4,70	0,38	17,58	71,10	26,73	2,16
Зрошуваний ґрунт без добрив	2001 (31 рік)	0-30	11,80	5,60	0,65	18,05	65,37	31,02	3,60
	2006 (36 років)	0-30	12,00	5,20	0,50	17,70	67,80	29,38	2,82
	2010 (40 років)	0-30	12,00	5,40	0,56	17,96	66,82	30,07	3,12
	2015 (45 років)	0-30	11,90	5,50	0,58	17,98	66,18	30,59	3,23
	2020 (50 років)	0-30	12,30	6,00	0,61	18,91	65,04	31,73	3,23
Зрошуваний ґрунт + добрива	2001 (31 рік)	0-30	12,20	5,20	0,65	18,05	67,59	28,81	3,60
	2006 (36 років)	0-30	12,40	4,80	0,45	17,65	70,25	27,20	2,55
	2010 (40 років)	0-30	12,20	5,40	0,47	18,07	67,52	29,88	2,60
	2015 (45 років)	0-30	12,10	5,30	0,48	17,88	67,67	29,64	2,68
	2020 (50 років)	0-30	12,38	5,88	0,54	18,80	65,85	31,28	2,87

Таблиця 7

Багаторічна динаміка рівня солонцюватості шару 0-30 ґрунту на кінець вегетації культур сівозміни (період 2011–2020 рр.)

Рік	Варіант											
	Не зрошуваний ґрунт без добрив				Зрошуваний ґрунт без добрив				Зрошуваний ґрунт + добрива			
	Na^+ мекв/ 100 г ґрунту	K^+ мекв/ 100 г ґрунту	$Na^+ + K^+$ % від суми основ	Ступінь солонцюва-тості*	Na^+ мекв/ 100 г ґрунту	K^+ мекв/ 100 г ґрунту	$Na^+ + K^+$ % від суми основ	Ступінь солонцюва-тості*	Na^+ мекв/ 100 г ґрунту	K^+ мекв/ 100 г ґрунту	$Na^+ + K^+$ % від суми основ	Ступінь солонцюва-тості*
2001	0,3	0,4	3,6	слабкий	0,65	0,6	6,7	середній	0,65	0,6	6,7	середній
2006	0,3	0,5	4,2	слабкий	0,5	0,7	6,5	середній	0,45	0,7	6,3	середній
2007	0,3	0,5	4,2	слабкий	0,45	0,7	6,1	середній	0,4	0,7	6,1	середній
2008	0,3	0,6	4,4	слабкий	0,5	0,6	5,8	слабкий	0,65	0,6	5,3	слабкий
2009	0,28	0,6	4,5	слабкий	0,65	0,6	6,7	середній	0,46	0,6	5,3	слабкий
2010	0,30	0,5	4,5	слабкий	0,56	0,6	6,2	середній	0,47	0,7	6,2	середній
2011	0,35	0,5	4,5	слабкий	0,58	0,6	6,2	середній	0,48	0,7	6,2	середній
2015	0,35	0,5	4,5	слабкий	0,58	0,6	6,2	середній	0,48	0,7	6,2	середній
2020	0,38	0,6	4,8	слабкий	0,61	0,7	6,7	середній	0,54	0,7	6,4	середній

* Примітка: згідно класифікації ДСТУ 3866-99.

Таблиця 8

Впив тривалого зрошення на структурний склад орного шару темно-каштанового ґрунту (середнє за період 2006–2020 рр.)

Розмір агрегатів, мм (вміст, %)								
>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
Не зрошуваний ґрунт без добрив								
30,98	8,58	5,96 0,38	9,23 4,16	9,8 2,96	14,16 3,66	9,2 5,0	7,07 17,86	5,07 65,98
Зрошуваний ґрунт без добрив								
34,97	10,0	7,21 0,84	7,87 1,06	6,58 0,62	11,48 1,20	6,38 6,34	7,80 18,0	7,71 71,94
Зрошуваний ґрунт + добрива								
32,27	9,10	7,15 0,72	8,20 1,30	8,75 0,86	13,79 1,30	6,84 7,36	6,98 19,12	6,92 69,34

Таблиця 9

Вплив тривалого зрошення на якісний склад структури орного шару темно-каштанового ґрунту, % (середнє за період 2006–2020 рр.)

Агрегованість ґрунту, сума агрегатів >0,25 мм	Дисперсність (розпиленість), сума агрегатів >0,25 мм	Брилуватість ґрунту, сума агрегатів		Мілкі фракції ґрунту, 0,25-1 мм	Агрономічно цінні фракції, 0,25-10, мм	Найбільш цінні фракції		Коефіцієнт структурності	Коефіцієнт водостійкості
		>10 мм	>5 мм			1-5 мм	1-3 мм		
Не зрошуваний ґрунт без добрив									
94,93 34,02	5,07 65,98	30,98	45,52	16,27 22,86	64,95 34,02	33,19 10,78	23,96 6,62	1,80	0,36
Зрошуваний ґрунт без добрив									
92,29 28,06	7,71 71,94	34,97	52,18	14,18 24,34	57,32 28,06	25,93 2,86	18,06 1,82	1,34	0,30
Зрошуваний ґрунт + добрива									
93,08 30,66	6,92 69,34	32,27	48,52	13,82 26,48	60,81 30,66	30,74 3,46	22,54 2,16	1,55	0,33

Примітка: чисельник – сухе просіювання, знаменник – мокре просіювання.

в останні десять років (Табл. 7) процес вторинного осолонцювання знаходився у псевдо рівноважному стані. Сума обмінних натрію і калію коливалася в межах 5,8-6,7% від суми основ, тобто на рівні слабкого і середнього ступеня.

Встановлено, що не зважаючи на установлення псевдо рівноважного стану солонцевого процесу в орному шарі розвиток іригаційного осолонцювання поширювався й на підорний шар, де кількість обмінного натрію зросла на 1,0-1,1% від суми катіонів порівняно з незрошуваним варіантом.

Зрошення та інтенсивне сільськогосподарське використання темно-каштанового ґрунту позначилося на його структурно-агрегатному складі, співвідношенні мезоагрегатів різних розмірів, їх водостійкості (Табл. 8-9).

Дослідження показали, що після 50-річного зрошення кількість агрономічно цінних агрегатів зменшилася у варіанті без добрив на 7,63%, найбільш агрономічно цінних розміром 1-5 мм – на 7,26% при зростанні брилуватості на 3,99%. Коефіцієнт структурності під впливом зрошення зменшився з 1,80 до 1,34. За шкалою оцінки структурно-агрегатного складу зрошуваний ґрунт характеризується як незадовільний. Добрива незначною мірою впливали на покращення структурного складу ґрунту.

Висновки. За результатами проведеного багаторічного дослідження щодо якості зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи та агромеліоративного моніторингу зрошуваного темно-каштанового ґрунту було встановлено наступні закономірності:

Поливна вода Інгулецької зрошувальної системи за агрономічними критеріями належить до II класу якості та є обмежено придатною для зрошення через високу небезпеку активації процесів вторинного засолення та осолонцювання ґрунту при тривалому зрошенні, зміщуючи катіонно-аніонну рівновагу ґрунтового розчину та сприяючи акумуляції токсичних солей, а також інтенсивному осолонцюванню;

Тривале зрошення темно-каштанового ґрунту водою II класу якості сприяло вищому накопиченню загальних і токсичних солей в орному та метровому шарах ґрунту, інверсії кальцієво-натрієвого відношення в основному за рахунок зниження активності катіонів кальцію та зростання останньої катіонів натрію і калію, росту ризиків вторинного осолонцювання ґрунту та погіршення його структури та фізико-механічних властивостей;

Удобрення не має вирішального впливу на агромеліоративний і структурний стан темно-каштанового ґрунту, не може слугувати надійним засобом поліпшення його властивостей, втім, цілком передбачувано поліпшуватиме продуктивність слабосолонцюватого ґрунту за рахунок покращення живлення культурних рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Gebremedhin M., Coyne M. S., Sistani K. R. How Much Margin Is Left for Degrading Agricultural Soils? The Coming Soil Crises. *Soil Systems*. 2022. Vol. 6(1). P. 22.
2. Lykhovyd P. Irrigation needs in Ukraine according to current aridity level. *Journal of Ecological Engineering*. 2021. Vol. 22(8). P. 11-18.

3. Szabolcs I. The global problems of salt affected soils. *Acta Agronomica Hungarica*. 1987. Vol. 36(1-2), 159-172.
4. Szabolcs I. Mapping of salt affected soils. *Agrokemia es Talajtan*. 1989. Vol. 4. P. 745-756.
5. Szabolcs I. Impact of climatic change on soil attributes: influence on salinization and alkalinization. *Developments in soil science.* 1990. Vol. 20. P. 61-69.
6. Yeo A. Predicting the interaction between the effects of salinity and climate change on crop plants. *Scientia Horticulturae.* 1998. Vol. 78(1-4). P. 159-174.
7. Eid H. M., Bashir M. I., Ainer N. G., Rady M. A. Climate change crop modelling study of sorghum, *Annals of Agricultural Sciences*. 1993. Vol. 1. P. 219-234.
8. Okur B., Örçen N. Soil salinization and climate change. *Climate change and soil interactions.* 2020. P. 331-350.
9. Schofield R. V., Kirkby M. J. Application of salinization indicators and initial development of potential global soil salinization scenario under climatic change. *Global Biogeochemical Cycles*. 2003. Vol. 17(3). P. 1078.
10. Lavrenko N., Lavrenko S., Revto O., Lykhovyd P. Effect of tillage and humidification conditions on desalination properties of chickpea (Cicer arietinum L.). *Journal of Ecological Engineering*. 2018. Vol. 19(5). P. 70-75.
11. Ушкаренко В. О. *Зрошуване землеробство*. К.: Урожай. 1994. 325 с.
12. Lykhovyd P. V., Lavrenko S. O. Influence of tillage and mineral fertilizers on soil biological activity under sweet corn crops. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. Vol. 7(4), 18-24.
13. Лавриненко Ю. О., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Писаренко П. В., Найдьонов В. Г., Михаленко І. М. *Кукурудза на зрошуваних землях Півдня України*. Херсон: Айлант. 2011. 468 с.

REFERENCES:

1. Gebremedhin, M., Coyne, M. S., & Sistani, K. R. (2022). How Much Margin Is Left for Degrading Agricultural Soils? The Coming Soil Crises. *Soil Systems*, *6*(1), 22.
2. Lykhovyd, P. (2021). Irrigation needs in Ukraine according to current aridity level. *Journal of Ecological Engineering*, *22*(8), 11-18.
3. Szabolcs, I. (1987). The global problems of salt affected soils. *Acta Agronomica Hungarica*, *36*(1-2), 159-172.
4. Szabolcs, I. (1989). Mapping of salt affected soils. *Agrokemia es Talajtan*, *4*, 745-756.
5. Szabolcs, I. (1990). Impact of climatic change on soil attributes: influence on salinization and alkalinization. In *Developments in soil science* (Vol. 20, pp. 61-69). Elsevier.
6. Yeo, A. (1998). Predicting the interaction between the effects of salinity and climate change on crop plants. *Scientia Horticulturae, 78*(1-4), 159-174.
7. Eid, H. M., Bashir, M. I., Ainer, N. G., & Rady, M. A. (1993). Climate change crop modelling study of sorghum, *Annals of Agricultural Sciences*, *1*, 219-234.
8. Okur, B., & Örçen, N. (2020). Soil salinization and climate change. In *Climate change and soil interactions* (pp. 331-350). Elsevier.
9. Schofield, R. V., & Kirkby, M. J. (2003). Application of salinization indicators and initial development of potential global soil salinization scenario under climatic change. *Global Biogeochemical Cycles*, *17*(3), 1078.
10. Lavrenko, N., Lavrenko, S., Revto, O., & Lykhovyd, P. (2018). Effect of tillage and humidification conditions on desalination properties of chickpea (Cicer arietinum L.). *Journal of Ecological Engineering*, *19*(5), 70-75.
11. Ushkarenko, V. O. (1994). *Zroshuvane zemlerobstvo* [*Irrigated Agriculture*]. Kyiv, Urozhaj. 325 pp. [In Ukrainian]
12. Lykhovyd, P. V., & Lavrenko, S. O. (2017). Influence of tillage and mineral fertilizers on soil biological activity under sweet corn crops. *Ukrainian Journal of Ecology*, *7*(4), 18-24.
13. Lavrynenko, Yu. O., Vozhehova, R. A., Kokovikhin, S. V., Pysarenko, P. V., Naidionov, V. H., & Mykhalenko, I. M. (2011). *Kukurudza na zroshuvanykh zemliakh Pivdnia Ukrainy* [*Corn on the irrigated lands of Southern Ukraine*]. Kherson, Ailant. 468 pp. [In Ukrainian]

Біднина І.О., Вожегова Р.А., Лиховид П.В. Агромеліоративна оцінка стану темно-каштанового ґрунту в семипільній сівозміні за різних систем удобрення культур при зрошенні мінералізованою водою

Мета. Дослідження агромеліоративного стану зрошуваного темно-каштанового ґрунту семипільної сівозміни в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи за різних систем удобрення культур для розробки заходів зі збереження родючості та попередження розвитку деградаційних процесів в умовах змін клімату.

Методи. Польові та лабораторні дослідження, а також камеральна обробка результатів виконувалися відповідно до сучасних вимог і стандартів дослідної справи в агрономії та землеробстві. Зразки води та ґрунту аналізувалися відповідно до чинних стандартів агрохімічного та меліоративного аналізу.

Результати. Вода Інгулецької зрошувальної системи за весь період досліджень (2006–2020 рр.) належала до II класу якості за агрономічними критеріями. Внаслідок тривалого зрошення мінералізованою водою з підвищеним вмістом натрію темно-каштановий ґрунт зазнав деградаційних процесів, а саме: зростав вміст солей в орному та метровому шарах, особливо токсичних – в орному шарі в 1,4-1,8 разів, у метровому в 1,2-1,6 рази; відбувалася інверсія кальцієво-натрієвого відношення в ґрунті за рахунок витіснення кальцію натрієм у ґрунтовому вбирному комплексі; хімічний склад ґрунтового розчину темно-каштанового ґрунту внаслідок тривалого зрошення водою Інгулецької зрошувальної системи змінився з гідрокарбонатно-сульфатного натрієво-кальцієвого на гідрокарбонатно-сульфатний кальцієво-натрієвий; за 50-річний період внаслідок впливу мінералізованої зрошувальної води зменшилася кількість агрономічно цінних агрегатів за збільшення брилуватості ґрунту на 3,99% та зниження коефіцієнту структурності з 1,80 до 1,34.

Висновки. Тривале зрошення мінералізованою водою Інгулецької зрошувальної системи з несприятливим катіонно-аніонним складом істотно вплинуло на агромеліоративний стан темно-каштанового ґрунту зрошуваної семипільної сівозміни, що знайшло відображення в деградаційних процесах вторинного засолення, накопичення токсичних солей в ґрунті, зростанні ризику осолонцювання та погіршенні структурних та фізико-механічних властивостей ґрунту. Система удобрення істотно не впливала на досліджувані параметри ґрунту.

Ключові слова: зрошення, закономірності, водорозчинні солі, осолонцювання, меліорація, моніторинг.

Bidnyna I.O., Vozhehova R.A., Lykhovyd P.V. Agromeliorative assessment of the conditions of the dark-chestnut soil in the seven-field crop rotation at different fertilization systems under irrigation with mineralized water

Purpose. Studying agromeliorative conditions of the irrigated dark-chestnut soil in the seven-field crop rotation in the zone of the Ingulets irrigation system at different fertilization systems for the development of measures for soil fertility preservation and degradation prevention in the context of climate change.

Methods. Field and laboratorian trials as well as calculation of the data were carried out with accordance to current requirements and standards of scientific research in agronomy and agriculture. Water and soil samples were analyzed with accordance to current standards of agrochemical and meliorative analysis.

Results. The water of the Ingulets irrigation system for the whole period of the study (2006-2020) belonged to the second class of the quality by agronomical criteria. Prolonged irrigation with such a water with increased sodium content resulted in degradation processes, namely: salt content increased in arable and meter soil layers, especially at the expense of toxic ones –1.4-1.8 times in arable, and 1.2-1.6 times in meter layer; inversion of calcium-sodium relationship in the soil was observed because of replacement of calcium with sodium in the soil absorbing complex; chemical content of the soil solution of the dark-chestnut soil changed because of prolonged irrigation with the Ingulets irrigation water from hydro carbonate-sulphate sodium-calcium type to hydro carbonate-sulphate calcium-sodium type; 50-year period of the mineralized water impact resulted in the decrease in agronomically valuable aggregates, increase in the clogging by 3.99%, and decrease in the coefficient of structure from 1.80 to 1.34.

Conclusions. Prolonged irrigation with the mineralized water of the Ingulets irrigation system with unfavorable cation-anion content significantly affected on the agromeliorative conditions of the dark-chestnut soil in the seven-field irrigated crop rotation that is evident through degradation processes of secondary salinization, accumulation of toxic salts in the soil, increased risks of alkalization and deterioration of structure and physic-mechanical soil properties of the soil. Fertilization system had no significant impact on the studied soil parameters.

Key words: irrigation, regularities, water-soluble salts, alkalization, land reclamation, monitoring.

УДК 631.53.027.2:631.547.1
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.2

ВЛИВ ДОПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ НА АКТИВАЦІЮ ПЕРВИННИХ РОСТОВИХ ПРОЦЕСІВ У РОСЛИНАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

БІЛОУСОВА З.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0001-9687-7920
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
КЛІПАКОВА Ю.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-7054-9707
КЕНЄВА В.А. – аспірант
orcid.org/0000-0002-4890-651X
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Постановка проблеми. На сьогодні зернові культури, зокрема і пшениця озима, залишаються головним джерелом виробництва таких стратегічних продуктів, як хліб, хлібобулочні вироби та крупи – для харчування людей, концентровані та грубі корми – для тваринництва, сировина – для переробної промисловості тощо. Саме тому проблема збільшення валового виробництва зерна є головною умовою подальшого розвитку аграрної економіки будь-якої країни.

Зниження продуктивності зернових культур відбувається під впливом багатьох екологічних факторів абіотичної, біотичної та антропогенної природи [1]. Серед біотичних факторів переважаючий вплив на ріст та розвиток рослин сільськогосподарських культур чинять шкідливі організми [2], втрати врожаю від шкодочинної дії яких сягають 20-40%. Недотримання вимог технології вирощування, перенасичення сівозміни зерновими культурами, зменшення генетичного різноманіття пшениці озимої призвело до трансформації агробіоценозів, що призвело до суттєвих змін у патогенному комплексі збудників хвороб [3]. Грибні хвороби є суттєвою перешкодою для подальшого зростання виробництва зерна як в Україні, так і в інших країнах світу [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пшениця озима може бути інфікована багатьма видами патогенів, проте існують такі, що зустрічаються дуже часто [5]. В Канаді пшениця уражується не менш як 20 різноманітними грибними патогенами, проте лише п'ять хвороб є пріоритетними для селекційних програм Західної Канади [4]. У Фінляндії на посівах злакових культур виявлено 57 збудників хвороб [6]. Загалом виділено 37 збудників хвороб, які призводять до суттєвого зниження економічної ефективності вирощування пшениці озимої [7].

Насіння зернових культур є добрим субстратом для розвитку й збереження фітопатогенних мікроорганізмів, тобто одним із джерел поширення хвороб [8]. Патогени, що переносяться насінням, включають епіфітні (розташовуються на поверхні насіння) та ендофітні (всередині насіння) мікроорганізми[9]. Ураження насіннєвого матеріалу мікрофлорою відбувається у різний час: у період вегетації, при зборі врожаю, особливо в умовах підвищеної вологи, під час обмолоту, в період зберігання насіння з підвищеною вологістю тощо. Мікрофлора, що є на насінні, може бути сапрофітною (пеніцили, мукор, альтернарія, аспергіли та ін.) і патогенною (сажка, гельмінтоспоріоз, фузаріоз, септоріоз тощо) [10]. Для більшості сільськогосподарських культур мікробіом насіння слабо досліджений і в подальшому може впливати на початковий ріст проростка та склад мікрофлори рослин і ризосфери [11]. Для розділення зовнішньої та внутрішньої насіннєвої інфекцій пшениці озимої в наукових дослідженнях використовують поверхневу стерилізацію насіння різноманітними хімічними речовинами [12;13]. Однак ще жоден із методів стерилізації не є уніфікованим та досконалим і може викликати негативний вплив на проростання насіння [14].

Для знезараження посівного матеріалу в польових умовах використовують протруєння насіння, яке може знищувати збудників зовнішньої та внутрішньої інфекції та в подальшому захищати проростки від ураження ґрунтовими патогенами [15].

Хоча хімічне знезараження насіння пшениці озимої широко використовується для захисту проростків та рослин від різних патогенів та комах, існує мало інформації щодо сумісного використання стерилізації та хімічного протруювання та його впливу на посівну якість насіння.

Метою даної **статті** було визначення впливу допосівної обробки насіння хімічними препаратами для стерилізації та знезараження на посівну якість насіння та активацію ростових процесів у проростках пшениці озимої.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися в лабораторії моніторингу якості ґрунтів та продукції рослинництва Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного. Для дослідження було використано сорт пшениці озимої Антонівка, який характеризується високою пластичністю [16].

Частину насіння, використаного для аналізу, послідовно стерилізували 1% -м розчином перманганату калію протягом 3 хв., 96% -м розчином етанолу – протягом 2 хв. та 0,1% -м розчином нітрату срібла протягом 1 хв. [17]. Після кожного етапу стерилізації насіння промивали стерильною дистильованою водою.

В подальшому насіння обробляли за день до проведення досліду методом інкрустації препаратами фунгіцидної і фунгіцидно-інсектицидної дії в дозах рекомендованих виробником. Контролем слугувала обробка водою. Застосовували протруйники Раксіл Ультра (тебуконазол, 120 г/л), Ламардор (тебуконазол, 150 г/л; протіоконазол, 250 г/л) та суміш Ламардор (тебуконазол,

150 г/л; протіоконазол, 250 г/л) + Гаучо (імідаклоприд, 700 г/л) із розрахунку 10 л робочого розчину на 1 т насіння.

Насіння пророщували в чашках Петрі по 100 насінин в кожній на зволоженому фільтрувальному папері в термостаті за температури 20±2 °С до стадії ВВСН 07 без світла, далі – при освітленні. Дослід проводили в чотирьох біологічних повторностях, по три аналітичні в кожній.

Облік енергії проростання насіння проводили на 3 -й день (ВВСН 07), схожості – на 7 -й день (ВВСН 10). Окремо підраховували нормально проросле, набухле, загниле, тверде і ненормально проросле насіння. Енергію проростання та схожість насіння обчислювали у відсотках. Довжину коренів і пагонів визначали з використанням звичайної сантиметрової шкали.

Інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів оцінювали за вмістом малонового діальдегіду (МДА) в коренях і паростках, який визначали спектрофотометричним методом. Рослинний матеріал гомогенізували у 20% -ому розчині трихлороцтової кислоти й інкубували з 0,5% -им розчином тіобарбітурової кислоти на киплячій водяній бані протягом 30 хв. У супернатанті, отриманому після центрифугування, спектрофотометрично визначали вміст МДА за довжини хвилі 532 нм та виражали в нмоль МДА на 1 г сухої речовини [18]. Масову частку сухої речовини в свіжому рослинному матеріалі (проростки та коріння) визначали термостатно-ваговим методом. Індекс енергії проростків (seeding vigor) розраховували окремо для стадії ВВСН 07 та ВВСН 10 за формулами [19]:

SVI = енергія проростання/схожість, % х
(довжина кореня, см+довжина колеоптиля, см)

SVI I= енергія проростання/схожість, % х
(суха маса кореня, г + суха маса колеоптиляа, г)

Одержані дані обробляли статистично методом дисперсійного аналізу (ANOVA).

Результати досліджень. Енергія проростання та схожість насіння, визначені в лабораторних умовах, є важливими характеристиками посівної якості, які в подальшому обумовлюють дружність появи сходів та силу їх росту в польових умовах [20]. Проведеними дослідженнями встановлено, що допосівна обробка насіння пшениці озимої по різному впливала на його посівну якість (рис. 1). Найвищі значення енергії проростання (85–94%) було відмічено для нестерилізованого насіння. Використання стерилізації насіння перед закладкою його на пророщування сприяло зниженню вказаного показника на 10–37% (абс.) порівняно із відповідними варіантами нестерилізованого насіння. На нашу думку це пов'язано зі зростанням хімічного навантаження на проростаючу зернівку, що підтверджується іншими дослідженнями [21].

Отримані результати свідчать про зниження схожості насіння порівняно із показником енергії проростання на 1–26% (абс.) залежно від варіанту обробки.

Найменше зниження вказаного показника було відмічено для контрольних варіантів як нестерилізованого, так і стерилізованого насіння. Таке зменшення кількості рослин в процесі первинного росту без додаткового хімічного навантаження (використання протруйників) пояснюється шкодочинною дією збудників плісеневих грибів, відсоток ураження якими у контрольному варіанті без стерилізації становив 31% (ВВСН 10) проти 5% у контролі із попередньою стерилізацією насіння. Видовий склад зовнішньої інфекції був представлений збудниками Aspergillus glaucus та Mucor mucedo.

Зниження схожості насіння за використання протруйників обумовлене зростанням хімічного стресу, що особливо чітко простежується на стерилізованому насінні за використання багатокомпонентної суміші Ламардор + Гаучо, де зниження вказаного показника порівняно з енергією проростання становило 20% (абс.) для нестерилізованого насіння та 26% – для стерилізованого.

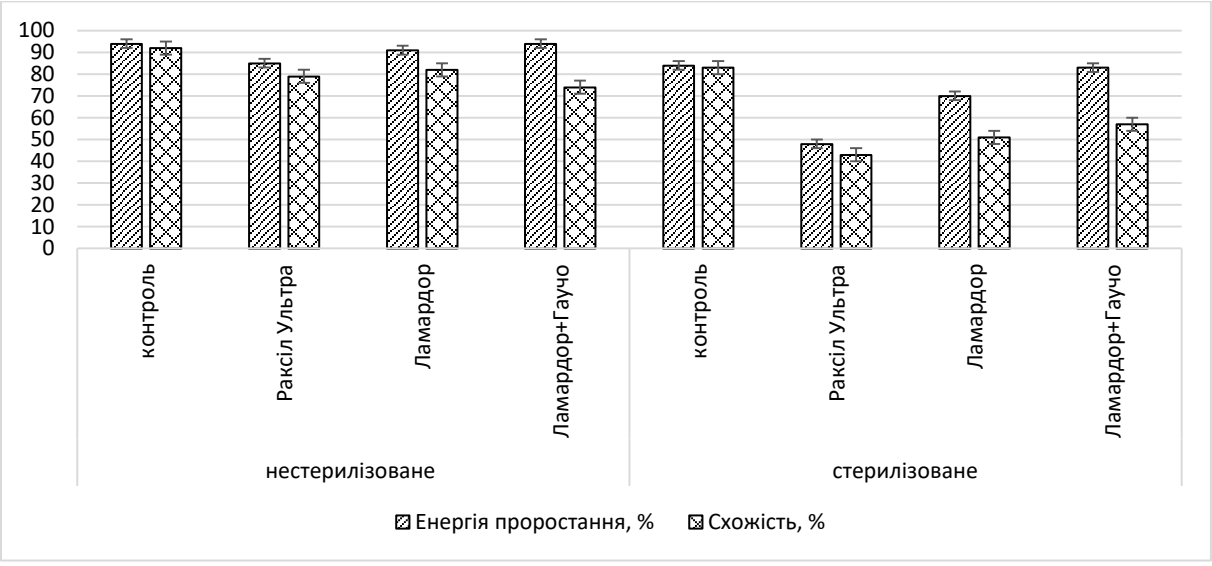
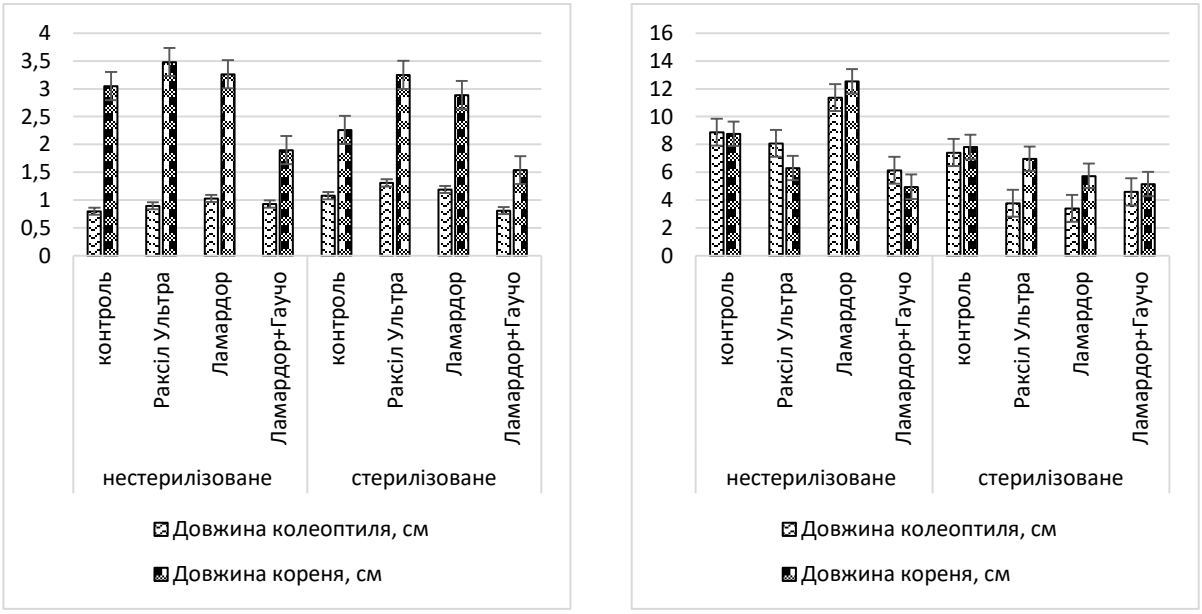


Рис. 1. Посівна якість насіння пшениці озимої сорту Антонівка залежно від допосівної обробки



а) *б)*

Рис. 2. Довжина проростків пшениці озимої сорту Антонівка на стадіях ВВСН 07 (а) та ВВСН 10 (б) залежно від допосівної обробки насіння, см

Рівень впливу фітотоксичності допосівної обробки насіння на силу росту рослин пшениці озимої можна встановити за показниками довжини колеоптиля та первинних коренів. Як видно з отриманих даних (рис. 2а), використання стерилізації насіння стимулювало початковий ріст проростків пшениці озимої на етапі ВВСН 07 на 28–45% порівняно із відповідними варіантами без використання стерилізації.

Це можна пояснити ростостимулюючою дією діючих речовин протруйників, сила якої зростала за відсутності патогенів. Лише при застосуванні багатокомпонентної суміші Ламардор + Гаучо на стерилізованому насінні було відмічено пригнічення проростку, що проявилося у зменшенні його довжини на 13% порівняно із відповідним варіантом нестерилізованого насіння.

Дослідженнями встановлено, що в період подальшого росту проростків (ВВСН 10) проявився пригнічуючий вплив стерилізації насіння, що призвело до скорочення довжини колеоптиля на 16% у контролі порівняно із варіантом без стерилізації (рис. 2б). Комплексне застосування стерилізації та протруйників посилило негативний ефект, що проявилося у зменшенні довжини колеоптиля у 1,3–3,3 рази порівняно із відповідними варіантами нестерилізованого насіння.

Щодо впливу на ріст первинних коренів, то стерилізація насіння призвела до пригнічення їх росту вже на початковому етапі (ВВСН 07) на 7–26% залежно від варіанту обробки порівняно із нестерилізованим насінням (рис. 2а).

В процесі подальшого росту вплив допосівної обробки на ріст первинних коренів був неоднозначним (рис.3б). Так для контрольного варіанту та за використання Ламардору стерилізація призвела до зменшення їх довжини на 11% та 54%, а за використання протруйників Раксіл Ультра та суміші Ламардор + Гаучо – навпаки до зростання на 10% та 4% відповідно порівняно із варіантами без стерилізації.

Застосування протруйник Раксіл Ультра та суміші Ламардор + Гаучо на нестерилізованому насінні призвело до пригнічення росту кореневої системи на 28% і 43% відповідно порівняно з контролем. В той же час використання протруйника Ламардор для допосівної обробки насіння стимулювало ріст первинних коренів, що проявилося у зростанні їх довжини на 43% порівняно із контрольним варіантом. Це узгоджується із даними, отриманими в інших наших дослідженнях [22].

Для розуміння процесу відповідей рослинних тканин на дію хімічного стресора було визначено вміст малонового діальдегіду (МДА), який є маркером оксидативного стресу. Результати проведених досліджень показують, що допосівна обробка насіння різними хімічними речовинами мала неоднозначний вплив на розвиток оксидативного стресу (табл.1).

Використання стерилізації насіння перед його закладкою на пророщування призвело до зниження рівня МДА на початкових стадіях розвитку (ВВСН 07) в колеоптилі рослин контрольного варіанту в 1,9 рази, а в первинних коренях – 1,4 рази порівняно із нестерилізованим насінням. Це може бути наслідком відсутності біотичних стрес-факторів (збудники хвороб), внаслідок чого інтенсифікація вільно радикальних процесів відбувалася повільніше.

Застосування протруйників для обробки насіння призвело до зростання вмісту МДА в колеоптилі в 1,3–1,7 рази порівняно з контролем.

Виключення становив варіант обробки однокомпонентним препаратом Раксіл Ультра, за використання якого вказаний показник був меншим на 12% порівняно з контролем. Високий вміст МДА в рослинах вказує на різку інтенсифікацію вільно радикальних процесів на

цьому етапі розвитку внаслідок відповіді рослинного організму на стресову реакцію викликану застосуванням багатокомпонентних препаратів [23].

В наступну стадію розвитку (ВВСН 10) було відмічено зростання вмісту МДА в колеоптилі рослин пшениці озимої для всіх варіантів обробки в 1,4–5,4 рази порівняно зі стадією ВВСН 07. Це обумовлено подальшим зростанням вільно радикальних процесів в проростку пшениці озимої викликаних сукупною дією біотичних та хімічних стрес-факторів сумісно з активізацією ростових процесів.

В первинних коренях у стадію ВВСН 10 навпаки було відмічено поступове затухання вільнорадикальних процесів, що проявилося в зменшенні вмісту продуктів перекисного окислення ліпідів у 1,2–2,7 рази залежно від варіанту обробки порівняно зі стадією ВВСН 07. Це свідчить про поступову адаптацію кореневої системи до дії досліджуваних стресових факторів.

Рівень розвитку вільнорадикальних процесів вплинув на накопичення рослинами пшениці озимої сухої речовини (табл. 2).

Статистична обробка отриманих результатів показала, що у стадію розвитку ВВСН 07 зростання вмісту МДА пригнічувало накопичення сухої речовини як колеоптилем (r = -0,35), так і в більшій мірі первинними корінцями (r = -0,82). У стадію ВВСН 10 була відмічена обернена залежність – зі зростанням вмісту продуктів перекисного окислення ліпідів зростав вміст сухої речовини в колеоптилі (r = 0,71). Для кореневої системи вказана залежність була несуттєвою (r = 0,22).

Таблиця 1

Вміст малонового діальдегіду в рослинах пшениці озимої залежно від допосівної обробки насіння, нмоль/г сухої речовини

Підготовка насіння	Протруйник	Стадія розвитку			
		ВВСН 07		ВВСН 10	
		колеоптиль	корінь	колеоптиль	корінь
нестерилізоване	контроль	85.04±0.48	93.49±4.46	208.00±8.85	59.01±2.17
	Раксіл Ультра	75.00±0.40	93.64±8.70	217.49±11.76	59.23±2.64
	Ламардор	145.49±0.48	147.44±1.68	265.28±9.07	77.42±2.12
	Ламардор+Гаучо	112.25±2.02	106.74±1.77	153.02±1.07	51.34±1.17
стерилізоване	контроль	44.39±0.84	64.72±1.91	213.30±7.28	65.08±5.38
	Раксіл Ультра	43.55±0.85	67.47±1.19	237.23±5.20	57.65±1.52
	Ламардор	131.87±0.35	115.51±4.29	235.98±8.21	42.37±1.67
	Ламардор+Гаучо	71.02±0.91	60.74±0.56	168.51±1.54	46.86±1.15

Таблиця 2

Вміст сухої речовини в рослинах пшениці озимої залежно від допосівної обробки насіння, мг/рослину

Підготовка насіння	Протруйник	Стадія розвитку			
		ВВСН 07		ВВСН 10	
		колеоптиль	корінь	колеоптиль	корінь
нестерилізоване	контроль	0.84±0.04	1.58±0,04	7.91±0.67	6.38±0.85
	Раксіл Ультра	0.89±0.10	1.67±0,07	7.40±0.31	5.07±0.44
	Ламардор	0.80±0.02	1.30±0,26	7.30±0.36	6.87±0.06
	Ламардор+Гаучо	0.91±0.04	1.42±0,08	5.31±0.27	5.82±0.20
стерилізоване	контроль	1.02±0.10	1.80±0,13	8.44±0.82	9.60±0.70
	Раксіл Ультра	0.89±0.10	1.53±0,12	7.47±0.23	8.29±0.57
	Ламардор	1.00±0.07	1.23±0,23	7.53±0.32	8.00±0.17
	Ламардор+Гаучо	1.07±0.06	1.73±0,23	3.84±0.04	4.82±0.17

Таблиця 3

Вплив допосівної обробки насіння пшениці озимої на індекс енергії проростків

Підготовка насіння	Протруйник	Стадія розвитку			
		ВВСН 07		ВВСН 10	
		SVI	SVII	SVI	SVII
нестерилізоване	контроль	361.90	0.23	1623.80	1.31
	Раксіл Ультра	372.30	0.22	1136.81	0.99
	Ламардор	390.39	0.19	1960.62	1.16
	Ламардор+Гаучо	266.02	0.22	822.14	0.82
стерилізоване	контроль	280.56	0.24	1264.92	1.50
	Раксіл Ультра	218.88	0.12	462.25	0.68
	Ламардор	285.60	0.16	466.65	0.79
	Ламардор+Гаучо	195.05	0.23	556.32	0.49

Кожен із проаналізованих показників окремо описує прояв фітотоксичного впливу допосівної обробки насіння на ріст та розвиток рослин пшениці озимої на початкових етапах проростання. Для комплексної оцінки шкодочинної дії стрес-факторів було розраховано індекси енергії проростків SVI та SVII (табл. 3), які надають загальну характеристику процесу проростання.

Результати проведених розрахунків показують, що загалом найвищу життєздатність та силу проростків на обох досліджуваних стадіях було зафіксовано за обробки насіння протруйником Ламардор без використання стерилізації. Тобто, вказаний варіант обробки забезпечує надійний захист від патогенів грибних хвороб, тим самим стимулюючи активний початковий ріст проростку і коренів.

Висновки. Використання хімічної стерилізації насіння перед визначенням його посівної якості дає можливість нейтралізувати вплив зовнішньої інфекції з метою встановлення наявності внутрішньої та ефективності дії протруйників щодо її знищення. Проведені дослідження показали, що зовнішня інфекція на досліджуваному насіннєвому матеріалі пшениці озимої була представлена збудниками Aspergillus glaucus та Mucor mucedo. Використані протруйники ефективно знищували вказану інфекцію, однак мали негативний вплив на початковий ріст і розвиток проростків пшениці озимої, сила якого різнилася залежно від кількості та природи діючої речовини.

За сукупною характеристикою впливу досліджуваних препаратів на посівну якість насіння було виділено протруйник Ламардор, який забезпечував надійний захист від збудників хвороб та активне формування проростка та первинних коренів, довжина яких переважала контрольний варіант на 29% і 7% у стадію розвитку BBCH 07 та на 28% і 43% у стадію BBCH 10 відповідно. За вмістом сухої речовини в колеоптилі та коренях вказаний варіант обробки дещо поступався контролю за рахунок зростання активності вільнорадикальних процесів. Проте за комплексною характеристикою процесу проростання (індекс енергії), використання для допосівної обробки насіння препарату Ламардор сприяло формуванню найбільш життєздатних рослин.

Підвищення життєздатності та сили росту рослин пшениці озимої на початкових етапах проростання за рахунок використання допосівної обробки препаратом Ламардор може мати важливе сільськогосподарське значення, особливо за умови погіршення фітосанітарної ситуації в агроценозах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bilousova Z., Klipakova Y., Keneva V., Priss O. Forecasting of winter wheat (Triticum aestivum L.) yield for the Southern Steppe of Ukraine using meteorological indices. *Journal of Ecology.* 2020. Vol. 10(3). P. 36–43.
2. Duveiller E., Singh R., Nicol J. The challenges of maintaining wheat productivity: pests, diseases, and potential epidemics. *Euphytica.* 2007. Vol. 157. P. 417–430. doi:https://doi.org/10.1007/s10681-007-9380-z.
3. Figueroa M., Hammond-Kosack K.E., Solomon P.S. A review of wheat diseases – a field perspective. *Molecular Plant Pathology.* 2018. Vol. 19. P. 1523–1536. doi: https://doi.org/10.1111/mpp.12618.
4. Aboukhaddour R., Fetch T., McCallum B.D., Harding M.W., Beres B.L., Graf R.J. Wheat diseases on the prairies: A Canadian story. *Plant Pathology.* 2020. Vol. 69(3). P. 418–432. doi: https://doi.org/10.1111/ppa.13147.
5. Strange R., Scott P.R. Plant Disease: A Threat to Global Food Security. *Annual Review of Phytopathology.* 2005. Vol. 43:83-116. P. 83–116. doi: https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.43.113004.133839.
6. Jalli M., Laitinen P., Latvala S. The emergence of cereal fungal diseases and the incidence of leaf spot diseases in Finland. *Agricultural and Food Science.* 2011. Vol. 20(1). P. 62–73. doi: https://doi.org/10.2137/145960611795163015.
7. Ghimire B., Sapkota S., Bahri B.A., Martinez-Espinoza A.D., Buck J.W., Mergoum M. Fusarium Head Blight and Rust Diseases in Soft Red Winter Wheat in the Southeast United States: State of the Art, Challenges and Future Perspective for Breeding. *Frontiers in plant science.* 2020. Vol. 11. P. 1080. doi: https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01080.
8. Hashidoko Y. Ecochemical studies of interrelationships between epiphytic bacteria and host plants via secondary metabolites. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry.* 2005. Vol. *69*. P. 1427–1441. doi: https://doi.org/10.1271/bbb.69.1427.
9. Barret M., Briand M., Bonneau S., Préveaux A., Valière S., Bouchez O., ... Jacques M.-A. Emergence Shapes the Structure of the Seed Microbiota. *Applied and Environmental Microbiology.* 2015. Vol. 81(4). P. 1257–1266. doi:10.1128/AEM.03722-14.
10. Nelson E. The seed microbiome: Origins, interactions, and impacts. *Plant Soil.* 2018. Vol. 422. P. 7–34. doi:https://doi.org/10.1007/s11104-017-3289-7.
11. Tkacz A., Cheema J., Chandra G., Grant A., Poole P. Stability and succession of the rhizosphere microbiota depends upon plant type and soil composition. *The ISME Journal.* 2015. Vol. *9*. P. 2349–2359. doi: https://doi.org/10.1038/ismej.2015.41.
12. Munkager V., Vestergård M., Priemé A., Altenburger A., de Visser E., Johansen J., Ekelund F. $AgNO_3$ Sterilizes Grains of Barley (Hordeum vulgare) without Inhibiting Germination-A Necessary Tool for Plant–Microbiome Research. *Plants.* 2020. Vol. 9(3). P. 372. doi: https://doi.org/10.3390/plants9030372.
13. Andrews S. Evaluation of surface disinfection procedures for enumerating fungi in foods: a collaborative study. *International Journal of Food Microbiology.* 1996. Vol. 29(2-3). P. 177–184. doi:https://doi.org/10.1016/0168-1605(95)00044-5.
14. Barampuram S., Allen G., Krasnyanski S. Effect of various sterilization procedures on the in vitro germination of cotton seeds. *Plant Cell Tiss Organ Cult.* 2014. Vol. 118. P. 179–185. doi: https://doi.org/10.1007/s11240-014-0472-x.
15. Lamichhane J., You M., Laudinot V., Barbetti M., Aubertot J.-N. Revisiting Sustainability of Fungicide Seed Treatments for Field Crops. *Plant Disease.* 2020. Vol. 104(3). P. 610–623. doi: https://doi.org/10.1094/PDIS-06-19-1157-FE.
16. Білоусова З.В. Оцінка адаптивного потенціалу сортів пшениці озимої (Triticum aestivum L.) в умовах Південного Степу України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і приро-*

докористування України. 2018. № 3(73). URL: http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/viewFile/dopovidi2018.03.013/9460 (дата звернення 13.10.2022).
17. Косаківська І.В., Бабенко Л.М., Скатерна Т.Д., Устінова А.Ю. Вплив гіпо- і гіпертермії на активність ліпоксигенази, вміст пігментів і розчинних білків у проростках пшениці сорту Ятрань 60. *Физиология растений и генетика.* 2014. Т. 46. № 3. С. 212–220.
18. Мусієнко М.М., Паршикова Т.В., Славний П.С. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. Київ: Фітосоціоцентр, 2001. 200 с.
19. Kumar B., Verma S., Ram G., Singh H. Temperature Relations for Seed Germination Potential and Seedling Vigor in Palmarosa (Cymbopogon martinii). *Journal of Crop Improvement.* 2012. Vol. 26(6). P. 791–801.
20. Ellis R. Seed and seedling vigour in relation to crop growth and yield. *Plant Growth Regul.* 1992. Vol. 11. P. 249–255. doi:https://doi.org/10.1007/BF00024563.
21. Sen M., Jamal M., Nasrin S. Sterilization factors affect seed germination and proliferation of Achyranthes aspera cultured in vitro. *Environmental and Experimental Biology.* 2013. Vol. 11. P. 119–123.
22. Білоусова З.В., Кенєва В.А., Кліпакова Ю.О. Посівна якість насіння пшениці озимої залежно від компонентного складу протруйників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2020. №3 (107). С. 79–86. doi:10.31521/2313-092X/2020-3(107)-10.
23. Bilousova Z., Klipakova Y., Keneva V., Kulieshov S. Influence of the Growth Regulator Application Method on Antioxidant Plant System Activity of Winter Wheat (Triticum Aestivum L.). *Modern Development Paths of Agricultural Production* / In V. Nadykto (Ed.). Springer, Cham, 2019. P. 615–622. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_60.

REFERENCES:

1. Bilousova, Z., Klipakova, Y., Keneva, V., & Priss, O. (2020). Forecasting of winter wheat (Triticum aestivum L.) yield for the Southern Steppe of Ukraine using meteorological indices. *Journal of Ecology, 10*(3), pp. 36-43.
2. Duveiller, E., Singh, R., & Nicol, J. (2007). The challenges of maintaining wheat productivity: pests, diseases, and potential epidemics. *Euphytica, 157*, pp. 417–430. doi: https://doi.org/10.1007/s10681-007-9380-z
3. Figueroa, M., Hammond-Kosack, K. E., & Solomon, P. S. (2018). A review of wheat diseases – a field perspective. *Molecular Plant Pathology, 19*, pp. 1523-1536. doi: https://doi.org/10.1111/mpp.12618
4. Aboukhaddour, R., Fetch, T., McCallum, B. D., Harding , M. W., Beres , B. L., & Graf, R. J. (2020). Wheat diseases on the prairies: A Canadian story. *Plant Pathology, 69*(3), pp. 418-432. doi: https://doi.org/10.1111/ppa.13147
5. Strange, R., & Scott, P. R. (2005). Plant Disease: A Threat to Global Food Security. *Annual Review of Phytopathology, 43:83-116*, pp. 83-116. doi: https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.43.113004.133839
6. Jalli, M., Laitinen, P., & Latvala, S. (2011). The emergence of cereal fungal diseases and the incidence of leaf spot diseases in Finland. *Agricultural and Food Science, 20*(1), pp. 62-73. doi: https://doi.org/10.2137/145960611795163015
7. Ghimire, B., Sapkota, S., Bahri, B. A., Martinez-Espinoza, A. D., Buck, J. W., & Mergoum, M. (2020). Fusarium Head Blight and Rust Diseases in Soft Red Winter Wheat in the Southeast United States: State of the Art, Challenges and Future Perspective for Breeding. *Frontiers in plant science, 11*, p. 1080. doi: https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01080
8. Hashidoko, Y. (2005). Ecochemical studies of interrelationships between epiphytic bacteria and host plants via secondary metabolites. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 69*, pp. 1427–1441. doi: https://doi.org/10.1271/bbb.69.1427
9. Barret, M., Briand, M., Bonneau, S., Préveaux, A., Valière, S., Bouchez, O., ... Jacques, M.-A. (2015). Emergence Shapes the Structure of the Seed Microbiota. *Applied and Environmental Microbiology, 81*(4), pp. 1257-1266. doi: 10.1128/AEM.03722-14
10. Nelson, E. (2018). The seed microbiome: Origins, interactions, and impacts. *Plant Soil, 422*, pp. 7–34. doi: https://doi.org/10.1007/s11104-017-3289-7
11. Tkacz, A., Cheema, J., Chandra, G., Grant, A., & Poole, P. (2015). Stability and succession of the rhizosphere microbiota depends upon plant type and soil composition. *The ISME Journal, 9*, pp. 2349–2359. doi: https://doi.org/10.1038/ismej.2015.41
12. Munkager, V., Vestergård, M., Priemé, A., Altenburger, A., de Visser , E., Johansen , J., & Ekelund, F. (2020). AgNO3 Sterilizes Grains of Barley (Hordeum vulgare) without Inhibiting Germination—A Necessary Tool for Plant–Microbiome Research. *Plants, 9*(3), p. 372. doi: https://doi.org/10.3390/plants9030372
13. Andrews, S. (1996). Evaluation of surface disinfection procedures for enumerating fungi in foods: a collaborative study. *International Journal of Food Microbiology, 29*(2-3), pp. 177-184. doi: https://doi.org/10.1016/0168-1605(95)00044-5
14. Barampuram, S., Allen, G., & Krasnyanski, S. (2014). Effect of various sterilization procedures on the in vitro germination of cotton seeds. *Plant Cell Tiss Organ Cult, 118*, pp. 179–185. doi: https://doi.org/10.1007/s11240-014-0472-x
15. Lamichhane, J., You, M., Laudinot, V., Barbetti, M., & Aubertot, J.-N. (2020). Revisiting Sustainability of Fungicide Seed Treatments for Field Crops. *Plant Disease, 104*(3), pp. 610-623. doi:https://doi.org/10.1094/PDIS-06-19-1157-FE
16. Bilousova, Z. V. (2018). Otsinka adaptyvnoho potentsialu sortiv pshenytsi ozymoi (Triticum aestivum L.) v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Evaluation of adaptive potential of winter wheat (Triticum aestivum l.) varieties in the conditions of southern steppe of Ukraine]. *Scientific reports of NULES of Ukraine, 3*(73). URL://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.03.013 [in Ukrainian].
17. Kosakivska, I., Babenko, L., Skaterna, T., & Ustinova, A. (2014). Vplyv hipo- i hipertermii na aktyvnist lipoksyhenazy, vmist pihmentiv i rozchynnykh bilkiv u prorostkakh pshenytsi sortu Yatran 60 [Influence of hypo- and hyperthermia on lipoxygenase activity, content of pigments and soluble proteins in Triticum aestivum L. cv. Yatran 60 seedlings]. *Plant physiology and genetics, 46*(3), pp. 212-220 [in Ukrainian].

18. Musiienko, M. M., Parshykova T.V., Slavnyi P.S. (2001). Spektrofotometrychni metody v praktytsi fiziolohii, biokhimii ta ekolohii roslyn [Spectrophotometric methods in the practice of physiology, biochemistry and ecology of plants]. Kyiv: Fitosotsiotsentr. 200 p. [in Ukrainian].
19. Kumar, B., Verma, S., Ram, G., & Singh, H. (2012). Temperature Relations for Seed Germination Potential and Seedling Vigor in Palmarosa (Cymbopogon martinii). *Journal of Crop Improvement, 26*(6), pp. 791-801.
20. Ellis, R. (1992). Seed and seedling vigour in relation to crop growth and yield. *Plant Growth Regul, 11*, cc. 249–255. doi: https://doi.org/10.1007/BF00024563
21. Sen, M., Jamal, M., & Nasrin, S. (2013). Sterilization factors affect seed germination and proliferation of Achyranthes aspera cultured in vitro. *Environmental and Experimental Biology, 11*, pp. 119-123.
22. Bilousova, Z., Keneva, V., & Klipakova, Y. (2020). Posivna yakist nasinnia pshenytsi ozymoi zalezhno vid komponentnoho skladu protruinykiv [Sowing quality of winter wheat seeds]. *Ukrainian Black Sea region agrarian science, 3*, pp. 79-86. doi: 10.31521/2313-092X/2020-3(107)-10 [in Ukrainian].
23. Bilousova, Z., Klipakova, Y., Keneva, V., & Kulieshov, S. (2019). Influence of the Growth Regulator Application Method on Antioxidant Plant System Activity of Winter Wheat (Triticum Aestivum L.). In V. Nadykto (Ed.), *Modern Development Paths of Agricultural Production* (pp. 615-622). Springer, Cham. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_60.

Білоусова З.В., Кліпакова Ю.О., Кенєва В.А. Влив допосівної обробки насіння на активацію первинних ростових процесів у рослинах пшениці озимої

Метою проведених досліджень було визначення впливу допосівної обробки насіння хімічними препаратами для стерилізації та знезараження на посівну якість насіння та активацію ростових процесів у проростках пшениці озимої.

Методи. Було використано поетапну поверхневу стерилізацію вихідного матеріалу розчинами 1%-го перманганату калію, 96-% етанолу та 0,1%-го нітрату срібла. Для подальшої обробки було використано фунгіцидні протруйники Раксіл Ультра та Ламардор, як окремо, так і в сумішах з інсектицидним протруйником Гаучо. Контролем слугувала обробка водою.

Результати. Встановлено, що хімічна стерилізація насіння перед пророщуванням сприяє знищенню зовнішньої інфекції, однак призводить до пригніченні початкового росту. Використання протруйників зменшувало енергію проростання та схожість насіння, однак його вплив на ростові процеси був неоднозначним. Результати проведених досліджень показують, що допосівна обробка насіння різними хімічними речовинами мала неоднозначний вплив на розвиток оксидативного стресу. Встановлено, що стимулюючий вплив на активацію первинних ростових процесів у рослинах пшениці озимої мало використання для допосівної обробки насіння протруйника Ламардор.

Висновки. За сукупною характеристикою впливу досліджуваних препаратів на посівну якість насіння було виділено протруйник Ламардор, який забезпечував надійний захист від збудників хвороб та активне формування проростка та первинних коренів, довжина яких переважала контрольний варіант на 29% і 7% у стадію розвитку ВВСН 07 та на 28% і 43% у стадію ВВСН 10 відповідно. За вмістом сухої речовини в колеоптилі та коренях вказаний варіант обробки дещо поступався контролю за рахунок зростання активності вільнорадикальних процесів. Проте за комплексною характеристикою процесу проростання (індекс енергії), використання для допосівної обробки насіння препарату Ламардор сприяло формуванню найбільш життєздатних рослин.

Ключові слова: стерилізація насіння, протруйники, довжина колеоптиля, довжина кореня, малоновий діальдегід, індекс енергії проростків.

Bilousova Z.V., Klipakova Yu.O., Keneva V.A. Influence of pre-sowing seed treatment on the activation of the primary growth processes in winter wheat

Purpose of the research is to determine the effect of pre-sowing seed treatment with chemicals for sterilization and disinfection on seed sowing quality and activation of growth processes in winter wheat seedlings.

Methods. Gradual surface sterilization of the source material with solutions of 1% potassium permanganate, 96% ethanol and 0.1% silver nitrate was used. For further processing, fungicidal pesticides Raxil Ultra (tebuconazole) and Lamardor (tebuconazole + prothioconazole) were used, both separately and in mixtures with Gaucho (imidacloprid) insecticidal pesticide. Water treatment served as a control.

Results. It was determined that chemical sterilization of seeds before germination helps to destroy the external infection, but leads to inhibition of the initial growth. The use of pesticides reduced germination energy and seed germination, but its effect on growth processes was ambiguous. The results of the studies show that pre-sowing seed treatment with various chemicals had an ambiguous effect on the development of oxidative stress. It was found that the use of Lamardor for pre-sowing seed treatment showed stimulating effect on the activation of primary growth processes in winter wheat plants.

Conclusions. According to the complex characteristics of the effect of the studied treaters on seed sowing quality, Lamardor treater (tebuconazole + prothioconazole) was the optimal one, as it provided reliable protection against pathogens and contributed to active formation of seedlings and primary roots, the length of which exceeded the control variant by 29% and 7% in the stage BBCH 07 and 28%. and 43% in stage BBCH 10, respectively. In terms of dry matter content in coleoptiles and roots, this treatment variant was somewhat inferior to the control due to the increase in the activity of free radical processes. However, according to the complex characteristics of the germination process (energy index), the use of Lamardor for pre-sowing seed treatment contributed to the formation of the most viable plants.

Key words: seed sterilization, seed treaters, coleoptile length, the length of the root, malonic dialdehyde, seeding vigour index.

УДК 633.15[631.527.5/.559:631.84+551.515]
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.3

ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДУ АЗОТНИХ ДОБРИВ, ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ТА ПОГОДНИХ УМОВ

ГОВЕНЬКО Р.В. – аспірант
orcid.org/0000-0002-9702-0301
Національний університет біоресурсів і природокористування України
АНТАЛ Т.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-6225-9347
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. Одним із найбільш вагомих чинників інтенсифікації виробництва зерна кукурудзи є добрива. Проте застосування лише традиційних мінеральних добрив є недостатнім, адже велика потреба рослин у мікроелементах, ринок яких на даний момент стрімко розвивається, адже вміст доступних форм мікроелементів у ґрунтах зменшується. Ця потреба обумовлена і тим, що у виробництві вирощуються переважно нові гібриди інтенсивного типу, високопродуктивні, які вимагають підвищених норм добрив та комплексного забезпечення макро – та мікроелементами [13; 22; 25].

Кукурудза, на відміну від інших зернових культур, потребує підвищеного мінерального живлення, що пов'язано, насамперед, з довготривалим вегетаційним періодом та здатністю рослин засвоювати поживні речовини майже до самого завершення дозрівання зерна [8; 10; 23].

Потреба кукурудзи в основних елементах живлення за зонами вирощування в Україні є далеко неоднаковою та суттєво залежить від ґрунтових і погодних умов, прийомів агротехніки та цілого ряду інших факторів. Насамперед, кукурудза дуже добре реагує на внесення азотних добрив [1; 2; 5].

У формуванні врожаю різних сільськогосподарських культур основна роль серед елементів мінерального живлення рослин належить азоту, водночас засвоєння та реалізація азотних добрив значною мірою визначається метеорологічними умовами [27].

Так, якщо від внесення відносно невеликих доз азоту в середньому за кілька років урожайність кукурудзи може зростати лише на 10%, то в роки із сприятливими умовами вологозабезпечення приріст врожаю може становити 50% і більше [29]. За результатами досліджень, проведених в Правобережному Лісостепу, встановлена ефективність різних форм азотних добрив на посівах ріпаку ярого та отримано істотний приріст врожаю насіння по відношенню до абсолютного контролю, рівень якого різнився залежно від гібриду та року досліджень. Менш ефективним серед форм азотних добрив виявився варіант застосування карбаміду у підживленні, що обумовлено втратами азоту за високих температур, які можуть становити від 4 до 10% [17; 18; 26].

Кукурудза на старті потребує лише 25% потрібного їй азоту [33]. Потреба у цьому елементі живлення стрімко зростає після настання фази 10 листка. Як засвідчують результати досліджень останніх років, здійснені як у Північній Америці, так і в Україні впродовж останніх років, високу ефективність забезпечує пролонговане азотне живлення цієї культури [7; 34].

Досліджено, що на початкових фазах росту засвоєння азоту є незначним (3–5%). Зменшення засвоєння азоту, викликане низькими температурами навесні, спричинює пожовтіння рослин і гальмування їх росту. Інтенсивніше азот надходить в рослину, починаючи з фази 6–8 листків. Так, якщо до фази 8 листків засвоюється лише 2–3% азоту, то від фази 8 листків до фази засихання квіткових стовпчиків на качанах засвоюється приблизно 85% загальної кількості азоту [32].

Господаренко Г. М. та ін., відмічають, що у сприятливі за погодними умовами роки фактори погоди та азоту об'єднуються, забезпечуючи високий рівень урожайності. Однак, у посушливі роки погода істотно обмежує реакцію кукурудзи на застосування азоту. Саме тому для досягнення високої врожайності кукурудзи, критично важливо підтримувати достатній рівень азоту упродовж ключових фаз росту та розвитку культури. У цьому плані внесення азоту в декілька прийомів оптимізує живлення рослин і знижує непродуктивні втрати, забезпечує зростання показників індивідуальної продуктивності та урожайності зерна [3; 19].

Кукурудза, за результатами наукових досліджень Д. Шпаара, має високу потребу в забезпеченні мікроелементами цинк і марганець та середню – мідь і бор. Встановлено, що кукурудза в процесі вегетації поглинає значну кількість мікроелементів: до 80 г/га марганцю, 350-400 г/га цинку, близько 70 г/га бору та 50-60 г/га міді. Отже, за певних умов може виникнути необхідність підживлення посівів кукурудзи сучасними добривами, що містять ці елементи [24].

На ранніх фазах росту і розвитку рослини кукурудзи через слаборозвинену кореневу систему страждають як від нестачі фосфору, так і марганцю і цинку. У фазі інтенсивного росту рослин кукурудзи потреба в цих елементах висока, оскільки вони активізують ферментативну діяльність [6; 30; 36].

Бор особливо позитивно діє на запліднення тому, що сприяє росту пилкової трубки. У стадії розвитку по коду ВВСН від 13 до 17 можна використовувати багатокомпонентні мікродобрива листкової дії різного складу, які добре поєднуються з гербіцидами.

Дослідження С. М. Каленської та ін., Коваленко О. та ін., переконливо свідчать про ефективність кожного з існуючих елементів системи удобрення, однак недостатньо з'ясована їх комплексна дія. Тому виробничники вимагають від наукових установ проведення додаткових досліджень щодо здійснення оптимізації існуючої базової системи удобрення з прийняттям до уваги біо-

логічних особливостей сучасних гібридів та їх потенційних можливостей, ґрунтово-кліматичних умов регіону з подальшим вивченням їх впливу на структуру врожаю, урожайність зерна та його якість [9; 11; 12; 14-16; 25].

Результати досліджень, проведені вченими Дудкою М. та Черчелем В. [4], свідчать про ефективність позакореневих підживлень на посівах кукурудзи. На ранніх етапах онтогенезу (до 9–10 листків) вони використовують відносно невелику кількість (3–9%) макроелементів. Найбільше їхнє надходження (42–81%) припадає на період активного нарощування вегетативної маси [31; 35]. Найінтенсивніше поглинання азоту відбувається у період від появи 10–12 листків до молочної стиглості зерна. Максимум поглинання рослинами калію відбувається у першій половині вегетації культури. У подальшому споживання азоту і калію уповільнюється і з настанням фази молочно-воскової стиглості практично завершується. Фосфор використовується більш рівномірно майже до повної стиглості зерна [27, 28].

Для формування врожаю зерна на рівні 5–7 т/га кукурудза з урахуванням нетоварної продукції виносить із грунту 146–204 кг азоту, 48–67 – фосфору, 125–175 кг калію, 160–238 г цинку, 110–154 – марганцю, 12–16 – міді, 19–27 г кобальту. Таку кількість доступних рослинам елементів живлення грунт забезпечити не може навіть за високого рівня родючості, тому мінеральні добрива залишаються найдієвішим фактором підвищення урожайності.

Метою досліджень було науково обґрунтувати залежно від виду азотних добрив, позакореневих підживлень посівів та погодних умов особливості росту, розвитку рослин та формування урожайності гібридів кукурудзи ЕС Конкорд та ЕС Астероїд в Лівобережному Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Для вирішення поставлених завдань впродовж 2019-2021 рр. було закладено два польові досліди на темно-сірих опідзолених ґрунтах ФГ «Богатирівське» (с. Андріяшівка Роменського району Сумської області). Дослід 1 – двофакторний. Вихідним матеріалом для досліджень були два гібриди: ЕС Конкорд та ЕС Астероїд – *фактор А*; Удобрення – *фактор В*: без добрив – контроль; $N_{22}P_{57}K_{57}$ (діамофоска) – фон; фон + N_{120} (аміачна вода); фон + N_{120} (КАС 32); фон + N_{120} (карбамід).

У досліді 2 для підживлення посівів було використано комплексне водорозчинне добриво Гумілін Стимул, сировиною для якого є концентрат курячого посліду з високою біологічною активністю. Це добриво органічного походження з високим та збалансованим вмістом елементів живлення, амінокислот та фітогормонів, яке сприяє підвищенню стійкості рослин до стресових чинників та хвороб, компенсує нестачу мікроелементів та підвищує врожайність зерна кукурудзи. Норма витрати добрива – 3 кг/га. Кратність підживлень одноразова та дворазова у фенологічні фази 5-7; 7-9; 5-7 та 7-9 листка. Дослідження проводилося на трьох фонах різних видів азотних добрив з однаковою нормою азоту – 120 кг д. р.

Повторність у дослідах для гібридів чотирьохразова. Розміщення ділянок – методом рендомізованих блоків. Площа посівної ділянки 80 м^2 , облікової – 50 м^2. Технологія вирощування кукурудзи загальноприйнята для Лісостепу України за винятком досліджуваних елементів [20; 21].

Кліматичні умови років досліджень характеризувалися певною відмінністю, що підтверджено розрахунками коефіцієнтів суттєвості відхилень середньомісячних температур та опадів від середніх багаторічних даних та гідротермічних коефіцієнтів за вегетаційний період кукурудзи. Особливо це стосується 2019 року, як наймеш сприятливого для формування врожаю кукурудзи. Більш сприятливим за гідро термічними показниками виявився 2020 рік, що сприяло формування і вищої урожайності кукурудзи гібридами, що вивчалися.

Сівбу кукурудзи проводили в період з 15 по 23 квітня сівалкою Elvorty Vesta 8. Збирання врожаю проводили комбайном Claas Lexion 480 поділяночно з кожного варіантів досліду. Водночас проводився облік рівня урожайності з перерахунком на базисну вологість зерна.

Результати досліджень. Ефективність застосування будь-якого агротехнічного заходу визначається рівнем урожайності та залежить від своєчасного і якісного забезпечення умов життєдіяльності рослин в онтогенезі.

Важлива роль у формування урожайності кукурудзи належить елементам мінерального живлення рослин, серед яких чільне місце відведене азоту. Проте засвоєння його рослинами в значній мірі визначається гідротермічними умовами року. Встановлено, що рівень урожайності мав суттєву різницю залежно від виду азотних добрив та погодних умов (рис. 1–2).

Найменш сприятливим за гідротермічними умовами виявився 2019 рік, який характеризувався дефіцитом вологи у серпні місяці та високими температурами, що суттєво вплинуло на рівень урожайності зерна кукурудзи.

Основні аномалії відбулися в період цвітіння, що призвело до неповноцінного запліднення качана та не рівномірного формування зернівок, прослідковувалася череззерниця.

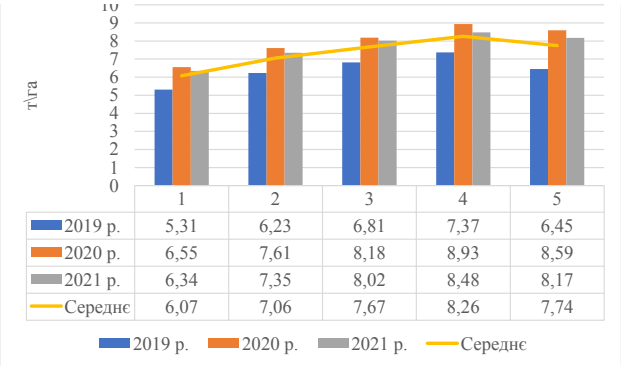
Спостереження за рослинами кукурудзи в період вегетації у зазначений рік показали, що вони не досягли типового розміру стебел, відповідно до генетично обумовлених ознак гібридів, що вивчалися, та скоротився загальний період вегетації рослин. Всі перелічені показники в комплексі призвели до формування найбільш низького рівня урожайності зерна кукурудзи у 2019 році, який варіював від 5,18 до 7,34 т/га.

Найбільш сприятливим для росту, розвитку та формування урожайності кукурудзи виявився 2020 рік та максимальна урожайність встановлена у гібриду ЕС Астероїд – 9,2 т/га за варіанту застосування добрив КАС 32 у нормі 120 кг/га д. р., що перевищило показник рівню урожайності на контролі на 2,40 т/га. За зазначеного варіанту досліду гібрид ЕС Конкорд забезпечив урожайність 8,6 т/га. Рік 2021 в цілому був сприятливим за гідротермічними показниками, що обумовлено достатньою вологозабезпеченістю та оптимальним температурним режимом в період вегетації.

Внесення аміачної форми азоту з добривом карбамід показало дещо нижчі рівні урожайності порівняно з добривом КАС 32. Так різниця урожайності по гібриду ЕС Конкорд була 0,52 т/га та по гібриду ЕС Астероїд – 0,54 т/га.

Добрива є одним з найефективніших та швидкодіючих факторів підвищення врожайності. Урожайність кукурудзи має прямо пропорційну залежність з науково-обґрунтованою системою удобрення, яка повинна бути спрямованою не лише на економію мінеральних добрив, враховуючи стрімке зростання цін на них, але й на визначення більш ефективних їх форм, в т. ч. азотних, з урахуванням типу ґрунту (рис. 3-4).

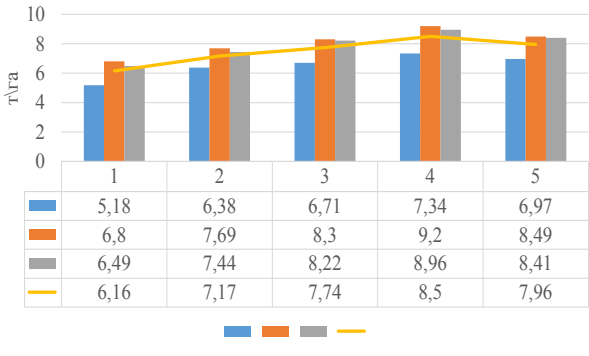
Для збалансованого співвідношення між основними елементами живлення (азот, фосфор, калій) рослин кукурудзи потребують і застосування мікроелементів. Саме тому одним із завдань проведених досліджень було встановити вплив позакореневих підживлень посівів кукурудзи водорозчинним комплексним добривом Гумілін Стимул на формування урожайності зерна кукурудзи на трьох фонах різних видів азотних добрив.



1. Без добрив (контроль)
2. $N_{22}P_{57}K_{57}$ (діамофоска) Фон
3. Ф + N_{120} (аміачна вода)
4. Ф + N_{120} (КАС 32)
5. Ф+ N_{120} (карбамід)

$НІР_{05}$ фактору:«рік» – 0,33; «удобрення» – 0,42; «гібрид» – 0,16; «інші» – 1,7

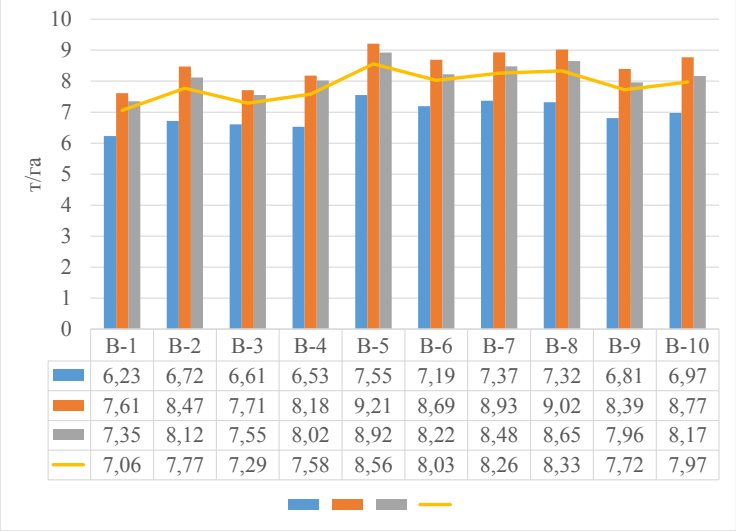
Рис. 1. Урожайність зерна гібриду кукурудзи ЕС Конкорд залежно від виду азотних добрив та метеорологічних чинників, т/га



1. Без добрив (контроль)
2. $N_{22}P_{57}K_{57}$ (діамофоска) Фон
3. Ф + N120 (аміачна вода)
4. Ф + N_{120} (КАС 32)
5. Ф+ N_{120} (карбамід)

$НІР_{05}$ фактору:«рік» – 0,24; «удобрення» – 0,31;«гібрид» – 0,13; «інші» – 1,4

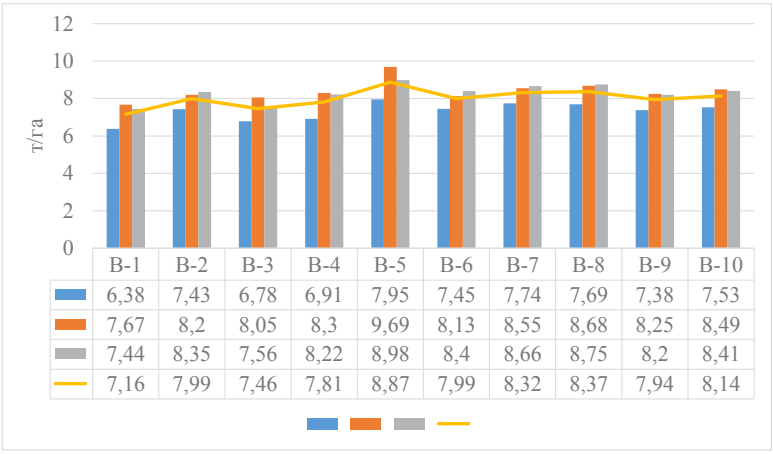
Рис. 2. Урожайність зерна гібриду кукурудзи ЕС Астероїд залежно від виду азотних добрив та метеорологічних чинників, т/га



В – 1. Без обробки – контроль
В – 2. Аміачна вода+5-7 л
В – 3. Аміачна вода+7-9 л
В – 4. Аміачна вода+5-7 та 7-9 л
В – 5. КАС+5-7 л
В – 6. КАС+7-9 л
В – 7. КАС+5-7 та 7-9 л
В – 8. Карбамід+5-7 л
В – 9. Карбамід+7-9 л
В – 10. Карбамід+5-7 та 7-9 л

$НІР_{05}$ фактору:«рік» – 0,68; «підживлення» – 0,30; «гібрид» – 0,24; «інші» – 1,0

Рис. 3. Урожайність зерна гібриду кукурудзи ЕС Конкорд залежно від обробки посівів препаратом Гумілін Стимул, т/га



В – 1. Без обробки – контроль
В – 2. Аміачна вода+5-7 л
В – 3. Аміачна вода+7-9 л
В – 4. Аміачна вода+5-7 та 7-9 л
В – 5. КАС+5-7 л
В – 6. КАС+7-9 л
В – 7. КАС+5-7 та 7-9 л
В – 8. Карбамід+5-7 л
В – 9. Карбамід+7-9 л
В – 10. Карбамід+5-7 та 7-9 л

$НІР_{05}$ фактору:«рік» – 0,51; «підживлення» – 0,44; «гібрид» – 0,19; «інші» – 5,0

Рис. 4. Урожайність зерна гібриду кукурудзи ЕС Астероїд залежно від обробки посівів препаратом Гумілін Стимул, т/га

Ефект дії добрива залежить від фенологічної фази застосування та кратності обробок.

Найбільший позитивний ефект від застосування добрива Гумілін Стимул у нормі 3 л/га показав варіант: застосування підживлення у фенологічну фазу 5-7 листка та одноразового внесення.

Не значно поступився йому варіант дворазового внесення добрива у фенологічні фази 5-7 та 7-9 листків з половинною нормою по 1,5 л/га.

Простежується чітка закономірність рівнів урожайності залежно від фону азотних добрив та позакореневих підживлень.

Опрацьовані дані за окремі роки досліджень та середні показники за період 2019–2021 років засвідчили, що обробка посівів добривом Гумілін Стимул показала найвищу ефективність за застосування у фенологічну фазу 5-7 листків на фоні добрива КАС 32 за одноразового внесення з нормою 3 л/га. Рівень урожайності гібриду ЕС Конкорд за даного варіанту становив 8,87 та гібриду Астероїд – 8,56 т/га з істотним приростом урожайності по варіантах досліду та по відношенню до контролю.

Проведений розрахунок частки участі факторів у формуванні урожайності зерна кукурудзи (рис. 5) залежно від підживлення посівів добривом Гумілін Стимул дає підстави зробити висновок, що найбільша частка – це чинник В – «рік» – 59%, «удобрення» – 35%, інші – 5%.

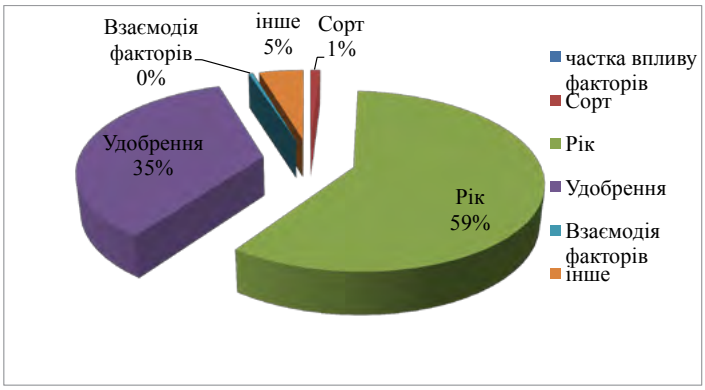


Рис. 5. Частка участі факторів у формуванні врожайності кукурудзи залежно від обробки посівів препаратом Гумілін Стимул,%

Висновки. На основі проведених наукових досліджень і аналізу експериментальних даних та статистичних показників встановлено, що середньостиглі гібриди ЕС Конкорд та ЕС Астероїд в умовах Лівобережного Лісостепу спроможні формувати високі рівні урожайності зерна (8,93-9,2 т/га відповідно) за застосування азотного добрива КАС 32 в нормі 120 кг д. р. у передпосівну культивацію на фоні внесеного добрива діамофоска N22 P57 K57 д.р. Водночас виявлена ефективність проведення позакореневих підживлень посівів добривом Гумілін Стимул у нормі 3 л/га у фенологічну фазу 5-7 листків на фоні добрива КАС 32.

Отримані результати мають наукове і практичне значення для впровадження у виробництво більш високопродуктивного гібриду кукурудзи ЕС Астероїд за застосування в технології вирощування азотного добрива КАС 32, пролонгованої дії, та одноразового позакореневого підживлення посівів у фенологічну фазу 5-7 листків добривом Гумілін Стимул.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Асанішвілі Н. М. (2020). Оптимізація мінерального живлення гібридів кукурудзи на основі рослинної діагностики. *Рослинництво та грунтознавство.* Том 11. № 3. С. 22- 32 http://dx.doi.org/10.31548/agr.
2. Влащук А. Н., Прищепо Н. М., Колпакова А. С. (2017). Влияние приемов агротехники на урожайность гибридов кукурузы различных групп спелости. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.* Вып. 4. С. 105–108.
3. Господаренко Г. М. (2015). Система застосування добрив: навч. посібник. Київ: ТОВ «СІК ГРУП Україна». 332 с.
4. Дудка М., Черчель В. (2017). Позакореневе підживлення кукурудзи: необхідність чи альтернатива https://propozitsiya.com/ua/pozakoreneve-pidzhivlennyaneobhidnist-chi-lternativa.
5. Ефективні рішення вирощування кукурудзи та сої: веб-сайт. URL: https://www.dekalb.ua/novini-tapodii/efektivni-risenna-virosuvannakukurudzi-ta-soi.
6. Каленська С. М., Єременко О. А., Таран В. Г., Крестьянінов Є.В., Риженко А.С. (2017). Адаптивність польових культур за змінних умов вирощування. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.* Вип. 25. 48–57.
7. Каленська С. М., Таран В. А. (2018). Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, норм добрив та погодних умов вирощування. *Plant Varieties Studying and protection.* Vol. 14. № 4. P. 141–149. URL: https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151909
8. Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. (2017). Розвиток кореневої системи кукурудзи на ранніх етапах розвитку. *Науковий вісник НУБІП України. Сер. Агрономія.* Вип. 269. С. 10–17.
9. Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Крестьянінов Є.В., Антал Т.В. (2019). Реакція гібридів кукурудзи різних груп стиглості на удобрення та економічна ефективність вирощування. *Таврійський науковий вісник.* Вип. 106. С. 72-78
10. Каленська С.М., Новицька Н.В., Стрихар А.Є., Малеончук О.В., Антал Т.В. (2008). Управління процесами формування високоякісного насіння сільськогосподарських культур. *Науковий вісник НАУ.* Вип. 123. С. 11-17.
11. Коваленко О., Полянчиков С., Ковбель А. (2015). Позакореневі обробки – важлива складова збалансованої системи живлення. *Пропозиція*. № 4. С. 64-65.
12. Крамарьов С. М., Краснєнков С. В., Писаренко П. В., Андрієнко А. Л. (2009). Водоспоживання гібридів кукурудзи та їх батьківських форм у залежності від строків сівби, густоти рослин і мінеральних добрив в умовах північного Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* № 4. С. 23-32.
13. Мокрієнко В.А., Усатий Г.Ю. (2006). Особливості засвоєння поживних речовин гібридами кукурудзи. *Землеробство*. С. 12 – 20.
14. Молдован Ж.А., Собчук С.І. (2016). Вплив строків сівби, густоти рослин та абіотичних факторів на формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Лісостепу Західного. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України.* №11. 31-38.
15. Паламарчук В.Д., Мазур В.А., Зозуля О.Л. (2011). Кукурудза; селекція та вирощування гібридів. Вінниця : ФОП Данилюк В.Г., 432 с.
16. Пащенко Ю.М. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи: Монографія / Ю.М. Пащенко, В.М. Борисов, О.Ю. Шишкін. Д. : АРТ-ПРЕС, 2009. 224 с.
17. Писаренко П.В., Біляєва І.М., Пілярський В.Г., Пілярська О.О. (2015). Фотосинтетичний потенціал рослин кукурудзи залежно від умов вирощування. *Миронівський вісник.* №1. 243-251.
18. Полевой А.Н., Адаменко Т.И. (2002) . Моделирование формирования урожая кукурузы. *Метеорология, климатология и гидрология.* Вип. 46. С. 149-154.
19. Присяжнюк Л. М., Шовгун О. О., Король Л. В. (2016). Оцінка показників стабільності й пластичності нових гібридів кукурудзи (Zea mays L.) в умовах Полісся та Степу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. С. 16-21.
20. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М.; Бухало В. Я., Криштоп Є. А. (2016). Дослідна справа в агрономії. Книга 1. Харків : Майдан. 300 с.
21. Рожков А. О., Каленська С. М., Пузік Л. М., Музафаров Н. М. (2016). Дослідна справа в агрономії. Книга 2: Статистична обробка результатів агрономічних досліджень. Харків, 298 с.
22. Санін Ю. (2010). Технологія підживлення кукурудзи макро- та мікроелементами, їхнє значення та застосування в посівах кукурудзи. URL: http://www.propozitsiya.com/page=146&itemi d=3288
23. Таран В. Г., Каленська С. М., Новицька Н. В., Данилів П. О. (2018). Стабільність та пластичність гібридів кукурудзи залежно від системи удобрення та густоти стояння рослин в Правобережному Лісостепу України. *Біоресурси і природокористування.* Т.10.№3–4.С.147–156.https://doi.org/10.31548/bio2018.03.019
24. Шпаар Д. та ін. (2009). Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання. К. : Альфастевія ЛТД., 2009. 396 с.
25. Штукін М. О., Оничко В. І. (2013). Особливості підбору гібридів кукурудзи для умов північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія Агрономія і біологія.* 2013. №11. С. 213-217.
26. Якунін О.П. (2010). Економічна і біоенергетична ефективність вирощуванння гібридів кукурудзи в у мовах північної підзони Степу України : науково-теоретичний, науково-практичний журнал. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. Екологія, рослинництво, землеробство.* № 1. С. 7 – 10.
27. Fernández M.C., Rubio G. (2015). Root morphological traits related to phosphorus-uptake efficiency of soybean, sunflower, and maize. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 178:807–815.
28. Ion V., Dicu G., Dumbravă M., Temocico G., Alecu I.N., Băşa A. G., State D. (2015). Harvest index at maize in different growing conditions Romanian Biotechnological Letters, Vol. 20, No. 6,10951-10960.
29. Khalili M., Naghavi M.R., Aboughadareh A.P., Rad H.N. (2013). Effects of Drought Stress on Yield and Yield

Components in Maize Cultivars (Zea mays L.). *International Journal of Agronomy and Plant Production.* Vol. 4 (4):809-812.
30. Liu Y., Mi G., Chen F., Zhang J., Zhang F. (2004). Rhizosphere effect and root growth of two maize (Zea mays L.) genotypes with contrasting Pefficiency at low P availability. *Plant Science* 167:217–223.
31. Neilson E.H., Edwards A.M., Blomstedt C.K., Berger B., Møller B.L., Gleadow R.M. (2015). Utilization of a high-throughput shoot imaging system to examine the dynamic phenotypic responses of a C4 cereal crop plant to nitrogen and water deficiency over time. *J Exp Bot* 66(7):1817–1832. https://doi.org/10.1093/jxb/eru526
32. Paponov I.A., Engels C. (2003). Effect of nitrogen supply on leaf traits related to photosynthesis during grain filling in two maize genotypes with different N efficiency. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 166:756–763.
33. Pierson, Warren (2013). The effects of starter fertilizer on root and shoot growth of corn hybrids and seeding rates and plant-to-plant variability in growth and grain yield. *Graduate Theses and Dissertations.* 13330. https://lib.dr.iastate.edu/etd/13330
34. Shafi M., Bakht J., Ali S., Khan H., Khan M.A., Sharif M. (2012). Effect of planting density on phenology, growth and yield of maize (Zea mays L.). *Pak. J. Bot.*, 44(2):691-696.
35. Sholkamy E.N., El-Komy H., Al-Arfaj A.A., Abdel-Megeed A., Mostafa A.A. (2012). Potential role of Nostoc muscorum and Nostoc rivulare as biofertilizers for the enhancement of maize growth under different doses of N-fertilizer. *African Journal of Microbiology Research.* V. 6(48), 7435-7448. http://www.academicjournals.org/AJMR.
36. Yu P., Li X., Yuan L., Li C. (2013). A novel morphological response of maize (Zea mays) adult roots to heterogeneous nitrate supply revealed by a split-root experiment. Physiologia Plantarum 150:133–144.

REFERENCES:

1. Asanishvili N. M. (2020). Optymizatsiia mineralnoho zhyvlennia hibrydiv kukurudzy na osnovi roslynnoi diahnostyky [Optimization of mineral nutrition of maize hybrids based on plant diagnostics]. T. 11(3), 22–32 (in Ukrainian).
2. Vlashhuk A. N., Prishhepo N. M., & Kolpakova A. S. (2017). Vlijanie priemov agrotehniki na urozhajnost' gibridov kukuruzy razlichnyh grupp spelosti [Influence of agricultural techniques on the yield of corn hybrids of different ripeness groups]. Vyp. 4. S. 105–108 (in Russian).
3. Hospodarenko H. M. (2015). Systema zastosuvannia dobryv navch. posibnyk. Kyiv: TOV «SIK HRUP Ukraina». 332 s. [Fertilizer application system] (in Ukrainian).
4. Dudka M., Cherchel V (2017) Pozakoreneve pidzhyvlennia kukurudzy: neobkhidnist chy alternatyva [Foliar feeding of corn: a necessity or an alternative] (in Ukrainian)
5. Efektyvni rishennia vyroshchuvannia kukurudzy ta soi [Effective solutions for growing corn and soybeans] vebsait.URL (in Ukrainian).
6. Kalenska S. M., Yeremenko O. A., Taran V. H., Krestianinov Ye.V. & Ryzhenko A.S. (2017). Adaptyvnist polovykh kultur za zminnykh umov vyroshchuvannia [Adaptability of field crops under changing growing conditions] Naukovi pratsi instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv. V. 25. 48–57 (in Ukrainian).
7. Kalenska S. M., Yeremenko O. A., Taran V. H., Krestianinov Ye.V. & Ryzhenko A.S. (2017). Adaptyvnist polovykh kultur za zminnykh umov vyroshchuvannia [Yield index of maize hybrids depending on plant density, fertilizer rates and growing conditions]. Plant Varieties Studying and protection. Vol. 14. № 4. P. 141–149. (in Ukrainian).
8. Kalenska S. M., Taran V. H. & Danyliv P. O. (2017). Rozvytok korenevoi systemy kukurudzy na rannikh etapakh rozvytku [Development of the root system of corn in the early stages of development]. Naukovyi visnyk NUBIP Ukrainy. Ser. Ahronomiia. Vyp. 269. S. 10–17(in Ukrainian).
9. Kalenska S.M., Yermakova L.M., Krestianinov Ye.V., & Antal T.V. (2019). Reaktsiia hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti na udobrennia ta ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia [Reaction of maize hybrids of different maturity groups to fertilizers and economic efficiency of cultivation] Tavriiskyi naukovyi visnyk. V. 106 S. 72-78 (in Ukrainian).
10. Kalenska S.M., Novytska N.V., Strykhar A.Ie., Maleonchuk O.V., & Antal T.V. (2008). Upravlinnia protsesamy formuvannia vysokoiakisnoho nasinnia silskohospodarskykh kultur [Management of processes of formation of high-quality seeds of agricultural crops] Naukovyi visnyk NAU. V. 123. S. 11-17 (in Ukrainian).
11. Kovalenko O., Polianchykov S., & Kovbel A. (2015). Pozakorenevi obrobky – vazhlyva skladova zbalansovanoi systemy zhyvlennia [Foliar treatments are an important component of a balanced nutrition system]. Propozytsiia. № 4. S. 64-65 (in Ukrainian).
12. Kramarov S. M., Krasnienkov S. V., Pysarenko P. V. & Andriienko A. L. (2009). Vodospozhyvannia hibrydiv kukurudzy ta yikh batkivskykh form u zalezhnosti vid strokiv sivby, hustoty roslyn i mineralnykh dobryv v umovakh pivnichnoho [Water consumption of maize hybrids and their parental forms depending on sowing dates, plant density and mineral fertilizers in the northern steppe of Ukraine] Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. №4. S. 23-32 (in Ukrainian).
13. Mokriienko V.A., Usatyi H.Iu. (2006). Osoblyvosti zasvoiennia pozhyvnykh rechovyn hibrydamy kukurudzy [Features of nutrient uptake by maize hybrids]. Zemlerobstvo. S. 12 – 20 (in Ukrainian).
14. Moldovan Zh.A., Sobchuk S.I. (2016). Vplyv strokiv sivby, hustoty roslyn ta abiotychnykh faktoriv na formuvannia vrozhainosti zerna hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Influence of sowing dates, plant density and abiotic factors on the formation of grain yields of maize hybrids of different maturity groups in the conditions of the Western Forest-Steppe]. Biuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy. №11. 31-38 (in Ukrainian).
15. Palamarchuk V.D., Mazur V.A., & Zozulia O.L. (2011). Kukurudza; selektsiia ta vyroshchuvannia hibrydiv [Corn; selection and cultivation of hybrids]. Vinnytsia: FOP Danyliuk V.H. 432 s. (in Ukrainian).
16. Pashchenko Yu.M., Borysov V.M., & Shyshkina O.I. (2009). Adaptyvni i resursozberihaiuchi tekhnolohii vyroshchuvannia hibrydiv kukurudzy [Adaptive and

resource-saving technologies for growing corn hybrids]. Dnipropetrovsk: ART – PRES, 2009, 224 s. (in Ukrainian).
17. Pysarenko P.V., Biliaieva I.M., Piliarskyi V.H., & Piliarska O.O. (2015). Fotosyntetychnyi potentsial roslyn kukurudzy zalezhno vid umov vyroshchuvannia [Photosynthetic potential of corn plants depending on growing conditions]. Myronivskyi visnyk. №1. 243-251 (in Ukrainian).
18. Polevoj A.N., Adamenko T.I. (2002). Modelirovanie formirovanija urozhaja kukuruzy [Modeling of corn crop formation]. Meteorologija, klimatologija i gidrologija. V. 46. S. 149-154 (in Russian).
19. Prysiazhniuk L. M., Shovhun O. O., & Korol L. V. (2016). Otsinka pokaznykiv stabilnosti y plastychnosti novykh hibrydiv kukurudzy (Zea mays L.) v umovakh Polissia ta Stepu Ukrainy [Estimation of indicators of stability and plasticity of new hybrids of corn (Zea mays L.) in the conditions of Polissya and Steppe of Ukraine]. Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn. S. 16-21 (in Ukrainian).
20. Rozhkov A. O., Puzik V. K., Kalenska S. M., Puzik L. M., Popov S. I., Muzafarov N. M., Bukhalo V. Ya., & Kryshtop Ye. A. (2016). Doslidna sprava v ahronomii [Research in agronomy]. Knyha 1. Kharkiv: Maidan, 2016 300 s. (in Ukrainian).
21. Rozhkov A. O., Kalenska S. M., Puzik L. M., & Muzafarov N. M. (2016). Doslidna sprava v ahronomii [Research in agronomy]. Knyha 2: Statystychna obrobka rezultativ ahronomichnykh doslidzhen. Kharkiv, 298 s. (in Ukrainian).
22. Sanin Yu. (2010). Tekhnolohiia pidzhyvlennia kukurudzy makro- ta mikroelementamy, yikhnie znachennia ta zastosuvannia v posivakh kukurudzy [Technology of maize fertilization with macro- and microelements, their significance and application in maize crops]. Rezhym dostupu: http://www.propozitsiya.com/page=146&itemid=3288 (in Ukrainian).
23. Taran V. H., Kalenska S. M., Novytska N. V., & Danyliv P. O. (2018). Stabilnist ta plastychnist hibrydiv kukurudzy zalezhno vid systemy udobrennia ta hustoty stoiannia roslyn v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Stability and plasticity of maize hybrids depending on the fertilizer system and plant density in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Bioresursy i pryrodokorystuvannia. T.10. № 3–4. S. 147–156 (in Ukrainian).
24. Shpaar D. ta in. (2009). Kukurudza. Vyroshchuvannia, zbyrannia, konservuvannia i vykorystannia [Corn. Growing, harvesting, canning and use] K.: Alfa-steviia LTD., 2009. 396 s. (in Ukrainian).
25. Shtukin M. O., Onychko V. I. (2013). Osoblyvosti pidboru hibrydiv kukurudzy dlia umov pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Features of selection of corn hybrids for the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine]. Seriia Ahronomiia i biolohiia 2013. №11. S. 213-217 (in Ukrainian).
26. Iakunin O.P. (2010). Ekonomichna i bioenerhetychna efektyvnist vyroshchuvannnia hibrydiv kukurudzy v u movakh pivnichnoi pidzony Stepu Ukrainy [Economic and bioenergetic efficiency of growing maize hybrids in the languages of the northern subzone of the Steppe of Ukraine]: naukovo-teoretychnyi, naukovo-praktychnyi zhurnal. Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu. Ekolohiia, roslynnytstvo, zemlerobstvo. №1. S. 7 – 10 (in Ukrainian).
27. Fernández MC, Rubio G. (2015). Root morphological traits related to phosphorus-uptake efficiency of soybean, sunflower, and maize. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 178:807–815.
28. Ion V., Dicu G., Dumbravă M., Temocico G., Alecu I.N., Băşa A. G., State D. (2015). Harvest index at maize in different growing conditions Romanian Biotechnological Letters, Vol. 20, No. 6, 10951-10960.
29. Khalili M., Naghavi M.R., Aboughadareh A.P., Rad H.N. (2013). Effects of Drought Stress on Yield and Yield Components in Maize Cultivars (Zea mays L.). International Journal of Agronomy and Plant Production. Vol. 4 (4):809-812.
30. Liu Y., Mi G., Chen F., Zhang J., Zhang F. (2004). Rhizosphere effect and root growth of two maize (Zea mays L.) genotypes with contrasting P efficiency at low P availability. Plant Science 167:217–223.
31. Neilson E.H., Edwards A.M., Blomstedt C.K., Berger B., Møller B.L., Gleadow R.M. (2015). Utilization of a high-throughput shoot imaging system to examine the dynamic phenotypic responses of a C4 cereal crop plant to nitrogen and water deficiency over time. J. Exp. Bot. 66(7):1817–1832. https://doi.org/10.1093/jxb/eru526
32. Paponov I.A., Engels C. (2003). Effect of nitrogen supply on leaf traits related to photosynthesis during grain filling in two maize genotypes with different N efficiency. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 166:756–763.
33. Pierson, W. (2013). The effects of starter fertilizer on root and shoot growth of corn hybrids and seeding rates and plant-to-plant variability in growth and grain yield. Graduate Theses and Dissertations. 13330. https://lib.dr.iastate.edu/etd/13330
34. Shafi M., Bakht J., Ali S., Khan H., Khan M.A., Sharif M. (2012). Effect of planting density on phenology, growth and yield of maize (Zea mays L.). Pak. J. Bot., 44(2):691-696.
35. Sholkamy E.N., El-Komy H., Al-Arfaj A.A., Abdel-Megeed A., Mostafa A.A. (2012). Potential role of Nostoc muscorum and Nostoc rivulare as biofertilizers for the enhancement of maize growth under different doses of N-fertilizer. African Journal of Microbiology Research. V. 6(48), 7435-7448. http://www.academicjournals.org/AJMR.
37. Yu P., Li X., Yuan L., Li C. (2013). A novel morphological response of maize (Zea mays) adult roots to heterogeneous nitrate supply revealed by a split-root experiment. Physiologia Plantarum 150:133–144.

Говенько Р.В., Антал Т.В. Продуктивність кукурудзи залежно від виду азотних добрив, позакореневого підживлення та погодних умов

Метою наведення результати дослідження щодо ефективності азотних добрив, строків і кратності проведення позакореневих підживлень кукурудзи добривом Гумілін Стимул за реалізації потенціалу продуктивності гібридів кукурудзи ЕС Конкорд та ЕС Астероїд в Лівобережному Лісостепу України.

Методи. Впродовж 2019-2021 рр. на темно-сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах закладалися та було проведено два польові досліди в умовах ФГ «Богатирівське» Роменського району Сумської області. Дослід 1: фактор А «гібрид» – ЕС Конкорд та ЕС Астероїд; фактор В «удобрення» – без добрив

(контроль); N22P57K57 (діамофоска) – фон; фон + N120 (аміачна вода); фон + N120 (КАС); фон + N120 карбамід (карбамід). У досліді 2 для підживлення посівів було використано комплексне водорозчинне добриво Гумілін Стимул з нормою внесення 3 л/га і одно та дворазовою кратністю застосування у фенологічні фази 5–7; 7–9; 5–7 і 7–9 листка. Дослідження проводилося на трьох фонах різних видів азотних добрив з однаковою нормою азоту – 120 кг д. р.

Результати. Кукурудзу висівали залежно від року досліджень в період з 15 по 23 квітня, сівалкою Elvorty Vesta 8. Облік врожаю проводили з кожної ділянки варіанту досліду з використанням комбайну Claas Lexion 480.

Роки досліджень досить суттєво різнилися за гідротермічними показниками, що дало змогу об'єктивно оцінити за урожайністю досліджувані гібриди та виявити їх реакцію на різні види азотних добрив за погодних умов років досліджень.

Аналізуючи роки досліджень за погодними умовами виявлено, що найбільш сприятливим був 2020 рік, як за температурними показниками, так і за забезпеченням вологою в період вегетації кукурудзи.

Найменш сприятливим за гідротермічними умовами виявився 2019 рік, який характеризувався дефіцитом вологи у серпні місяці та високими температурами, що суттєво вплинуло на формування елементів структури врожаю та рівень урожайності.

Висновки. Проведені дослідження дозволили встановити доцільність застосування більш ефективного виду азотних добрив КАС 32 за норми азоту 120 кг д. р. Урожайність зерна кукурудзи у гібриду Астероїд за даного варіанту досягла рівню 9,20 т/га, тоді як гібрид Конкорд за зазначеного варіанту забезпечив урожайність 8,93 т/га. Встановлено збільшення урожайності зерна кукурудзи в обох гібридів за застосування добрива Гумілін Стимул в нормі 3 л/га у фенологічну фазу 5-7 листка, яка становила у гібриду ЕС Астероїд 9,63 т/га та 9,21 у гібриду Конкорд. Висока та стабільна за роками урожайність обумовлена адаптивністю гібридів до умов вирощування та свідчить про доцільність впровадження у виробництво.

Ключові слова: гібрид, кукурудза, урожайність, азотні добрива, Гумілін Стимул, підживлення посівів.

Govenko R.V., Antal T.V. Corn productivity depending on kind of nitrogen fertilizers, foliar dressing and weather conditions

Purpose. The results of the study on nitrogen fertilizers effectiveness, timing and frequency of foliar dressing of corn by Humilin Stimulus fertilizer for the productivity potential realization of corn hybrids EC Concord and EC Asteroid in the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine.

Methods. During 2019-2021, two field experiments were established and conducted on dark gray podzolic soils in the conditions of FG "Bogatyrivske" Romny district of Sumy region. Experiment 1: factor A "hybrid" – EC Concord and EC Asteroid; factor B "fertilizer" – without fertilizers (control); N22P57K57 (diamophos) – background; background + N120 (ammonia water); background + N120 (UAN); background + N120 urea (urea). In experiment 2, a complex water-soluble fertilizer Humilin Stimul with the rate of 3 l/ha and a one-time and twice the frequency of application in the phenological phases 7-9; 5-7 and 7-9 leaves was used to fertilize crops. The study was conducted on three backgrounds of different types of nitrogen fertilizers with the same nitrogen rate – 120 kg a.s.

Results. Corn was sown, depending on the year of research, from April 15 to April 23, using an Elvorty Vesta 8 seeder. Yield was recorded from each plot of the experimental variant using a Claas Lexion 480 combine. Before harvesting, control plant samples were taken to determine the yield structure and quality indicators.

Global climate change today is a major challenge for agriculture in the new environment. That is why the issue of studying the impact of climate change on agro-climatic conditions for growing crops, their yields and gross output in a particular region and in the Left Bank Forest-Steppe in particular.

The years of research differed significantly in terms of hydrothermal parameters, which allowed us to objectively assess the yield of the studied hybrids and identify their response to different types of nitrogen fertilizers in the weather conditions of the research years.

Analyzing the years of research on weather conditions, it was found that the most favourable year was 2020, both in terms of temperature and moisture supply during the growing season of corn.

The least favourable year by the hydrothermal conditions was 2019, which was characterized by a shortage of moisture in August and high temperatures, which significantly affected formation of yield structure elements and yield levels.

Conclusions. The conducted researches allowed establishing expediency of more effective type of nitrogen fertilizer UAN 32 application at nitrogen dose of 120 kg a.s. The increase in corn grain yield with the application of UAN 32 was 9.2 t/ha, and with foliar dressing of crops by Humilin Stimulus fertilizer at the dose of 3 l/ha in the phenological phase of 5-7 leaves – 9.6 t/ha in the hybrid EC Asteroid. High and stable yield over the years is due to the adaptability of the hybrid to growing conditions and indicates the feasibility of its introduction into production.

Key words: hybrid, corn, yield, nitrogen fertilizers, Humilin Stimulus, fertilizing crops.

УДК 631.41:631.8]635.658
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.4

ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ ПІД СОЧЕВИЦЕЮ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ

ГОСПОДАРЕНКО Г.М. – доктор сільськогоподарських наук
orcid.org/0000-0002-6495-2647
Уманський національний університет садівництва
МУСІЄНКО Л.А. – викладачка
orcid.org/0000-0002-2982-9475
Уманський національний університет садівництва

Постановка проблеми. Нині цінними продовольчими і кормовими культурами є зернобобові. Тому система їх удобрення повинна одночасно враховувати потребу підвищення врожаю та його якості, оскільки вони виконують вагому роль у виробництві рослинного білка. Пояснюється це тим, що вміст білка в насінні може сягати 25–30%, а в соломі – до 10–15%. Зернобобові мають збалансований амінокислотний склад білків із високим вмістом цінних амінокислот, таких як лізин, триптофан, метіонін [1; 12].

Забезпечення елементами мінерального живлення створює умови нормального росту й розвитку рослин сочевиці, що сприяє підвищенню їх продуктивності та конкурентоспроможності відносно бур'янів [3]. Основним завданням системи удобрення є ефективне управління колообігом елементів живлення та їх балансом у системі ґрунт–рослина, що сприятиме створенню оптимальних умов живлення для нормального росту й розвитку сільськогосподарських культур [8]. Найактивніший спосіб впливу на поживний режим ґрунту – науково обґрунтоване застосування мінеральних добрив. Це впливає на формування продуктивності вирощуваних культур і здатне забезпечувати половину приросту врожаю [9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Першочергове значення в живленні, як зернобобових, так і інших культур мають азот, фосфор і калій. Азот для зернобобових був і залишається лімітувальним елементом живлення, його поступова акумуляція є головним чинником у формуванні врожаю рослин і родючості ґрунту [12].

Для реалізації генетичного потенціалу продуктивності рослин сочевиці необхідно забезпечити оптимальне співвідношення між всіма елементами мінерального живлення, особливо в критичні періоди вегетації (цвітіння, утворення бобів), оскільки нестача в ці періоди одного з них призводить до значного зниження продуктивності рослин, незважаючи на достатню забезпеченість іншими елементами. Питання живлення бобових рослин необхідно розглядати з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, кожного роду і навіть окремого виду, інакше розбіжність у поглядах може бути значною [1; 8]. Тому питання оптимального живлення сочевиці актуальне й нині.

Відношення зернобобових культур до азотного удобрення є спірним питанням. Згідно огляду літератури [12] одна частина вчених вважає, що внесення азоту мінеральних сполук негативно впливає на симбіотичну азотфіксацію, інша – необхідне лише стартове внесення невеликих доз азоту з мінеральними добривами для росту рослин на початкових стадіях вегетації.

Для більшості польових культур, практично на всіх типах ґрунтів, характерна висока ефективність від внесення фосфорних добрив. За низького вмісту фосфору майже неможливо отримати високі врожаї. Нестача цього елементу призводить до порушення фізіологічних процесів у рослинах, а також негативно впливає на їх азотне та калійне живлення [10]. Фосфати відносно малорухомі, тому важливим є доведення їх вмісту в ґрунті до рівня, за якого рослини вже не будуть реагувати на внесення фосфорних добрив. У майбутньому це дозволить поступово зменшити дози внесення фосфорних добрив і лише компенсувати винесення фосфору врожаями [10].

Одною з основних проблем сучасного землеробства є створення оптимальних умов калійного живлення рослин. Близько 65% ґрунтів України мають низьке і середнє забезпечення обмінним калієм. Виробництво калійних добрив в Україні не має змоги задовольнити потреби землеробства, тому для формування врожаїв і збереження родючості ґрунтів потрібно шукати нові методи оптимізації їх калійного режиму [2].

Мета статті. Встановити вплив удобрення на динаміку вмісту основних елементів живлення у чорноземі опідзоленому під посівами сочевиці в умовах Правобережного Лісостепу.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Правобережного Лісостепу України на дослідному полі Уманського національного університету садівництва. В досліді вирощувався сорт сочевиці Антоніна. Повторність досліду триразова. Площа дослідної ділянки 36 м^2,облікової – 25 м^2. Технологія вирощування сочевиці відповідала рекомендаціям для Лісостепової зони України. Попередником був ячмінь ярий.

Мінеральні добрива вносилися восени у вигляді суперфосфату гранульованого та калію хлористого та навесні, під передпосівну культивацію, у вигляді аміачної селітри і сульфату амонію. Контрольним варіантом слугували ділянки без застосування мінеральних добрив.

Дослідження проводилися відповідно до загальноприйнятої методики [11]. Відбирання ґрунтових проб і підготовку їх до аналізу проводили згідно з вимогами ДСТУ 4287 [5] і ДСТУ ISO 11464 [7]. Вміст азоту нітратних і амонійних сполук у ґрунті визначали згідно з ДСТУ 4729 [6]; рухомих сполук фосфору і калію – за модифікованим методом Чирикова згідно з ДСТУ 4115 [4].

Результати досліджень. Дослідженнями встановлено істотне підвищення в ґрунті вмісту азоту мінеральних сполук залежно від доз азотних добрив, а також строку визначення (табл. 1).

У фазу гілкування під посівами сочевиці, залежно від варіанту удобрення, у шарі ґрунту 0–20 см спостерігалися значні зміни вмісту азоту мінеральних сполук – від 23,3 до 30,9 мг/кг ґрунту. Внесення N_{30} та N_{60} у поєднанні з фосфорними і калійними добривами ($P_{30}K_{40}$) забезпечувало підвищення вмісту азоту мінеральних сполук відповідно на 14 та 33%.

У наступні фази росту й розвитку рослин сочевиці відмічалася тенденція до зменшення вмісту азоту мінеральних сполук у досліджуваних шарах ґрунту. Так,

Таблиця 1

Динаміка вмісту азоту мінеральних сполук ($N–NO_3$ + $N–NH_4$) під посівами сочевиці залежно від удобрення (2018–2021 рр.), мг/кг

Варіант досліду	Фаза росту й розвитку рослин											
	Гілкування			Цвітіння			Утворення бобів			Повна стиглість		
	Шар ґрунту, см											
	0–20	20–40	40–60	0–20	20–40	40–60	0–20	20–40	40–60	0–20	20–40	40–60
1*	23,3	19,3	15,2	20,6	14,9	11,1	14,4	11,2	8,4	5,9	4,0	3,0
2	23,8	19,3	14,5	21,2	14,3	11,5	14,9	11,4	8,7	6,0	4,2	3,2
3	29,7	20,3	15,1	23,1	13,7	13,1	15,0	17,0	8,7	6,8	5,5	4,2
4	30,0	20,3	15,1	22,7	14,4	13,2	14,7	11,1	8,1	6,8	5,1	4,1
5	26,6	20,2	14,7	21,2	14,5	12,0	15,0	11,2	8,3	6,9	4,4	3,7
6	27,0	20,5	14,9	21,3	14,3	12,3	15,2	10,8	8,8	6,9	4,3	3,8
7	30,9	21,0	14,6	23,4	14,0	13,0	15,4	11,1	9,1	7,4	4,9	3,8
8	26,6	20,3	15,0	21,3	13,9	12,0	15,5	11,1	9,0	7,3	4,7	3,9
9	26,6	20,1	15,1	21,8	14,1	12,3	14,9	10,7	9,5	7,7	4,9	4,2
10	30,4	20,5	15,4	23,1	14,5	13,4	14,7	11,4	9,4	7,9	4,5	4,3

Примітка.1. Без добрив (контроль), 2. $P_{30}K_{40}$ – фон, 3. K_{40} + N_{60}, 4. P_{30} + N_{60}, 5. Фон + N_{30}, 6. Фон + $N_{30}S_{34}$, 7. Фон + N_{60}, 8. Фон + N_{30} +Mo, 9. Фон + $N_{30}S_{34}$ + Mo, 10. Фон + N_{60} + Mo.

Таблиця 2

Динаміка вмісту рухомих сполук фосфору і калію у ґрунті під посівами сочевиці залежно від удобрення (2018–2021 рр.), мг/кг

Варіант досліду	Елемент живлення	Фаза росту й розвитку рослин							
		Гілкування		Цвітіння		Утворення бобів		Повна стиглість	
		Шар ґрунту, см							
		0–20	20–40	0–20	20–40	0–20	20–40	0–20	20–40
Без добрив (контроль)	P_2O_5	123	115	120	113	119	111	122	102
	K_2O	110	97	97	84	94	80	88	69
$P_{30}K_{40}$ – фон	P_2O_5	128	129	124	114	126	115	129	115
	K_2O	122	101	115	88	103	83	94	78
K_{40} + N_{60}	P_2O_5	120	112	117	114	111	112	120	102
	K_2O	120	103	115	87	102	82	96	77
P_{30} + N_{60}	P_2O_5	129	128	123	113	126	115	123	110
	K_2O	109	98	97	82	91	81	86	69
Фон + N_{30}	P_2O_5	130	124	128	115	126	114	124	114
	K_2O	120	102	115	86	100	81	92	78
Фон + $N_{30}S_{34}$	P_2O_5	132	127	129	117	127	115	125	102
	K_2O	124	102	116	87	102	82	91	79
Фон + N_{60}	P_2O_5	131	122	124	116	126	114	124	105
	K_2O	122	100	114	87	101	81	90	79
Фон + N_{30} + Mo	P_2O_5	132	129	126	116	127	117	125	106
	K_2O	126	101	115	86	100	80	91	78
Фон + $N_{30}S_{34}$ + Mo	P_2O_5	130	129	129	116	128	119	122	106
	K_2O	122	102	114	88	101	81	92	78
Фон + N_{60} + Mo	P_2O_5	128	126	128	117	124	116	121	104
	K_2O	123	102	115	88	101	80	90	79
$НІР_{05}$	P_2O_5	8	7	7	6	7	5	6	5
	K_2O	8	6	7	5	6	5	5	4

у фазу цвітіння сочевиці цей показник був в межах 20,6–23,4 мг/кг у шарі 0–20 см, 13,7–14,9– у шарі 20–40 та 11,1–13,4мг/кг у шарі 40–60 см. У фазу утворення бобів відмічалося значне зменшення вмісту азоту мінеральних сполук у шарі ґрунті 0–20 см відносно фази гілкування, різниця була від 8,9 мг/кг у варіантах контроль та фон до 15,7 мг/кг у варіанті досліду Фон + N_{60} + Мо.

У фазу повної стиглості насіння сочевиці вміст азоту мінеральних сполук у шарі ґрунту 0–20 см змінювався від 3,0 до 7,9 мг/кг залежно від варіанту досліду та шару ґрунту. Найбільш інтенсивне його зменшення пройшло в шарі ґрунту 0–20 см у варіанті досліду Фон + N_{60} – на 23,5 мг/кг, найменше – в контрольному варіанті досліду – на 17,4 мг/кг, або відповідно на 76 і 75%. Що стосується шарів ґрунту 20–40 та 40–60 см, то значних змін у динаміці вмісту азоту мінеральних сполук не відзначалося, що можна пов'язати розміщенням більшої частини кореневої системи у шарі ґрунту 0–20 см і затуханням мікробіологічних процесів з глибиною по профілю.

Вміст рухомих сполук фосфору й калію в ґрунті в усі періоди визначення залежав від удобрення і був вищий у шарі ґрунту 0–20 см (табл. 2). Це можна пояснити, як глибиною внесення добрив під час обробітку ґрунту, так і генетичними особливостями чорнозему опідзоленого.

Найбільший вміст рухомих сполук фосфору й калію в ґрунті спостерігався на початку вегетації у фазу гілкування сочевиці. В наступні фази вегетації у результаті використання рослинами для формування врожаю та трансформації сполук фосфору і калію в ґрунті відмічалося зниження їх вмісту. При цьому необхідно зазначити, що в кінці вегетації спостерігалась тенденція до відновлення вмісту рухомих сполук фосфору до позначок, як на початку вегетації. Щодо динаміки вмісту рухомих сполук калію, то така тенденція була менш вираженою.

Показник вмісту рухомих сполук калію в ґрунті зменшувався від фази гілкування до фази повної стиглості насіння сочевиці в межах 22–35 мг/кг у шарі 0–20 см та в межах 21–29 мг/кг ґрунту в шарі 20–40 см. Різниця між початком і кінцем вегетації була 22–35 мг/кг залежно від варіанту досліду.

Висновки. Внесення азотних добрив у дозі 30–60 кг/га азоту незалежно від форми – аміачна селітра чи сульфат амонію, сприяє поліпшенню азотного режиму ґрунту. Ці зміни найбільше стосуються шару ґрунту 0–20 см і майже не відбуваються в шарі 40–60 см. Від стадії гілкування до повної стиглості сочевиці вміст азоту мінеральних сполук знижується в 4–5 разів залежно від варіанту досліду, що свідчить про інтенсивне його засвоєння рослинами і трансформацію в ґрунті.

У фазу повної стиглості сочевиці різниця за вмістом у ґрунті рухомих сполук фосфору між варіантами досліду була в межах помилки досліду. Це означає, що фосфорні добрива внесені в дозі 30 кг/га д. р. під зяблеву оранку на глибину 22–24 см, сприяють поліпшенню фосфатного режиму ґрунту в першій половині вегетації сочевиці.

Зменшення вмісту рухомих сполук калію в ґрунті в динаміці за внесення калійних добрив у дозі 40 кг/га д. р. свідчить про засвоєння його рослинами і перехід в необмінний стан.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Господаренко Г. М., Любич В. В., Бомко С. М. Формування врожаю сої залежно від складових агротехнології. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2021. 184 с.
2. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Нікітіна О. В. Агрохімія калію / за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2021. 264 с.
3. Данильченко О. М., Жатова Г. О. Урожайність і якість насіння кормових бобів та сочевиці залежно від інокуляції бактеріальними препаратами і внесення мінеральних добрив. *Вісник ЖНАЕУ.* 2016. №1 (53), т. 1. С. 94–101.
4. ДСТУ 4115–2002. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003–01–01]. Київ : Державний комітет України з питань технологічного регулювання та споживчої політики, 2002. 9 с.
5. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 10 с.
6. ДСТУ 4729:2007 Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського[Чинний від 2008–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. III, 14 с. (Національний стандарт України).
7. ДСТУ ISO 11464-2007. Якість ґрунту. Попереднє обробляння зразків для фізико-хімічного аналізу (ISO 11464:2006, IDT). Чинний від 2009-10-01. Київ: Держспоживстандарт України, 2012.18 с.
8. Екологічні аспекти системи удобрення сільськогосподарських культур / В. В. Волкогон та ін. ; за ред. В. В. Волкогон. Київ : Аграрна наука, 2019. 264 с.
9. Коць С. Я., Петерсон Н. В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. Київ : Логос, 2005. 150 с.
10. Носко Б. С. Фосфатний режим ґрунтів і ефективність добрив. Київ : Урожай, 1990. 223 с.
11. Основи наукових досліджень в агрономії / Єщенко В. О. та ін. ; за ред. В. О. Єщенка. Вінниця : ПП «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
12. Симбіотична азотфіксація та врожай / Г. М. Господаренко та ін.; за ред. Г. М. Господаренка. Умань : Видавець «Сочінський М. М.», 2017. 324 с.

REFERENCES:

1. Hospodarenko H. M., Liubych V. V., Bomko S. M. (2021). Formuvannia vrozhaiu soi zalezhno vid skladovykh ahrotekhnolohii [Formation of the soybean crop depending on the components of agrotechnology]. Kyiv : TOV «TROPEA». 184 s. [in Ukrainian].
2. Hospodarenko H. M., Cherno O. D., Nikitina O. V. (2021). Ahrokhimiia kaliiu [Agrochemistry of potassium] / za zah. red. H. M. Hospodarenka. Kyiv : TOV «TROPEA», 2021. 264 s. [in Ukrainian].
3. Danylchenko O. M., Zhatova H. O. (2016). Urozhainist i yakist nasinnia kormovykh bobiv ta sochevytsi zalezhno vid inokuliatsii bakterialnymy preparatamy i vnesennia mineralnykh dobryv [Yield and quality of forage beans and lentils depending on inoculation with bacterial preparations and application of mineral fertilizers]. Visnyk ZhNAEU. №1 (53), t. 1. S. 94–10. [in Ukrainian].
4. DSTU 4115–2002. (2002). Grunty. Vyznachennia rukhomykh spoluk fosforu i kaliiu za modyfikovanym metodom Chyrykova. [Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium according to the modified Chirikov method]. [Chynnyi vid 2003–01–01]. Kyiv: Derzhavnyi komitet Ukrainy z pytan tekhnolohichnoho rehuliuvannia ta spozhyvchoi polityky. 9 s. [in Ukrainian].

5. DSTU 4287:2004. (2005). Yakist gruntu. Vidbyrannia prob. [Soil quality. Sampling of samples]. [Chynnyi vid 2005-07-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 10 s. [in Ukrainian].
6. DSTU 4729:2007 (2008). Yakist gruntu. Vyznachennia nitratnoho i amoniinoho azotu v modyfikatsii NNTs IHA im. O. N. Sokolovskoho [Soil quality. Determination of nitrate and ammonium nitrogen in the modification of the National Scientific Center “Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovskiy”]. [Chynnyi vid 2008–01–01]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy. III, 14 s. (Natsionalnyi standart Ukrainy). [in Ukrainian].
7. DSTU ISO 11464-2007 (2012). Yakist gruntu. Poperednie obrobliannia zrazkiv dlia fizyko-khimichnoho analizu [Soil quality. Preliminary processing of samples for physical and chemical analysis] (ISO 11464:2006, IDT). Chynnyi vid 2009-10-01. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy.18 s. [in Ukrainian].
8. Ekolohichni aspekty systemy udobrennia silskohospodarskykh kultur (2019). [Ecological aspects of the system of fertilization of agricultural crops] / V. V. Volkohon ta in.; za red. V. V. Volkohon. Kyiv : Ahrarna nauka. 264 s. [in Ukrainian].
9. Kots S. Ya., Peterson N. V. (2005). Mineralni elementy i dobryva v zhyvlenni roslyn [Mineral elements and fertilizers in plant nutrition]. Kyiv : Lohos. 150 s. [in Ukrainian].
10. Nosko B. S. (1990). Fosfatnyi rezhym gruntiv i efektyvnist dobryv [Phosphate regime of soils and efficiency of fertilizers]. Kyiv : Urozhai. 223 s. [in Ukrainian].
11. Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii (2014). [Basics of scientific research in agronomy] / Yeshchenko V. O. ta in.; za red. V. O. Yeshchenka. Vinnytsia : PP «Edelveis i K». 332 s. [in Ukrainian].
12. Symbiotychna azotfiksatsiia ta vrozhai (2017). [Symbiotic nitrogen fixation and yield] / H. M. Hospodarenko ta in.; za red. H. M. Hospodarenka. Uman : Vydavets «Sochinskyi M. M.». 324 s. [in Ukrainian].

Господаренко Г.М., Мусієнко Л.А. Поживний режим ґрунту під сочевицею залежно від удобрення

Мета. Встановити вплив удобрення на динаміку поживного режиму чорноземі опідзоленому під посівами сочевиці в умовах Правобережного Лісостепу.

Поживний режим ґрунту має вагомий вплив на обмін речовин у рослині. Основним показником, що його регулює є родючість ґрунту та система застосування добрив під сільськогосподарські культури.

Присутність у ґрунті мінеральних сполук азоту та рухомих сполук фосфору і калію стимулює продуційні процеси у рослинах. Однак, занадто високий рівень живлення ними рослин може перешкоджати вчасному формуванню репродуктивних органів і бути малоефективним. Тому є потреба в дослідженнях поживного режиму ґрунту та встановлення оптимальних доз внесення різних видів мінеральних добрив для його регулювання.

У формуванні продуктивності та якості врожаю сочевиці значна роль належить мінеральному живленню рослин, тому є важливим доскональне вивчення динаміки поживного режиму ґрунту під впливом різних складових технології вирощування, серед яких важливе значення має удобрення.

Методи. Для визначення динаміки поживного режиму ґрунту використовувався польовий, лабораторний та розрахунково-порівняльний методи.

Результати. Найбільш інтенсивні зміни поживного режиму ґрунту спостерігалися в шарі 0–20 см. Зміни вмісту азоту мінеральних сполук мали такий вигляд: найбільше зниження вмісту в процесі вегетації у варіанті Фон + N_{60} – на 23,5 мг/кг, найменше в контрольному варіанті – 17,4 мг/кг, або відповідно на 76 і 75%. Що стосується рухомих сполук фосфору і калію, то під кінець вегетації рослин відмічена тенденція незначного відновлення вмісту рухомих фосфатів.

Висновки. Активна зміна поживного режиму ґрунту упродовж вегетації рослин сочевиці спостерігалася у вмісті азоту мінеральних сполук. Вміст рухомих сполук фосфору і калію більше залежав від удобрення лише в першій половині вегетації сочевиці.

Ключові слова: чорнозем опідзолений, мінеральні добрива, азот мінеральних сполук, рухомі сполуки фосфору і калію.

Hospodarenko G.M., Musiienko L.A. Nutrient regime of the soil under lentils depending on the fertilizer

Purpose. To determine the influence of fertilizer on the dynamics of the nutrient status of podzolized chernozem under lentil crops in the conditions of the Right- Bank Forest Steppe.

The nutrient status of the soil has a significant impact on plant metabolism. The main indicator that regulates it is soil fertility and the system of applying fertilizers to agricultural crops.

The presence of mineral compounds of nitrogen and mobile compounds of phosphorus and potassium in the soil stimulates production processes in plants. However, too high a level of plant nutrition with them can prevent the timely formation of reproductive organs and be ineffective. Therefore, there is a need for research on the nutrient status of the soil and establishing optimal doses of various types of mineral fertilizers for its regulation.

In forming the productivity and quality of the lentil harvest, a significant role belongs to the mineral nutrition of plants, therefore, it is important to thoroughly study the dynamics of the nutrient status of the soil under the influence of various components of the growing technology, among which fertilization is important.

Methods. To determine the dynamics of the nutrient status of the soil, field, laboratory, and calculation-comparative methods were used.

Results. The most intense changes in the nutrient status of the soil were observed in the 0–20 cm layer. The changes in the nitrogen content of mineral compounds were as follows: the largest decrease in the content during the growing season in the Fon + N60 option was by 23.5 mg/kg, the smallest in the control option was 17,4 mg/kg, or by 76 and 75%, respectively. As for mobile compounds of phosphorus and potassium, towards the end of the growing season of plants, a slight recovery of the content of mobile phosphates was noted.

Findings. An active change in the nutrient status of the soil during the growing season of lentil plants was observed in the nitrogen content of mineral compounds. The content of mobile phosphorus and potassium compounds depended more on fertilization only in the first half of the lentil vegetation.

Key words: chernozem podzolized, mineral fertilizers, nitrogen of mineral compounds, mobile compounds of phosphorus and potassium.

УДК 633.11:631.95:575.21
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.5

ДЕПРЕСИВНІ НАСЛІДКИ ДІЇ НІТРОЗОАЛКІЛСЕЧОВИН У ПЕРШОМУ ПОКОЛІННІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

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 екогенетичних чинників різної природи дії дозволило вже створити велике розмаїття господарсько-цінних форм, що активно використовують у створені нових сортів культурних рослин, при генетичних дослідженнях з контролю цінних ознак, програмах зі зворотної генетики, для створення принципово нових комбінацій ознак та властивостей, швидкого перетворення вихідного рослинного матеріалу. Залишаються проблемними моменти з ушкоджувальною дією супермутагенів, котра призводить до суттєвого зниження життєздатності отриманої популяції, особливо в першому поколінні [1; 11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пшениця озима є ключовою продовольчою культурою для України та світу в цілому. Ураховуючи проблематику зміни клімату, поступово міграції та просування культур на південь в зони, котрі раніше не гарантували стабільно- високих врожаїв генетичне поліпшення цієї культури набуває нового стратегічного значення. Одним з варіантів стабільного стрімкого поліпшення є індуковане біорізноманіття через використання відповідних мутагенних чинників [9; 10].

Використання чинників, що індукують генетичне різноманіття пов'язане з ефектом так званої мутагенної депресії, що призводить до суттєвих проблем з підвищення дози чи концентрації цього чинника з огляду на необхідність отримати достатню кількість життєздатного фертильного матеріалу для дослідження [2; 3].

Основними шляхами вирішення цієї проблеми є застосування менш шкодочинних хімічних речовин (так званих супермутагенів), котрі при підвищенні мутаційної активності в 20 – 60 разів за рівнем фізіологічних наслідків не перевищують більш традиційні чинники на кшталт гамма-променів або швидких нейтронів [4; 5].

Іншим шляхом є розробка нових протоколів обробки з урахуванням фізіологічного стану вихідного матеріалу [8], використанням генетично-обумовлених механізмів стійкості до депресивних явищ, викликаних певними факторами, урахування сайт-специфічної природи мінливості при застосуванні хімічних генетично-активних речовин [6; 7].

Мета. За мету ставили виявити можливі депресивні наслідки при застосування мутагенів групи нітрозоалкілсечовин (так званих супермутагенів) у першого покоління рослин сортів пшениці озимої м'якої за показниками схожості, виживання, фертильності, структури врожайності для визначення оптимального протоколу обробки з огляду на отримання необхідної кількості матеріалу для подальших досліджень.

Матеріали та методика досліджень. Застосували як мутагени нітрозоалкілсечовини нітрозоетилсечовину та нітрозометилсечовину (далі тут та по тексту – НЕС та НМС), що відносяться до класу алкілуючих агентів та відомий своєю здатністю викликати мутагену депресії, але в окремих концентраціях та для окремих генотипів у НЕС стимуляцію та здатність підвищувати частоту мутацій без збільшення рівня фізіологічних порушень.

Насіння 8 сортів пшениці озимої Балатон, Боровиця, Зелений Гай, Золото України, Каланча, Нива Одеська, Полянка, Почайна обробляли розчином хімічного мутагену НЕС у концентраціях 0,01 та 0,025%, НМС у концентраціях0,0125 та 0,025%. Для кожної обробки були використані 1000 зерен пшениці озимої. Експозиція дії мутагену становила 18 годин. Для контролю використовували необроблені вихідні ініціальні форми (зерно вихідних форм, замочені у воді).

У поколінні М1 була оцінена схожість, виживання після зимнього періоду. 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 (4 варіанти), повторність однократна. Визначали фертильність зерен пилку за мікроскопування пофарбованих зразків, відібраних під час цвітіння колосу (досліджували не менш 20 препаратів за кожним варіантом). Під час збирання достиглих варіантів проводили аналіз 25 рослин на основні параметри структури врожайності – висота рослин, загальна та продуктивна кущистість, довжина, кількість колосків, озерненість головного колосу, вага зерна з головного колосу та рослини, маса тисячі зерен (далі – МТЗ).

Досліди 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 8.0.

Результати досліджень. Депресивні наслідки в першому поколінні були на початку досліджень проаналізовані за показниками схожості (через два тижні після посіву оброблених зразків) та виживання (після

закінчення періоду перезимівлі та початку активної вегетації рослин) (таблиця 1). Встановлено, що дія НЕС була менш шкідливою ніж дія НМС ($F = 8,17$; $F_{0,05} = 2,88$; $P = 0,01$). Доволі часто для більшості зразків дії НЕС 0,025% відповідала концентрація НМС 0,0125% (вдвічі менша) та статистичної різниці по загибелі рослин між ними не було ($F = 2,36$; $F_{0,05} = 3,11$; $P = 0,12$).

Також слід зауважити, що при дії НЕС віддалена загибель була набагато менш ймовірною і для багатьох сортів при дії концентрації 0,01% різниця не була статистично достовірною ($F = 2,19$; $F_{0,05} = 3,11$; $P = 0,09$), у той час як НМС характеризувалася високою загибеллю під час перезимівлі зі статистичною значущістю для обох варіантів ($F = 11,22$; $F_{0,05} = 3,88$; $P = 0,01$). В цілому показники схожості та виживання достовірно демонстрували депресивні наслідки дії як НЕС так і НМС зі зростанням концентрації ($F = 19,45$; $F_{0,05} = 3,62$; $P < 0,01$) та у відповідності для усіх генотипів ($F = 8,16$; $F_{0,05} = 4,11$; $P = 0,01$), що дозволяє нам віднести ці ознаки до тих, що надійно відтворюють факт мутагенної дії для досліджуваних чинників. Зелений Гай. Золото України, Нива Одеська та Полянка були більш вразливі до дії нітрозоалкілсечовин, сорт Почайна – найменш з вагомим відривом.

В таблиці 2 наведені дані щодо дослідження особливостей впливу екогенетичних чинників на фертильність пилку сортів пшениці. Показник більш варіабельний при

Таблиця 1

Схожість та виживання сортів пшениці озимої при дії нітрозоалкілсечовин в першому поколінні

Варіант	Схожість		Виживання	
	шт.	%	шт.	%
Балатон, кт.	987	98,7 ± 1,4[a]	949	94,9 ± 1,1[a]
Балатон, НЕС 0,01%	806	80,6 ± 1,2[b]	797	79,7 ± 1,1[b]
Балатон, НЕС 0,025%	743	74,3 ± 0,9[c]	731	73,1 ± 1,4[c]
Балатон, НМС 0,0125%	752	75,2 ± 1,1[c]	701	70,1 ± 1,2[d]
Балатон, НМС 0,025%	689	68,9 ± 1,0[d]	642	64,2 ± 0,9[e]
Боровиця, кт.	992	99,2 ± 1,6[a]	990	99,0 ± 1,5[a]
Боровиця, НЕС 0,01%	855	85,5 ± 1,0[b]	843	84,3 ± 1,1[b]
Боровиця, НЕС 0,025%	792	79,2 ± 1,3[c]	769	76,9 ± 1,1[c]
Боровиця, НМС 0,0125%	799	79,9 ± 1,2[c]	754	75,4 ± 1,1[c]
Боровиця, НМС 0,025%	706	70,6 ± 1,1[d]	650	65,0 ± 1,2[d]
Зелений Гай, кт.	997	99,7 ± 1,6[a]	981	98,1 ± 0,9[a]
Зелений Гай, НЕС 0,01%	849	84,9 ± 1,3[b]	831	83,1 ± 1,0[b]
Зелений Гай, НЕС 0,025%	788	78,8 ± 1,2[c]	761	76,1 ± 1,1[c]
Зелений Гай, НМС 0,0125%	776	77,6 ± 1,2[c]	730	73,0 ± 1,1[d]
Зелений Гай, НМС 0,025%	701	70,1 ± 1,0[d]	614	61,4 ± 1,1[e]
Золото України, кт.	992	99,2 ± 1,3[a]	984	98,4 ± 1,1[a]
Золото України, НЕС 0,01%	845	84,5 ± 0,9[b]	833	83,3 ± 1,3[b]
Золото України, НЕС 0,025%	764	76,4 ± 1,4[c]	743	74,3 ± 1,7[c]
Золото України, НМС 0,0125%	771	77,1 ± 1,0[c]	716	71,6 ± 1,0[d]
Золото України, НМС 0,025%	701	70,1 ± 1,9[d]	613	61,3 ± 1,3[e]
Каланча, кт.	988	98,8 ± 1,5[a]	980	98,0 ± 1,3[a]
Каланча, НЕС 0,01%	855	85,5 ± 1,0[b]	848	84,8 ± 1,1[b]
Каланча, НЕС 0,025%	788	78,8 ± 1,1[c]	764	76,4 ± 1,1[c]
Каланча, НМС 0,0125%	777	77,7 ± 1,2[c]	714	71,4 ± 1,3[d]
Каланча, НМС 0,025%	716	71,6 ± 1,2[d]	632	63,2 ± 1,3[e]
Нива Одеська, кт.	991	99,1 ± 0,9[a]	983	98,3 ± 1,3[a]
Нива Одеська, НЕС 0,01%	855	85,5 ± 1,0[b]	834	83,4 ± 1,2[b]
Нива Одеська, НЕС 0,025%	799	79,9 ± 1,3[c]	773	77,3 ± 1,1[c]
Нива Одеська, НМС 0,0125%	783	78,3 ± 1,3[c]	750	75,0 ± 0,7[c]
Нива Одеська, НМС 0,025%	706	70,6 ± 1,8[d]	614	61,4 ± 1,9[d]
Полянка, кт.	990	99,0 ± 1,1[a]	985	98,5 ± 1,2[a]
Полянка, НЕС 0,01%	866	86,6 ± 1,4[b]	835	83,5 ± 1,4[b]
Полянка, НЕС 0,025%	788	78,8 ± 1,6[c]	732	73,2 ± 1,3[c]
Полянка, НМС 0,0125%	800	80,0 ± 1,7[c]	714	71,4 ± 1,5[c]
Полянка, НМС 0,025%	717	71,7 ± 1,3[d]	614	61,4 ± 1,9[d]
Почайна України, кт.	992	99,2 ± 1,5[a]	983	98,3 ± 1,6[a]
Почайна, НЕС 0,01%	842	84,2 ± 1,3[b]	819	81,9 ± 1,0[b]
Почайна, НЕС 0,025%	807	80,7 ± 1,2[c]	779	77,9 ± 1,4[c]
Почайна, НМС 0,0125%	782	78,2 ± 1,5[c]	716	71,6 ± 1,3[d]
Почайна, НМС 0,025%	744	74,4 ± 1,9[d]	689	68,9 ± 1,8[e]

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA при $P_{0,05.}$

Таблиця 2

Фертильність як наслідок дії мутагенів

Сорт	Контроль	НЕС 0,01%	НЕС 0,025%	НМС 0,0125%	НМС 0,025%
Балатон	94,8 ± 0,9[a]	84,3 ±1,2[b]	79,6 ± 1,1[c]	77,1 ± 1,4[c]	70,5 ± 2,1[d]
Боровиця	95,9 ± 0,7[a]	83,2 ± 0,9[b]	76,4 ± 0,9[c]	77,0 ± 0,9[c]	69,2 ± 1,4[d]
Зелений Гай	97,2 ± 1,5[a]	80,6 ± 1,7[b]	75,9 ± 1,1[c]	76,1 ± 0,9[c]	71,2 ± 1,3[d]
Золото України	98,0 ± 0,8[a]	81,4 ± 1,2[b]	76,7 ± 1,4[c]	77,5 ± 1,4[c]	68,8 ± 1,6[d]
Каланча	96,3 ± 0,9[a]	83,2 ± 1,2[b]	74,7 ± 1,5[c]	75,1 ± 1,3[c]	70,7 ± 1,8[d]
Нива Одеська	97,8 ± 1,0[a]	81,8 ± 1,4[b]	75,0 ± 1,7[c]	76,4 ± 1,3[c]	69,5 ± 1,2[d]
Полянка	95,5 ± 0,8[a]	82,5 ± 0,9[b]	77,1 ± 1,4[c]	79,2 ± 1,8[c]	73,6 ± 1,5[d]
Почайна	95,9 ± 0,9[a]	82,4 ± 0,5[b]	76,5 ± 1,3[c]	78,5 ± 1,2[c]	72,0 ± 1,1[d]

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA при $P_{0,05.}$

Таблиця 3

Структур врожайності під впливом нітрозоалкілсечовин

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, НЕС 0,01%	72,3[b]	30,0[b]	0,82[b]	2,10[a]	31,0[b]
Балатон, НЕС 0,025%	70,1[b]	29,0[b]	0,79[b]	2,02[b]	29,1[c]
Балатон, НМС 0,0125%	70,0[b]	28,0[b]	0,80[b]	1,99[b]	28,9[c]
Балатон, НМС 0,025%	67,5[c]	26,0[bc]	0,70[c]	1,62[c]	24,1[d]
Боровиця, кт.	92,4[a]	28,0[a]	0,84[a]	2,09[a]	49,6[a]
Боровиця, НЕС 0,01%	87,2[b]	26,0[a]	0,73[b]	1,91[b]	44,0[b]
Боровиця, НЕС 0,025%	83,4[c]	24,0[b]	0,61[c]	1,63[c]	38,4[c]
Боровиця, НМС 0,0125%	86,1[b]	24,0[b]	0,63[c]	1,60[c]	37,0[d]
Боровиця, НМС 0,025%	80,3[d]	23,0[b]	0,50[d]	1,41[d]	35,1[e]
Зелений Гай, кт.	94,2[a]	27,0[a]	1,05[a]	2,45[a]	49,0[a]
Зелений Гай, НЕС 0,01%	85,0[b]	26,0[a]	0,80[b]	1,75[b]	37,9[b]
Зелений Гай, НЕС 0,025%	82,4[c]	24,0[b]	0,71[b]	1,61[c]	35,0[c]
Зелений Гай, НМС 0,0125%	82,0[c]	23,0[b]	0,72[b]	1,52[c]	35,1[c]
Зелений Гай, НМС 0,025%	79,6[d]	22,0[b]	0,61[c]	1,11[d]	32,2[d]
Золото України, кт.	89,9[a]	22,0[a]	1,02[a]	2,67[a]	43,5[a]
Золото України, НЕС 0,01%	82,9[b]	21,0[a]	0,90[b]	2,29[b]	41,0[b]
Золото України, НЕС 0,025%	80,2[c]	20,0[a]	0,81[c]	2,01[c]	38,1[b]
Золото України, НМС 0,0125%	80,4[c]	20,0[a]	0,77[c]	1,93[c]	37,0[c]
Золото України, НМС 0,025%	76,1[d]	18,0[ab]	0,50[d]	1,41[d]	34,1[d]
Каланча, кт.	83,6[a]	28,0[a]	1,09[a]	2,19[a]	48,1[a]
Каланча, НЕС 0,01%	80,9[b]	26,0[a]	0,91[b]	2,00[b]	42,6[b]
Каланча, НЕС 0,025%	77,1[b]	25,0[a]	0,71[c]	1,75[c]	37,9[c]
Каланча, НМС 0,0125%	74,3[c]	21,0[b]	0,72[c]	1,47[d]	34,8[d]
Каланча, НМС 0,025%	70,9[d]	21,0[b]	0,62[d]	1,23[e]	30,1[e]
Нива Одеська, кт.	82,0[a]	21,0[a]	1,18[a]	2,59[a]	45,1[a]
Нива Одеська, НЕС 0,01%	75,6[b]	20,0[a]	0,94[b]	2,21[b]	41,7[b]
Нива Одеська, НЕС 0,025%	72,5[c]	21,0[a]	0,81[c]	1,91[c]	38,1[c]
Нива Одеська, НМС 0,0125%	72,3[c]	20,0[a]	0,85[c]	1,78[d]	36,0[d]
Нива Одеська, НМС 0,025%	70,4[d]	18,0[a]	0,62[d]	1,39[c]	33,1[e]
Полянка, кт.	78,3[a]	27,0[a]	0,96[a]	2,17[a]	37,3[a]
Полянка, НЕС 0,01%	73,9[b]	25,0[ab]	0,81[b]	1,81[b]	33,6[b]
Полянка, НЕС 0,025%	70,1[c]	24,0[b]	0,70[c]	1,52[c]	31,0[c]
Полянка, НМС 0,0125%	70,2[c]	23,0[b]	0,72[c]	1,41[c]	31,5[c]
Полянка, НМС 0,025%	68,0[d]	20,0[c]	0,56[d]	1,15[d]	28,1[d]
Почайна України, кт.	71,3[a]	27,0[a]	1,10[a]	2,89[a]	49,8[a]
Почайна, НЕС 0,01%	66,1[b]	26,0[a]	0,91[b]	2,17[b]	42,7[b]
Почайна, НЕС 0,025%	62,9[c]	25,0[a]	0,82[c]	1,79[c]	39,4[c]
Почайна, НМС 0,0125%	63,0[c]	24,0[ab]	0,58[d]	1,60[d]	36,5[d]
Почайна, НМС 0,025%	60,3[d]	20,0[c]	0,42[e]	1,00[e]	34,0[e]

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA при $P_{0,05.}$

Таблиця 4

Результати дискримінантного аналізу за даними структури врожайності сортів, що отримали мутагенну дію (нітрозоалкілсечовини)

Змінні в моделі	Коефіцієнт Уілкса λ	F-remove (4,55)	p-level
Схожість, шт.	0,48	23,16	<0,01
Виживання, шт.	0,39	14,99	<0,01
Фертильність,%	0,49	22,10	<0,01
Висота, см	0,43	21,14	<0,01
Загальна кущистість	0,04	1,54	0,19
Продуктивна кущистість	0,04	1,76	0,18
Довжина головного колосу, см	0,03	1,56	0,19
Кількість колосків, шт.	0,06	2,18	0,13
Зерна з головного колосу, шт.	0,09	2,34	0,09
Вага зерна з головного колосу, гр.	0,21	7,19	0,01
Вага зерна з рослини, гр.	0,20	6,92	0,01
МТЗ, гр.	0,44	20,76	<0,01

дії кожної концентрації ніж попередній. Але, можна сказати, що мутагени менш впливають на фертильність досліджуваних генотипів ніж вплинули на виживання. Крім того, вплив більш рівномірний з огляду на окремі генотипи, хоча й цей чинник був вагомим при факторному аналізі ($F = 5,07$; $F_{0,05} = 4,11$; $P = 0,03$), в той час як для фактору концентрація ($F = 25,17$; $F_{0,05} = 3,62$; $P < 0,01$). НМС більш сильно підвищив стерильність отриманого матеріалу, ніж НЕС ($F = 17,83$; $F_{0,05} = 3,88$; $P < 0,01$).

Таким чином як показник фертильність пилку значно перевищує за мінливістю по концентраціях попередній варіант. Разом з тим, значення генотипу суттєво падає. Так, в цілому для варіанту НЕС 0,01% характерна фертильність на рівні 80–85%, для НЕС 0,025% рівне фертильності становив 75–80%, для НМС 0,0125% 75–80%, у НМС 0,025% 68–74%. Тобто з одного боку достатньо, щоб забезпечити ефективне запилення, з іншого – дія концентрацій НЕС 0,025% та НМС 0,0125% знову суттєво не відрізнялась в усіх випадках.

В таблиці 3 наведені дані щодо впливу мутагенів на окремі елементи структури врожайності. Проводився аналіз за 9 ознаками, але загальна та продуктивна кущистість, довжина, кількість колосків головного колосу не наведені, оскільки якась варіативність спостерігалась значимо лише при дії НМС 0,025% та тільки в окремих випадках при дії менш активних концентрацій. Ці ознаки слабоваріативні, тому наведені лише середньо- та високоваріативні ознаки висота рослин, озерненість головного колосу, вага зерна з головного колосу та рослини, маса тисячі зерен.

Серед наведених ознак за відтворенням мутагенної депресії виділилися як найбільш достовірні (мінливі під впливом певного мутагену) висота рослини – завжди відрізнялися від контролю дії усіх концентрацій, в деяких генотипів немає різниці між НЕС 0,01% та НЕС 0,025% ($F = 3,14$; $F_{0,05} = 3,55$; $P = 0,09$), НЕС 0,025% та НМС 0,0125% ($F = 1,93$; $F_{0,05} = 3,55$; $P = 0,11$). В усіх випадках чітко ідентифікується дія НМС 0,025% ($F = 93,17$; $F_{0,05} = 3,55$; $P < 0,01$). Підтверджено високий вплив генотипу ($F = 11,10$; $F_{0,05} = 3,55$; $P < 0,01$), зростання концентрації ($F = 29,19$; $F_{0,05} = 3,55$; $P < 0,01$) та природи мутагенного чинника ($F = 5,14$; $F_{0,05} = 3,55$; $P = 0,02$).

МТЗ як ознака майже в усіх випадках чітко демонструє статистично достовірне зниження з підвищенням концентрації нітрозоалкілсечовин, крім окремих випадків при переході від концентрації НЕС 0,025% до НМС 0,0125% в одному випадку між концентраціями НЕС ($F=11,33$; $F_{0,05}=3,14$; $P = 0,01$), де іноді немає достовірних відмінностей в мутагенної депресії. Завжди відрізняється за проявом депресії з контролем ($F = 28,11$; $F_{0,05} = 2,49$; $P < 0,01$. Підтверджено високий вплив генотипу ($F = 31,92$; $F_{0,05} = 3,55$; $P < 0,01$), зростання концентрації ($F = 48,17$; $F_{0,05} = 3,55$; $P < 0,01$) та природи мутагенного чинника ($F = 9,77$; $F_{0,05} = 3,55$; $P < 0,01$). Таким чином, ці ознаки є надійним показником мутагенної депресії.

Ознака кількість зерне з колосу майже не варіює та лише дія концентрації НМС 0,025% завжди призводить до значимого зниження. Взагалі ознака відрізняється низькою мінливістю.

Ознаки вага зерно з головного колосу та вага зерна з рослини в цілому варіюють більш-менш подібно та подібно реагують по мутагенній депресії на підвищення концентрацій в цілому, але іноді їх реакція відрізняється в межах окремого генотипу. Підтверджено високий вплив генотипу ($F = 13,14$; $F_{0,05} = 3,55$; $P < 0,01$), зростання концентрації ($F = 18,96$; $F_{0,05} = 3,55$; $P < 0,01$) та природи мутагенного чинника ($F = 4,14$; $F_{0,05} = 3,55$; $P = 0,03$).

Для ідентифікації модельності окремих ознак з огляду на виявлення явища мутагенної депресії був проведений дискримінантний аналіз за усіма ознаками, що досліджувались у сортів, що отримали мутагену дію (таблиця 4).

В результаті достовірно виділили такі ознаки як схожість, виживання, фертильність, висота рослин та МТЗ. Непогано також відтворюють мутагенну депресію показники вага зерна з головного колосу та вага зерна з рослини. Інші показники демонструють зниження лише при високих концентраціях нітрозоалкілсечовин.

Висновки. Нітрозоалкілсечовини як супермутагени показали суттєву більш високу депресію за показниками в першому поколінні ніж раніше досліджений 1,4-бісдіазоацетилбутан (ДАБ), але навіть вищі концентрації з застосованих не призвели до критичного чи навіть напівлетального зниження показників онтогенезу у рослин першого покоління, тому застосовані концентрації слід вважати прийнятними до практичного використання. За своєю ушкоджувальною здатністю НЕС суттєво поступається НМС. Модельними для виявлення мутагенної депресії подібно до ДАБ виявились показники схожості, виживання (в меншій ступені ніж для ДАБ), фертильності, висоти рослини та маси тисячі зерен, але генотип-мутагенна специфічність суттєво знизилась, особливо для показника зниження фертильності, роль концентрація навпаки, виросла. Тобто добрані концентрації більш контрастні в дії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Abdoun A., Mekki L., Hamwieh A., Badr A. (2022). Effects of γ-radiation on chickpea (Cicer arietinum) varieties and their tolerance to salinity stress. *Acta Agriculturae Slovenica*, 118(2), 1–16. doi: 10.14720/aas.2022.118.2.2538
2. Cann D., Hunt J., Rattey A., Porker K. (2022). Indirect early generation selection for yield in winter wheat. *Field Crops Research*, 282, 108505. doi: 10.1016/j.fcr.2022.108505
3. 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
4. Mangi N., Baloch A., Khaskheli N., Ali M., Afzal W. (2021). Multivariate Analysis for Evaluation of Mutant Bread Wheat Lines Using Metric Traits. *Integrative Plant Sciences*, 1(1), 29–34. https://doi.org/10.52878/ipsci.2021.1.1.4
5. Nazarenko M. (2016). Identification and characterization of mutants induced by gamma radiation in winter wheat (Triticum aestivum L.). *Scientific Papers. Series A. Agronomy,* LIX, 350–353.
6. 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.
7. Shu Q.Y., Forster B.P., Nakagava H., Plant mutation breeding and biotechnology. CABI publishing, Vienna, 2013. P. 611.
8. 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.
9. Yali W., Mitiku T. (2022). Mutation Breeding and Its Importance in Modern Plant Breeding. *Journal of Plant Sciences*, 10(2), 64–70. doi: 10.11648/j.jps.20221002.13
10. Yakymchuk R. A., Valyuk V. F., Sobolenko, L. Y., Sorokina S. I. (2021). Induction of useful mutations in Triticum aestivum in the conditions of the radionuclide-contaminated alienation zone of the Chornobyl Power Plant. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(3), 506–512. doi:10.15421/022169
11. Xicun D., Xia Y., Wenjian L. (2016). Plant Mutation Breeding with Heavy Ion Irradiation at IMP. *Journal of Agricultural Science*, 8(5), 34–41. doi: 10.5539/jas.v8n5p34

REFERENCES:

1. Abdoun A., Mekki L., Hamwieh A., Badr A. (2022). Effects of γ-radiation on chickpea (Cicer arietinum) varieties and their tolerance to salinity stress. *Acta Agriculturae Slovenica*, 118(2), 1–16. doi: 10.14720/aas.2022.118.2.2538
2. Cann D., Hunt J., Rattey A., Porker K. (2022). Indirect early generation selection for yield in winter wheat. *Field Crops Research*, 282, 108505. doi: 10.1016/j.fcr.2022.108505
3. 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
4. Mangi N., Baloch A., Khaskheli N., Ali M., Afzal W. (2021). Multivariate Analysis for Evaluation of Mutant Bread Wheat Lines Using Metric Traits. *Integrative Plant Sciences*, 1(1), 29–34. https://doi.org/10.52878/ipsci.2021.1.1.4
5. Nazarenko M. (2016). Identification and characterization of mutants induced by gamma radiation in winter wheat (Triticum aestivum L.). *Scientific Papers. Series A. Agronomy,* LIX, 350–353.
6. 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.
7. Shu Q.Y., Forster B.P., Nakagava H., Plant mutation breeding and biotechnology. CABI publishing, Vienna, 2013. P. 611.
8. 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.
9. Yali W., Mitiku T. (2022). Mutation Breeding and Its Importance in Modern Plant Breeding. *Journal of Plant Sciences*, 10(2), 64–70. doi: 10.11648/j.jps.20221002.13
10. Yakymchuk R. A., Valyuk V. F., Sobolenko, L. Y., Sorokina S. I. (2021). Induction of useful mutations in Triticum aestivum in the conditions of the radionuclide-contaminated alienation zone of the Chornobyl Power Plant. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(3), 506–512. doi:10.15421/022169
11. Xicun D., Xia Y., Wenjian L. (2016). Plant Mutation Breeding with Heavy Ion Irradiation at IMP. *Journal of Agricultural Science*, 8(5), 34–41. doi: 10.5539/jas.v8n5p34

Горщар В.І., Назаренко М.М. Депресивні наслідки дії нітрозоалкілсечовин у першому поколінні пшениці озимої

Генеральною тенденцією є генетичне поліпшення пшениці озимої, одним з варіантів котрого є індуковане біорізноманіття через використання відповідних мутагенних чинників. **Мета.** За мету ставили виявити можливі депресивні наслідки при застосування мутагенів групи нітрозоалкілсечовин у першого покоління рослин сортів пшениці озимої м'якої за показниками схожості, виживання, фертильності, структури врожайності для визна-

чення оптимального протоколу обробки з огляду на отримання необхідної кількості матеріалу для подальших досліджень. **Методи:** Насіння 8 сортів пшениці озимої Балатон, Боровиця, Зелений Гай, Золото України, Каланча, Нива Одеська, Полянка, Почайна обробляли розчином хімічного мутагену НЕС у концентраціях 0,01 та 0,025%, НМС у концентраціях0,0125 та 0,025%. У поколінні М1 була оцінена схожість, виживання, фертильність зерен пилку, проводили аналіз параметрів структури врожайності. **Результати.** Встановлено, що дія НЕС була менш шкідливою ніж дія НМС. Доволі часто для більшості зразків дії НЕС 0,025% відповідала концентрація НМС 0,0125%. При дії НЕС віддалена загибель була набагато менш ймовірною, у той час як НМС характеризувалася високою загибеллю під час перезимівлі. Мутагени менш впливають на фертильність досліджуваних генотипів ніж вплинули на виживання. Він більш рівномірний з огляду на окремі генотипи, НМС більш сильно підвищив стерильність отриманого матеріалу, ніж НЕС. Серед параметрів структури за відтворенням мутагенної депресії виділилися як найбільш достовірні висота рослини, МТЗ. Ознака кількість зерен з колосу майже не варіює. Ознаки вага зерно з головного колосу та вага зерна з рослини в цілому варіюють у відповідності з підвищенням концентрацій в цілому, але іноді їх реакція відрізняється в межах окремого генотипу. **Висновки.** Дія нітрозоалкілсечовини не призвела до критичного чи навіть напівлетального зниження показників онтогенезу у рослин першого покоління, тому застосовані концентрації слід вважати прийнятними до практичного використання. За своєю ушкоджувальною здатністю нітрозоетилсечовина суттєво поступається нітрозометилсечовині. Модельними для виявлення мутагенної виявились показники схожості, виживання, фертильності, висоти рослини та маси тисячі зерен, але генотип-мутагенна специфічність суттєво знизилась.

Ключові слова: пшениця озима, мутагенна депресія, нітрозоалкілсечовини.

Horshchar V.I., Nazarenko M.M. Depressive effects of nitrosoalkylureas at the winter wheat first generation

The general trend is the genetic improvement of winter wheat, one of the variants of which is induced biodiversity through the use of appropriate mutagenic factors. **Purpose.** The aim was to identify possible depressive effects when using mutagens of the nitrosoalkylureas group in the first generation of plants of soft winter wheat varieties based on indicators of germination, survival, fertility, and yield structure in order to determine the optimal processing protocol in view of obtaining the necessary amount of material for further research. **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 NEU in concentrations of 0.01 and 0.025%, NMU in concentrations of 0.0125 and 0.025%. 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 NEU was less harmful than the action of NMU. Quite often, for most samples, 0.025% HEU action corresponded to 0.0125% NMU concentration. With NEU, remote mortality was much less likely, while NMU was characterized by high mortality during overwintering. Mutagens have less influence on the fertility of the studied genotypes than they have on survival. It is more uniform with regard to individual genotypes, NMU increased the sterility of the obtained material more than HEU. Among the parameters of the structure based on the reproduction of mutagenic depression, the most reliable plant height and TGW stood out. The sign of the number of grains from an ear almost does not vary. Signs weight of grain from the main ear and weight of grain from the plant as a whole vary in accordance with the increase in concentrations as a whole, but sometimes their reaction differs within a separate genotype. **Findings.** The action of nitrosoalkylureas did not lead to a critical or even semlethal decrease in ontogenesis indicators in first-generation plants, so the applied concentrations should be considered acceptable for practical use. In terms of its damaging ability, nitrosoethylurea is significantly inferior to nitrosomethylurea. Indicators of germination, survival, fertility, plant height and weight of one thousand grains turned out to be model for detecting mutagenicity, but the genotype-mutagenic specificity decreased significantly.

Key words: winter wheat, mutagenic depression, nitrosoalkylureas.

УДК 633.658:638.5 (477.4+292.485)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.6

ФОРМУВАННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗЕРНА СОЧЕВИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ

КОРШЕВНЮК С.П. – аспірант
orcid.org/0000-0002-3997-6743
Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Сочевиця за своїми цінними харчовими властивостями випереджує традиційні зернобобові культури сою і горох [1]. Система адаптивних технологій вирощування зернобобових культур в Україні не завжди позитивно корелює із якісними (продовольчими) показниками їх зерна, що обумовлено як загальним намаганням отримати максимум продуктивності, що часто негативно відображується на рівні якості, а з іншого боку, зумовлене достатньою вивченістю впливу окремих агротехнологічних факторів на динаміку та вираженість якісних показників сформованого врожаю [2]. У результуючому підсумку валові показники урожаю не компенсуються якісними показниками, які є вкрай важливими для цієї групи культур [3]. Сочевиця у цьому плані не є виключенням і для не вкрай важливим є комплексна оцінка застосованих варіантів технології її вирощування як на загальні рівні продуктивності рослин, так і на основні якісні параметри зерна з огляду на основне продовольче її застосування у багатьох країнах в тому числі і в Україні [4]. З огляду на це, дослідження впливу поєднання комплексу передпосівної обробки насіння сочевиці та застосування системи позакореневих підживлень на базові показники якості сформованого зерна є актуальним завданням, яке потребує відповідного наукового узагальнення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо [2; 5], що сочевиця є цінною харчовою зернобобовою культурою, яка з давніх часів використовуються на харчові цілі.

Відмічається [3, 6–8], що в 100 грамах насіння сочевиці в середньому міститься: 340–346 кКал, 20,2 г протеїну, 0,6 г жиру, 65 г загальних карбогідратів, 68 мг Ca, 325 мг P, 7 мг Fe, 29 мг Na, 780 мг K, 0,46 мг тіаміну, 0,33 мг рибофлавіну, 1,3 мг ніацину [6]. Білок насіння сочевиці на 90% розчиняється у воді і розчині NaCl, тому легко засвоюється організмом людини та тварини. Коефіцієнт перетравності протеїну борошна сочевиці становить 86%, тоді як, насіння вівса – тільки 76%.

За вмістом лізину, фенілаланіну, треоніна і лейцину, білок сочевиці схожий з білком курячого яйця. Однак метіонін і триптофан знаходяться в дефіциті [9]. За рівнем перетравності і засвоюваностіі організмом людини білки сочевиці лише трохи поступаються білкам тваринного походження – на рівні 86%.

Разом з тим, сочевиця та продукти її переробки є сировиною для виготовлення різноманітних комбікормових та харчових продуктів різного харчового використання [10] завдяки своїм унікальним властивостям, які було детально описано в розділі 1 дисертації сочевиця в сучасному світі переробляється як для виготовлення концентратів замінників класичних молочних продуктів до компонентів замінників м'яса і навіть виготовлення ліків [11].

При цьому відмічається, що обробка насіння мікроелементами, такими як Zn, Fe, Mn, Mo, B, Cu, покращує процеси формування бобів, підвищує вміст білка в насінні на 0,77–1,57% та підвищує інші якісні показники. При цьому, найбільш ефективним є прийом обробки насіння препаратами де міститься молібден [10–13].

Позитивним у плані якості зерна сочевиці є застосування передпосівної інокуляції насіння. Так, відмічається [12], що цей агрозахід дозволяє підвищити вміст білка у зерні сочевиці на 0,8–1,7%, а вміст крохмалю на 1,6–2,8%. При цьому якісно змінюється характер накопичення цінних амінокислот за зниження буферних речовин.

З іншого боку, вказується [7; 13], що вплив на формування якісних показників зерна сочевиці залежить від строків застосування позакореневих підживлень, типу інокулянта у взаємодії із погодніми умовами. При цьому характер взаємодії окреслиних факторів є багатогранним і потребує уточнення щодо оптимального варіанту застосування за комплексної оцінки всіх чинників поставлених на вивчення.

Метою досліджень було дослідити та визначити варіант комбінованого поєднання передпосівної обробки насіння сочевиці у взаємодії із позакореневими підживленнями на фоні відповідних гідротермічних режимів вегетації на формування якісних показників зерна сочевиці.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводились у рамках вивчення формування продуктивності сочевиці на зерно залежно від технологічних прийомів вирощування. Польові дослідження проводили впродовж 2019–2021 років на базі дослідного господарства «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету (с. Агрономічне Вінницького району Вінницької області).

Агротехнологічна характеристика дослідного поля: рівний рельєф, тип грунту сірі лісові із такими властивостями: глибина гумусово-елювіального горизонту 30 см, колір сірий, низький вміст гумусу – 1,97% та лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 67 мг/кг ґрунту, підвищений вміст рухомого фосфору (за Чиріковим) – 140 мг/кг ґрунту та середній обмінного калію (за Чиріковим) – 90 мг/кг ґрунту. Сума вібраних основ – 1,45 мг.-екв. на 100 г ґрунту за гідролітичної кислотності 3,44 мг.екв./100 г ґрунту при Рн 5,5–5,7. Слід зауважити, що погодні умови за період доліджень знаходились у межах норми відхилень для умов нестійкого

зволоження. Відповідно до представлених графічних представлень роки досліджень за показником ГТК вегетаційний період сочевиці можна віднести до наступних класифікуючих категорій $ГТК_{2018}$ – 1,179, $ГТК_{2019}$ – 1,690, $ГТК_{2020}$ – 1,859, $ГТК_{2021}$ – 1,369 (табл. 1).

Розрахункові погодні константи вегетації сочевиці представлено у таблиці 2.

Таким чином, гідротермічні режими років досліджень мали істотні відмінності за базовими показниками, із розподілом їх у ряду зростання стресовості по відношенню до забезпечення оптимальних темпів росту і розвитку рослин сочевиці у наступному порядку 2019–2020–2021 роки.

Програмою досліджень було передбачено закладення одного багатофакторного польового досліду схема якого представлена у табл. 3.

Повторність у досліді чотирьохразова. Розміщення варіантів – систематичне у два яруси. Площа облікової дослідної ділянки – 25 м^2, загальної – 40 м^2.

Сівбу проводили у другій декаді квітня звичайним рядковим способом Норма висіву 2,1–2,2 млн. схожих насінин на 1 га при глибині заробки насіння – 4–5 см. Після сівби застосовували коткування. У дослідженях використано районований сорт сочевиці Лінза.

Технологія вирощування сочевиці включала базові елементи рекомендовані для зони Лісостепу правобережного [14]. Для контролю бур'янів використовували гербіцид Пульсар (40 г/л імазамокс) 0,75 л/га у фазу 2 трійчастого листка.

Попередник у всіх варіантах досліду озима пшениця. Проводився основний обробіток ґрунту після збирання попередника, він передбачав дискування на глибину 6–8 см та осінню оранку на глибину 23–25 см. Навесні проводили передпосівний обробіток ґрунту, який передбачав культивацію на глибину загортання насіння. Під передпосівний обробіток грунту на всіх варіантах застосовувалось фонове удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}$ із застосуванням нітроамофоски (17% д.р.).

У день сівби насіння сочевиці обробляли згідно схеми польового досліду У позакореневі підживлення використовували мікродобрива передбачені схемою досліду з підживленням на початку стеблування та початку бутонізації.

Контрольний варіант досліду включав обробку насіння водою у об'ємах передбачених технологією проведення інокуляції та передпосівної обробки насіння мікроелементами та не включав передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень.

Вміст загального азоту і сирого протеїну у відсотках до сухої речовини на основі встановлення загального азоту за К'єльдалем (ДСТУ ISO 5983:2003). Визначення сирої клітковини базувалося на методиці Гоннеберга – Штоммана – ГОСТ 13496.2-91 [15]. Визначення вмісту крохмалю проводили за допомогою поляриметра А (виробник CARL ZEISSJENA, Німеччина) із точністю 0,1% згідно з вимогами ДСТУ 46.045:2003 [15].

Результати досліджень. Застосовані фактори оптимізації живлення сочевиці впливали на

Таблиця 1

Середньомісячний гідротермічний коефіцієнт за періодтравень–серпень, 2019–2021 рр.

Рік	Місяці				Середнє значення за період вегетації
	V	VI	VII	VIII	
2019	4,710	1,555	1,003	0,235	1,690
2020	5,489	1,474	0,649	0,474	1,859
2021	4,204	2,662	0,530	1,077	1,543

Таблиця 2

Параметри погодних умов періоду вегетації сочевиці (2019–2021 рр.)

Коефіцієнт посушливості М. В. Бова на періоди обліку			За період травень – липень					
			сума опадів, мм	середня за період		ГТК	випаровуваність, мм	коефіцієнт зволоження М.М. Іванова
10.04	10.06	10.08		середньодобова температура повітря, °С	відносна вологість повітря, %			
2019 р.								
3,09 2,78*	5,41 5,19	1,77 1,67	402,2	18,6	72	2,350	342	1,176
2020 р.								
2,59 1,91	1,55 1,54	1,36 1,28	325,5	17,6	70	2,010	327	0,995
2021 р.								
2,65 2,22	2,00 1,79	1,20 1,05	261,5	20,2	65	1,407	367	0,713

Примітка.* в знаменнику значення коефіцієнта для 2/3 запасів вологи.

показники якості її зерна (табл. 4). Так відмічено збільшення вмісту сирого протеїну за поступового зростання факторів інтенсифікації варіантів досліду із мінімального середнього за період досліджень значення 27,2% у варіанті без застосування додаткових заходів оптимізації живлення сочевиці до 29,7% у варіанті повного і комплексного їх поєднання. При цьому відмічено зростання його значення у співставлені середнього по варіантах без інокуляції і при є застосуванні на 1,3%. Збільшення вмісту сирого протеїну на 0,2–0,3% визначено у варіантах застосування обробки насіння мікроелементами та на 0,2%, 0,5% та 0,8% за послідовного використання позакореневих підживлень Ярило активний старт PRO, Авангард Комплекс Бобові та їх поєднання.

Вміст загального азоту також послідовно підвищувався за інтенсифікації факторів оптимізації живлення сочевиці з максимальним значенням на рівні 4,69% у варіанті комплексного застосування технологічних факторів досліду із приростом 0,33% у співставлені до мінімального значення у контрольному варіанті.

При цьому у середньому варіанти з інокуляцією мали вміст загального азоту на 0,23% вищий у співставлені до середнього на варіантах без інокуляції. Істотних змін у величині показника при застосуванні обробки насіння мікроелементами не відмічено, а комбіноване застосування підживлень мікродобривами забезпечило статистично істотний приріст до контролю без застосування даного заходу на рівні 0,17%.

Вміст крохмалю у середньому за період досліджень також мав стійку тенденцію до зростання із різницею між граничними варіантами схеми досліду на рівні 1,8%. Різниця між фоновими варіантами з інокуляцією і без неї за період досліджень сягнула значення 0,85%, застосування обробки насіння мікроелементами підвищило значення показника на 0,40%.

Таблиця 3

Схема досліду з вивчення комбінованого поєднання інокуляції та застосування мікроелементів за вирощування сочевиці (передпосівний фон удобрення для всіх варіантів $N_{30}P_{30}K_{30}$)

Інокуляція насіння азотфіксуючими мікроорганізмами (чинник А)	**Передпосівна обробка насіння мікроелементами (чинник В)**	**Позакореневе підживлення мікродобривами (чинник С)**
Без інокуляції (A_1)	Контроль (без обробки) (B_1)	(C_1) Без підживлення
		(C_2) Ярило активний старт PRO (2.0 л/га у фазу початку стеблування (ВВСН* 13–15))
		(C_3) Авангард Комплекс Бобові (2.0 л/га у фазу початку бутонізації (ВВСН 53–55))
		(C_4) Ярило активний старт PRO (2.0 л/га у фазу початку стеблування (ВВСН 13–15)) + Авангард Комплекс Бобові (2.0 л/га у фазу початку бутонізації (ВВСН 53–55))
	Оракул насіння (1 л/т) (B_2)	(C_1) Без підживлення
		(C_2) Ярило активний старт PRO (2.0 л/га у фазу початку стеблування (ВВСН* 13–15))
		(C_3) Авангард Комплекс Бобові (2.0 л/га у фазу початку бутонізації (ВВСН 53–55))
		(C_4) Ярило активний старт PRO (2.0 л/га у фазу початку стеблування (ВВСН 13–15)) + Авангард Комплекс Бобові (2.0 л/га у фазу початку бутонізації (ВВСН 53–55))
Інокуляція Андеріз-р (багатокомпонентний інокулянт (2 л/т)) (A_2)	Контроль (без обробки) (B_1)	(C_1) Без підживлення
		(C_2) Ярило активний старт PRO (2.0 л/га у фазу початку стеблування (ВВСН* 13–15))
		(C_3) Авангард Комплекс Бобові (2.0 л/га у фазу початку бутонізації (ВВСН 53–55))
		(C_4) Ярило активний старт PRO (2.0 л/га у фазу початку стеблування (ВВСН 13–15)) + Авангард Комплекс Бобові (2.0 л/га у фазу початку бутонізації (ВВСН 53–55))
	Оракул насіння (1 л/т) (B_2)	(C_1) Без підживлення
		(C_2) Ярило активний старт PRO (2.0 л/га у фазу початку стеблування (ВВСН* 13–15))
		(C_3) Авангард Комплекс Бобові (2.0 л/га у фазу початку бутонізації (ВВСН 53–55))
		(C_4) Ярило активний старт PRO (2.0 л/га у фазу початку стеблування (ВВСН 13–15)) + Авангард Комплекс Бобові (2.0 л/га у фазу початку бутонізації (ВВСН 53–55))

* – фаза розвитку сочевиці за шкалою Задокса.

Застосування позакореневих підживлень послідовно з одинарного на фазу стеблування до комбінованого у дві фази забезпечили послідовне збільшення вмісту крохмалю на 0,35%, 0,62% та 0,93%.

Вміст сирої клітковини мав найменш виражену реакцію на застосовані заходи оптимізації живлення сочевиці із незначним приростом на рівні 0,12% при співставлені граничних технологічних варіантів у розрізі системи досліду і статистично достовірна різниця відмічалась лише при співставленні варіантів із подвійним позакореневим підживленням як на фонах без інокуляції насіння, так і на фонах із її застосуванням. Такий характер пояснюється певними закономірностями у хімічному складі зерна за співвідношенням протеїнів, жиру, клітковини і золи [7; 10] та визначеним різнорідним характером впливу на окремі вказані складові застосованих заходів у досліді. Ці ж висновки підтверджуються результатами дисперсійного багатофакторного аналізу з оцінкою впливу факторів досліду на формування величини результативної ознаки (рис. 1) де найменша частка факторів поставлених на вивчення станолена для показника вмісту сирої клітковини.

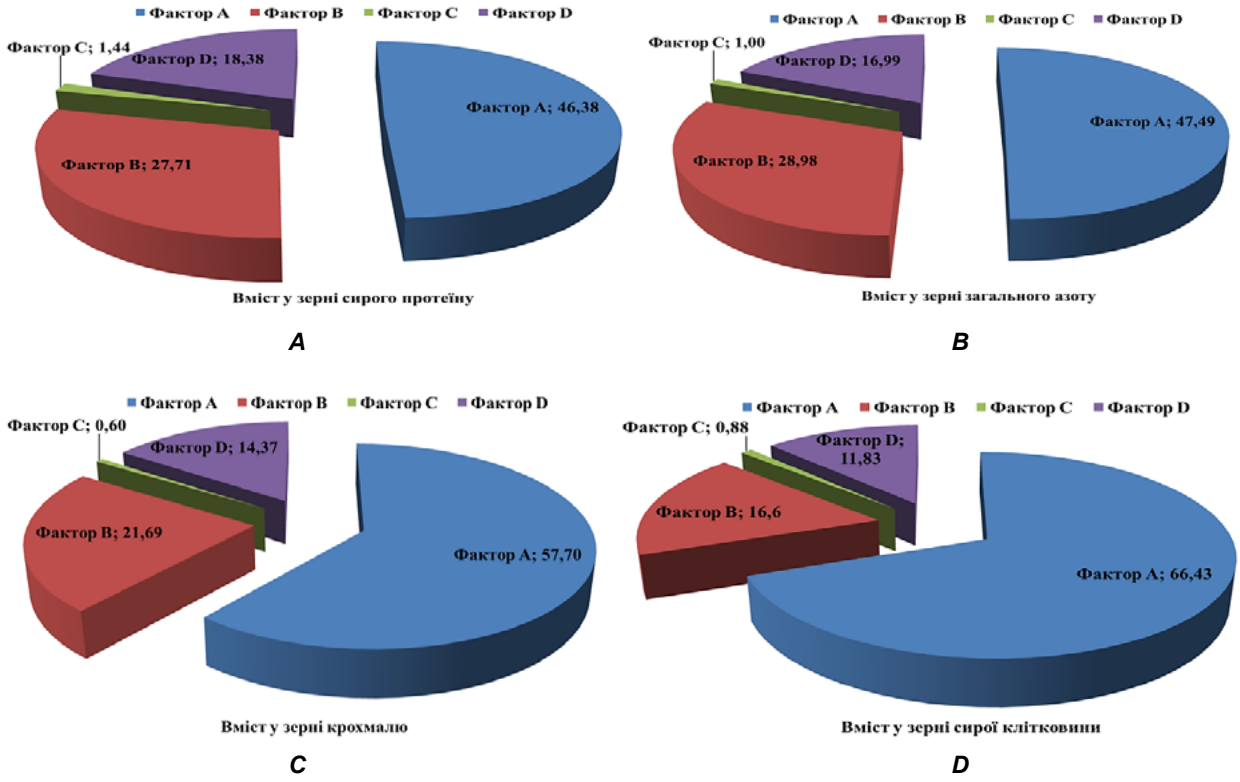
Слід відмітити високий рівень детермінації всіх показників якісного складу зерна сочевиці від чин-

Таблиця 4

Якісні показники зерна сочевиці сорту Лінза залежно від комбінованого поєднання інокуляції та застосування мікроелементів,%, середнє за 2019–2021 рр. (передпосівний фон удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}$)

Інокуляція (чинник А)	Обробка насіння (чинник В)	Позакореневе підживлення (чинник С)	Сирий протеїн, %	Загальний азот, %	Вміст крохмалю, % (на аб. сух. реч.)	Вміст сирої клітковини, %
Без інокуляції	Контроль (без обробки)	Без підживлення	27,2	4,36	53,4	3,32
		Ярило активний старт PRO	27,4	4,38	53,8	3,35
		Авангард Комплекс Бобові	27,6	4,41	54,2	3,37
		Ярило активний старт PRO + Авангард Комплекс Бобові	27,9	4,46	54,5	3,39
	Оракул насіння (1 л/т)	Без підживлення	27,5	4,37	53,6	3,34
		Ярило активний старт PRO	27,8	4,39	53,9	3,37
		Авангард Комплекс Бобові	28,1	4,40	54,1	3,39
		Ярило активний старт PRO + Авангард Комплекс Бобові	28,4	4,42	54,5	3,42
Інокуляція Андеріз-р (2 л/т)	Контроль (без обробки)	Без підживлення	28,6	4,57	54,3	3,35
		Ярило активний старт PRO	28,8	4,60	54,8	3,39
		Авангард Комплекс Бобові	29,0	4,64	55,1	3,41
		Ярило активний старт PRO + Авангард Комплекс Бобові	29,2	4,68	55,3	3,44
	Оракул насіння (1 л/т)	Без підживлення	28,8	4,59	54,5	3,36
		Ярило активний старт PRO	29,1	4,61	54,7	3,38
		Авангард Комплекс Бобові	29,3	4,65	54,9	3,41
		Ярило активний старт PRO + Авангард Комплекс Бобові	29,7	4,69	55,2	3,44
$НІР_{05}$ (після арктангенсного перетворення%)						
A			*0,21*	*0,034*	*0,33*	*0,03*
B			*0,17*	*0,028*	*0,27*	*0,03*
C			*0,17*	*0,028*	*0,27*	*0,03*
D			*0,24*	*0,040*	*0,38*	*0,04*
AB			*0,30*	*0,049*	*0,46*	*0,05*
AC			*0,30*	*0,049*	*0,46*	*0,05*
AD			*0,42*	*0,069*	*0,65*	*0,07*
BC			*0,24*	*0,040*	*0,38*	*0,04*
BD			*0,34*	*0,056*	*0,53*	*0,06*
CD			*0,34*	*0,056*	*0,53*	*0,06*
ABC			*0,42*	*0,069*	*0,65*	*0,07*
ABD			*0,60*	*0,097*	*0,92*	*0,10*
ACD			*0,60*	*0,097*	*0,92*	*0,10*
BCD			*0,49*	*0,080*	*0,75*	*0,08*
ABCD			*0,84*	*0,138*	*1,31*	*0,14*

Джерело: сформовано автором за результатами дослідження



Зміст факторів: A – умови року вегетації; B – інокуляція; C – обробка насіння мікродобривом; D – підживлення.

Рис. 1. Частка головних факторів (%) у формуванні показників якості зерна сочевиці сорту Лінза залежно від поєднання умов року вегетації, інокуляції, обробки насіння та застосування мікроелементів у підживлення, 2019–2021 рр.

ника погодніх умов у даний рік вегетації в інтервалі від 46,38% для показника вмісту сирого протеїну до 66,43% для показника вмісту сирої золи.

Висновки. Таким чином, результати наших досліджень засвідчили, що максимальні показники якості зерна сочевиці встановлено у технологічному варіанті поєднання інокуляції, обробки насіння мікроелементами та двох позакореневих підживлень за поєднання мікродобрив Ярило активний старт PRO + Авангард Комплекс Бобові –вміст сирого протеїну 29,7%, загального азоту 4,69%, крохмалю 55,2% та сирої клітковини 3,44%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Січкар В. І. Зернобобові культури – подвійна вигода у господарстві. *Агробізнес сьогодні*. 2020. №1–2. С. 24–29.
2. Кернасюк, Ю., Полтянкін О., Літковський В. Маржинальні нішеві агрокультури. *Агробізнес сьогодні*. 2018. №8. С. 12–16.
3. McNeil D. L., Hill G. D., Materne M., Mckenzie B. A. Global Production and World Trade. Lentil: An Ancient Crop for Modern Times / S. S. Yadav, D. L. McNeil, P. C. Stevenson (eds). Dordrecht : Springer, 2007. P. 95–105.
4. Єремко Л., Лень О. Біб для зернових сівозмін. *The Ukrainian Farmer*. № 7. 2013. С. 72–74.
5. Кулинич О. О. Сочевиця: розумна альтернатива. *Пропозиція*. 2004. № 8–9. С. 58–59.
6. Шевченко А. М. Сочевиця – цінна продовольча культура. Луганськ: ТОВ «Знання», 2003. 27 с.
7. Присяжнюк О. І., Топчій О. В., Слободянюк С. В., Карпук Л. М., Маляренко О. А., Павліченко А. А., Свистунова І. В. Сочевиця. Біологія та вирощування : монографія. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 180 с.
8. Maggioni L., Ambrose M., Schachl R., Duc G., Lipman E. Lentil in the world. Report of a Working Group on Grain Legumes. Third Meeting 5–7 july. Krakow (Poland), 2002. P. 336–341.
9. Sarker A., Erskine W. Recent progress in the ancient lentil. *The Journal of Agricultural Science*. 2006. Vol. 144, Iss. 1. P. 19–29.
10. Данильченко О. М., Жатова Г. О. Урожайність і якість насіння кормових бобів та сочевиці залежно від інокуляції бактеріальними препаратами і внесення мінеральних добрив. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2016. № 1 (53). Т. 1. С. 94–101.
11. Присяжнюк О. І., Топчій О. В. Формування елементів структури врожайності сочевиці залежно від строків сівби, мікродобрив і регуляторів росту. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2017. Вип. 25. С. 72–78.
12. Присяжнюк О. І., Топчій О. В., Калюжна Е. А., Українець В. В. Технологія вирощування сочевиці в умовах Лісостепу України: методичні рекомендації. Київ : Нілан-ЛТД, 2018. 52 с.
13. Каленська С. М., Шихман Н. В. Продуктивність сочевиці залежно від мінерального живлення та передпосівної обробки насіння в умовах правобережного Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП*. 2011.

Випуск 4 (26). URL: http://www.nbuv.gov.lis/e journals/ Nd/2011_4/11ksm.pdf.
14. Сучасна технологія вирощування сочевиці. Науково-виробниче видання. ДУ Інститут зернового господарства степової зони України. Дніпропетровськ. 2013. 89 с.
15. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Український інститут експертизи сортів рослин; ред. Ткачик С. О., Києнко З. Б., Присяжнюк Л. М. Вінниця, 2016. 159 с.

REFERENCES:

1. Sichkar, V.I. (2020). Zernobobovi kultury – podviina vyhoda u hospodarstvi [Leguminous crops – double benefit in the economy]. *Ahrobiznes sohodni – Agribusiness today*. № 1–2. S. 24–29 [in Ukrainian].
2. Kernasiuk, Yu., Poltiankin, O. & Litkovskyi V. (2018). Marzhynalni nishevi ahrokultury [The marginal niche's agricultural crops]. *Ahrobiznes sohodni – Agribusiness today*. № 8. S. 12–16 [in Ukrainian].
3. McNeil, D. L., Hill, G. D., Materne, M. & Mckenzie, B. A. (2007). Global Production and World Trade. Lentil: An Ancient Crop for Modern Times / S. S. Yadav, D. L. McNeil, P. C. Stevenson (eds). Dordrecht: Springer.
4. Ieremko, L. & Len, O. (2013). Bib dlia zernovykh sivozmin [Bean for grain rotation]. *The Ukrainian Farmer*. № 7. S. 72–74 [in Ukrainian].
5. Kulynych, O. O. (2004). Sochevytsia: rozumna alternatyva [Lentils: a smart alternative]. *Propozytsiia – Proposal*. № 8–9. S. 58–59 [in Ukrainian].
6. Shevchenko, A. M. (2003). Sochevytsia – tsinna prodovolcha kultura [Lentils – a valuable food crop]. Luhansk: TOV «Znannia» [in Ukrainian].
7. Prysiazhniuk, O. I., Topchii, O. V., Slobodianiuk, S. V., Karpuk, L. M., Maliarenko, O. A., Pavlichenko, A. A. & Svystunova, I. V. (2020). Sochevytsia. Biolohiia ta vyroshchuvannia: monohrafiia. [Lentil. Biology and cultivation: monograph]. Vinnytsia: TOV «TVORY» [in Ukrainian].
8. Maggioni, L., Ambrose, M., Schachl, R., Duc, G. & Lipman, E. (2002). Lentil in the world. Report of a Working Group on Grain Legumes. Third Meeting 5–7 july. Krakow (Poland). P. 336–341.
9. Sarker, A. & Erskine, W. (2006). Recent progress in the ancient lentil. *The Journal of Agricultural Science*. Vol. 144, Iss. 1. P. 19–29.
10. Danylchenko, O. M. & Zhatova, H. O. (2016). Urozhainist i yakist nasinnia kormovykh bobiv ta sochevytsi zalezhno vid inokuliatsii bakterialnymy preparatamy i vnesennia mineralnykh dobryv [Yield and quality of forage beans and lentils depending on inoculation with bacterial preparations and application of mineral fertilizers]. *Visnyk Zhytomyrsoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu – Bulletin of the Zhytomyr National Agroecological University*. Tom. 1 (53). S. 94–101 [in Ukrainian].
11. Prysiazhniuk, O. I. & Topchii, O. V. (2017). Formuvannia elementiv struktury vrozhainosti sochevytsi zalezhno vid strokiv sivby, mikrodobryv i rehuliatoriv rostu [Formation of lentil yield structure elements depending on sowing dates, microfertilizers and growth regulators]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv – Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*. Vypusk 25. S. 72–78 [in Ukrainian].
12. Prysiazhniuk, O. I., Topchii, O. V., Kaliuzhna, E. A. & Ukrainets V. V. (2018). Tekhnolohiia vyroshchuvannia sochevytsi v umovakh Lisostepu Ukrainy: metodychni rekomendatsii. [Lentil cultivation technology in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine: methodical recommendations]. Kyiv : Nilan-LTD [in Ukrainian].
13. Kalenska, S. M. & Shykhman, N. V. (2011). Produktyvnist sochevytsi zalezhno vid mineralnoho zhyvlennia ta peredposivnoi obrobky nasinnia v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Productivity of lentils depending on mineral nutrition and pre-sowing treatment of seeds in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Naukovi dopovidi NUBiP – Scientific reports of the National University of Bioresources and Nature Management*. Vypusk 4 (26). URL: http://www.nbuv.gov.lis/e journals/ Nd/2011_4/11ksm.pdf [in Ukrainian].
14. Suchasna tekhnolohiia vyroshchuvannia sochevytsi. Naukovo-vyrobnyche vydannia [Modern technology of growing lentils. Scientific and industrial publication] (2013). DU Instytut zernovoho hospodarstva stepovoi zony Ukrainy. Dnipropetrovsk [in Ukrainian].
15. Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methodology for the qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine]. (2016). Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti produktsii roslynnytstva [Methods of determining plant production quality indicators]. Ukrainskyi instytut ekspertyzy sortiv roslyn; red. Tkachyk, S. O., Kyienko, Z. B. & Prysiazhniuk, L. M. Vinnytsia [in Ukrainian].

Коршевнюк С.П. Формування якісних показників зерна сочевиці залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень

Метою досліджень було дослідити та визначити варіант комбінованого поєднання передпосівної обробки насіння сочевиці у взаємодії із позакореневими підживленнями на фоні відповідних гідротермічних режимів вегетації на формування якісних показників зерна сочевиці.

Методи. Дослідження було проведено впродовж 2019–2021 років на базі дослідного господарства «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету (с. Агрономічне Вінницького району Вінницької області) на сірих лісових грунтах з середнім потенціалом родючості. Повторність у досліді чотирьохразова. Розміщення варіантів – систематичне у два яруси. Дослід передбачав вивчення таких факторів щодо їх впливу на якісні показники зерна сочевиці А – умови року вегетації; В – інокуляція (Андеріз-р (2 л/т)); С – обробка насіння мікродобривом (Оракул насіння (1 л/т)); D – позакореневі підживлення (варіант одинарного та комбінованого застосування) (комплексні мікродобрива Ярило активний старт PRO (2 л/га) та Авангард Комплекс Бобові (2 л/га).

Результати. Встановлено збільшення вмісту сирого протеїну та загального азоту за поступового зростання факторів інтенсифікації варіантів досліду із мінімального середнього за період досліджень значення 27,2% і 4,36% у варіанті без застосування додаткових заходів оптимізації живлення сочевиці до 29,7% та 4,69% у варіанті повного і комплексного їх поєднання. Збільшення

вмісту сирого протеїну на 0,2–0,3% визначено у варіантах застосування обробки насіння мікроелементами та на 0,2%, 0,5% та 0,8% у ряду способів (за схемою досліду) використання мікродобрив. Вміст крохмалю мав різницю між граничними варіантами схеми досліду 1,8% із усередненими приростами за рахунок інокуляції 0,85%, застосування обробки насіння мікроелементами 0,40%, застосування позакореневих підживлень у ряду способів (за схемою досліду) використання мікродобрив у досліді на 0,35%, 0,62% та 0,93%, відповідно. Вміст сирої клітковини мав найменш виражену реакцію на застосовані заходи оптимізації живлення сочевиці із незначним приростом на рівні 0,12% при співставлені граничних технологічних варіантів досліду.

Висновки. Отже, максимальні показники якості зерна сочевиці встановлено у технологічному варіанті поєднання інокуляції, обробки насіння мікроелементами та двох позакореневих підживлень за поєднання мікродобрив Ярило активний старт PRO + Авангард Комплекс Бобові – вміст сирого протеїну 29,7%, загального азоту 4,69%, крохмалю 55,2% та сирої клітковини 3,44%.

Ключові слова: вміст білку, вміст клітковини, вміст крохмалю, інокуляція насіння, мікроелементи, сочевиця, позакореневі підживлення, якісні показники зерна.

Korshevnyuk S.P. Formation of quality indicators of lentil grain depending on pre-sowing seed treatment and foliar fertilization

The **purpose** of the research was to investigate and determine the option of a combined combination of pre-sowing treatment of lentil seeds in interaction with foliar fertilization against the background of appropriate hydrothermal regimes of vegetation for the formation of quality indicators of lentil grain.

Methods. The research was conducted during 2019–2021 on the basis of the experimental farm "Agronomichne" of the Vinnytsia National Agrarian University (Agronomichne village, Vinnytsia district, Vinnytsia region) on gray forest soils with medium fertility potential. The experiment was repeated four times. Placement of options is systematic in two tiers. The experiment involved the study of the following factors in relation to their influence on the quality indicators of lentil grain A – the conditions of the growing season; B – inoculation (Anderiz-r (2 l/t)); C – treatment of seeds with microfertilizer (Oracle seeds (1 l/t)); D – foliar feeding (variant of single and combined application) (complex microfertilizers Yarylo active start PRO (2 l/ha) and Avangard Complex Beans (2 l/ha).

Results. An increase in the content of crude protein and total nitrogen with a gradual increase in the factors of intensification of the experimental variants was established from the minimum average value during the research period of 27.2% and 4.36% in the variant without the application of additional measures to optimize the nutrition of lentils to 29.7% and 4.69% in the version of a complete and complex combination of them. An increase in the content of crude protein by 0.2–0.3% was determined in the variants of application of seed treatment with microelements and by 0.2%, 0.5% and 0.8% in a number of ways (according to the experimental scheme) of using microfertilizers. The starch content differed between the extreme variants of the experimental scheme by 1.8% with average increases due to inoculation by 0.85%, the use of seed treatment with trace elements by 0.40%, the use of foliar fertilization in a number of ways (according to the experimental scheme), the use of microfertilizers in the experiment by 0.35%, 0.62% and 0.93%, respectively. Crude fiber content had the least pronounced reaction to applied measures to optimize lentil nutrition with a slight increase of 0.12% when comparing the marginal technological options of the experiment.

Conclusions. The maximum indicators of the quality of lentil grain are established in the technological variant of the combination of inoculation, treatment of seeds with microelements and two foliar top dressings for the combination of microfertilizers Yarylo active start PRO + Vanguard Complex Legumes – crude protein content 29.7%, total nitrogen 4.69%, starch 55.2% and crude fiber 3.44%.

Key words: protein content, fiber content, starch content, seed inoculation, trace elements, lentil, foliar feeding, grain quality indicators.

УДК 631.8:635.655 (251.1)(1-17)(477)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.7

ПІДВИЩЕННЯ ПРОЯВУ ЕФЕКТУ СИМБІОТИЧНОЇ АЗОТФІКСАЦІЇ ГОРОХУ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ ПОСІВІВ ЗА ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ, ПРЕПАРАТІВ АЗОТФІКСУЮЧИХ БАКТЕРІЙ ТА ОРГАНІЧНИХ БІОСТИМУЛЯТОРІВ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

ЛЕМІШКО С.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-4973-7455
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
ЧЕРНИХ С.А. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-8106-9901
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
ЯРЧУК І.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-8107-0582
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Для більш інтенсивного проходження мікробіологічних процесів у ґрунті необхідним заходом є створення в площині кореневої системи рослин високоактивної мікрофлори, що досягається внесенням препаратів на основі азотфіксуючих бактерій, та застосуванням регуляторів росту, які за активізації біологічних процесів в рослинних організмах та посиленні проникності міжклітинних мембран, мають позитивний вплив на утворення і розвиток вузлових коренів та зернову продуктивність рослин [17].

Для формування високого рівня продуктивності за повного використання генетичного потенціалу гороху необхідним заходом є запровадження технологічних операцій з використанням комплексного впливу регуляторів росту рослин (природного та синтетичного походження), які діють аналогічно фітогормонам, біопрепаратів на основі азотфіксуючих, фосформобілізуючих мікроорганізмів, фізіологічно активних речовин, а також засобів захисту рослин (біологічних) та дотримання агротехнічних вимог вирощування [2].

Біопрепарати, в склад яких входять речовини з широким спектром біологічної активності та полівекторної дії, дозволяють додати в кореневу зону високу чисельність клітин з активним штамом бульбочкових бактерій, що призводить за певних ґрунтових умов (вологості, вмісту поживних речовин) та за оптимальної густоти стояння рослин до посилення інтенсивності біологічної фіксації з повітря азоту і продуктивності процесу фотосинтезу, завдяки чому відбувається стимулювання процесів як проростання насіння, так і росту й розвитку рослин в цілому, збільшення вмісту речовин (вуглеводів, амінокислот та елементів мінерального живлення), посилення імунної системи, що призводить до росту рівня їх продуктивності [1].

Застосування екологічно безпечних препаратів, що викликають стимулювання протікання фізіологічних і біохімічних процесів в органах рослин, активізацію настання фаз цвітіння і достигання, підвищення врожайності за позитивного впливу на ґрунтову мікрофлору дозволяє більш повно розкрити потенціал рослин [8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Альтернативними шляхами для забезпечення гороху азотом, при зростанні вартості азотних добрив, є впровадження азотфіксувальних мікроорганізмів, що дозволяють провести біологічне зв'язування молекулярного азоту атмосфери за перетворення його в доступні сполуки для покращення живлення рослин [10].

Для створення умов, що дозволять рослинам максимально реалізувати свій потенціал продуктивності необхідним є сприяння їх азотному живленню, а також забезпечення інтенсивного синтезу і діяльності механізмів ферментного (нітрогеназного) комплексу, в основні функції якого входить проведення біологічного зв'язування азоту(молекулярного) [20].

Бульбочкові бактерії завдяки своїй життєдіяльності можуть зв'язувати азот, але період їх активної діяльності обмежений(від утворення справжніх листків до настання періоду цвітіння рослин) [16].

За набування рослинами старшого віку, коли відбувається зменшення обсягу надходження до коренів поживних речовин, бульбочкові бактерії змінюють форму (стають неправильної конфігурації) [5]. В цей час призупиняється процес фіксування молекулярного азоту з повітря [4].

Для росту, розвитку та процесів життєдіяльності бульбочкових бактерій фаза цвітіння рослин (і зокрема гороху) є переломною [18].

На рослинах бобових культур (і зокрема гороху) процес фіксування азоту та активний прояв діяльності симбіотичного апарату отримує ознаки візуального проявлення (рожевий колір тканин у кореневих бульбочок рослин) вслід за утворенням нітрогенази (специфічного ферменту), що має пряму кореляцію з пігментом легемоглобін [7].

Біологічна фіксація атмосферного азоту проходить завдяки зв'язуванню інертної молекули азоту та перетворення в азотні сполуки, що будуть мати доступ до рослин [3; 10].

Завдяки секретам, що синтезуються під час взаємодії мікроорганізмів і рослин в момент проростання бобо-

вих культур, відбувається виділення біологічно активних речовин, які можуть модифікувати ознаки бульбочкових бактерій [4, 22].

Спрямованою дією ексудатів насіння бобових культур є впливовість бульбочкових бактерій на процес формування симбіотичної взаємодії з рослинами [11].

За проходження симбіотичних взаємовідносин, що є характерними для бобових рослин та бульбочкових бактерій, здійснюється інфікування ризобіями рослин, за якого відбувається утворення кореневих бульбочок та відмічається зростання кількості в коренях рослин ниток. Відмічається за такої взаємодії зміна вірулентності бактерій та їх конкурентоспроможність [9].

Ступінь симбіотичної азотфіксації залежить від ряду чинників. До найбільш впливових віднесені ґрунтові показники (вологість, аерація, рівень pH, вміст рухомих форм азоту, фосфору, калію, температурний режим, наявність мікроелементів) [21].

Встановлена залежність рівня врожайності гороху за наявної чисельності бульбочкових бактерій на коренях рослин гороху (від 50 до 100 штук), ступеню їх розвитку та азотфіксуючої активності [18].

До ряду незаперечних переваг регуляторів росту нового покоління віднесена їх здатність до росту стійкості гороху відносно стресових факторів середовища [13].

При застосуванні в технологіях вирощування факторів інтенсифікації (регуляторів росту, препаратів азотфіксуючих бактерій та органічних біостимуляторів), внаслідок поліпшення бобово-ризобіального симбіозу, відбувається більш повне забезпечення рослин гороху біологічним азотом, що призводить до зростання(на 15-25%) продуктивності зерна і на сьогодні слугує одним із найбільш ефективних шляхів створення високопродуктивних агроценозів в умовах сучасного землеробства [6].

Мета дослідження. Залежно від технологічних прийомів та гідротермічних умов Північного Степу дослідження впливу мінеральних добрив, регуляторів росту, препаратів азотфіксуючих бактерій і органічних біостимуляторів на особливості утворення і функціонування симбіотичного апарату та величину врожайності насіння листочкових та безлисточкових (вусатих) сортів гороху посівного.

Матеріали та методика досліджень. Польовий дослід в 2020-2022 рр. по вивченню ефекту симбіотичної азотфіксації гороху за застосування регуляторів росту, препаратів азотфіксуючих бактерій та органічних біостимуляторів закладено в 6-пільній ланці сівозміни (зернопросапної) в Кам'янському районі Дніпропетровської області (фермерське господарство «Гривас»).

Розміщення експериментальних ділянок – систематично, повторень – ярусно. Попередник – пшениця озима. Грунт – чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий на лесовидному суглинку (гумусу в орному шарі – 3,9%.). Фон живлення – без добрив, $N_{20}P_{40}$. Внесення добрив (мінеральних) проведено під основний обробіток ґрунту. Види добрив – аміачна селітра та гранульований суперфосфат (доза – $N_{20}P_{40}$). Сівба: міжряддя – 15 см, норма висіву насіння – 1,5 млн/га. Технологія вирощування – загальноприйнята для зони північного Степу.

Перед сівбою насіння гороху оброблено препаратами (Ендоспор ДМ,ЗП – сумішшю мікоризних грибів та ґрунтових бактерій, природним органічним біостимулятором БлекДжек, КС (на основі гумінових кислот), до складу якого входять фульвокислоти, ульмокислоти, макро- і мікроелементи, біопрепаратом Біонорма, р. (марки Біонорма – Мікориза, мікробіологічний інокулянт BINOC/Cornex, р. та 2-компонентним препаратом інокулянту для гороху Агрібактер горох (Agribacter pea), в.р. згідно схеми досліджень.

Для встановлення кількості симбиотично фіксованого азоту (кількості та маси (загальної середньої) бульбочок та активних бульбочок, загального та активного симбіотичних потенціалів за період часу) застосовували методику Посыпанова Г. С. [23] та Посыпанова Г. С., Князева Л. Д. [24].

Таблиця 1

Кількість бульбочок гороху залежно від застосування препаратів в середньому за 2020–2022 рр., шт/рослину

Сорт (фактор А)	Варіанти (інокуляція насіння) (фактор В)	Фази вегетації		
		третій листок	цвітіння	налив зерна
Харківський янтарний	Без інокуляції насіння (контроль)	12/3	51/35	16/6
	Ендоспор ДМ, ЗП	16/5	57/41	19/7
	БлекДжек, КС	12/6	69/49	23/8
	Біонорма,р. (Біонорма – Мікориза)	18/7	88/64	32/11
	Мікробіологічний інокулянт BINOC/Cornex,р.	20/8	91/67	34/13
	Агрібактер горох(Agribacter pea), в.р.	21/9	95/69	35/15
Харківський еталонний	Без інокуляції насіння (контроль)	13/4	65/57	22/8
	Ендоспор ДМ, ЗП	17/6	80/61	28/9
	БлекДжек, КС	18/7	87/70	30/10
	Біонорма,р. (Біонорма – Мікориза)	19/8	88/72	33/11
	Мікробіологічний інокулянт BINOC/Cornex, р.	22/9	97/75	35/12
	Агрібактер горох (Agribacter pea), в.р.	24/10	98/76	37/16
$НІР_{0,95}$, шт/рослину	для фактору А	4,1/2,2	14,7/7,0	7,2/5,6
	для фактору В	3,2/1,8	4,2/6,3	8,3/1,8
	для взаємодії	6,9/3,5	18,4/11,3	15,1/7,7

Виконання спостережень та дослідженнь проведено у відповідності до методики польового досліду та з використанням статистичної обробки результатів Б. О. Доспєхов [19].

Результати досліджень. Доказано, що на коренях (головному та бічному) починається настання процесу біологічної азотфіксації за фази вегетації гороху в мікростадії ВВСН 12-13, для якої характерно утворення 2–3 справжніх листків, що мають прилистки та вусики, які розкрились [12].

На початкових фазах (третій листок) процес азотфіксації відбувається повільно (за незначного утворення кореневих бульбочок), а до фази цвітіння їх кількість стає найбільшою (табл. 1).

При проходження 7-13 діб після утворення бульбочок відбувається проявлення ефекту симбіотичної азотфіксації, але більш рання фіксація ефекту спостерігалась на сорті Харківський янтарний завдяки характерним взаємозв'язкам рослини і мікросимбіонту.

В фазі 3 листка для досліджуваних сортів кількість бульбочок на кореневій системі складала 12 та 13 бульбочок на одну рослину гороху на контролі (при кількості активних – 3 та 4 шт). За дії 2-компонентного препарату інокулянту для гороху Агрібактер горох (Agribacter pea), в.р відмічається найбільше збільшення загальної кількості бульбочок до 21,0 шт/рослину – для сорту Харківський янтарний, 24,0 шт/рослину – для сорту Харківський еталонний, з них активних бульбочок – 9 та 10 шт/рослину відповідно.

Впродовж 3 років досліджень встановлено, що в середньому за проведення інокуляції мікробіологічним інокулянтом BINOC/Cornex, р. азотфіксація відбувалась менш інтенсивно (кількість активних бульбочок в фазу третього листка гороху становила 8,0 шт/рослину, а загальна кількість бульбочок 20,0 шт/рослину – для сорту Харківський янтарний та 9,0 і 22,0 шт/рослину – для сорту Харківський еталонний відповідно).

Так, за обробітку на варіантах загальна кількість бульбочок, що мають зеленкувате або сіре забарвлення, в фазу повного цвітіння варіювала в сторону збільшення (на сорті Харківський янтарний від 51 до 95 шт/рослину та сорті Харківський еталонний від 65 до 98 шт/рослину).

Таким чином за проведеного обробітку відмічалось і збільшення кількість активних бульбочок, що мають рожеве забарвлення (від 41 до 69 шт/рослину та від 61 до 76 шт/рослину на сортах Харківський янтарний та Харківський еталонний відповідно).

У сортів Харківський янтарний та Харківський еталонний зафіксовано найменше утворення бульбочок на коренях рослин гороху (шт/рослину) за обробки насіння Ендоспор ДМ, ЗП в дозі 250 г/т (всього 57 та 80, з них активних 41 та 61 відповідно).

За проведення аналізування показників впродовж 2020–2022 років встановлено, що за настання наливу зерна відбуваються зміни (в бік скорочення) в функціонуванні симбіотичного апарату, за якої знижується кількість утворених та активних бульбочок і їх маса та загальний і симбіотичний потенціали (на контролі загальна кількість 16 та 22 шт/рослину, з них активних 6 та 8 шт/рослину для сортів Харківський янтарний та Харківський еталонний відповідно).

В цю фазу вегетації отримано найбільш високий показник мінливості активного симбіотичного потенціалу за обробки водним розчином Агрібактер горох, за якої загальна кількість бульбочок склала 35 та 37 шт/рослину, з них активних 15 та 16 шт/рослину для сортів Харківський янтарний та Харківський еталонний відповідно.

Процес азотфіксації проходив менш інтенсивно за дії препаратів БлекДжек, КС (1,0 л/т) та Біонорма, р. (Біонорма – Мікориза) (1,0 л/т).

Проведеними експериментальними дослідженнями виявлена залежність формування активного симбіотичного апарату від фону мінерального живлення ($N_{20}P_{40}$), варіантів обробітку препаратами та сортової реакції рослин гороху, що знайшло відображення в отриманій продуктивності.

Таблиця 2

Вплив регуляторів росту і органічних біостимуляторів на врожайність зерна гороху на фоні без внесення добрив і за фонового передпосівного внесення добрив N_{20} P_{40} (в середньому за 2020–2022 рр.)

Препарат (фактор В)	Без добрив (фактор С)				$N_{20}P_{40}$ (фактор С)			
	врожайність зерна, т/га		приріст, т/га		врожайність зерна, т/га		приріст, т/га	
	1*	2*	1	2	1	2	1	2
Контроль	1,93	2,05	-	-	2,02	2,16	-	-
Ендоспор ДМ, ЗП	2,18	2,35	0,25	0,30	2,25	2,41	0,23	0,25
БлекДжек, КС	2,20	2,36	0,27	0,31	2,28	2,43	0,26	0,27
Біонорма, р. (Біонорма – Мікориза)	2,21	2,38	0,28	0,33	2,3	2,45	0,28	0,29
Мікробіологічний інокулянт BINOC/Cornex, р.	2,23	2,39	0,3	0,34	2,31	2,46	0,29	0,3
Агрібактер горох (Agribacter pea), в.р.	2,26	2,41	0,33	0,36	2,32	2,48	0,3	0,32
НІР $_{0,95,}$ т/га								
для фактору А	0,1							
для фактору В	0,08							
для фактору С	0,17							
для взаємодії АВС	0,21							

Примітка: (Фактор А): 1* – сорт Харківський янтарний; 2* – Харківський еталонний.

Завдяки здатності бобових культур проводити біологічну фіксацію азоту з атмосфери, накопичення якого відбувається в грунті за період взаємовпливу рослин та бактерій, та за рахунок якої відмічається ріст врожайності та підтримання родючості ґрунтів [15].

Активні симбіонти рослин гороху дозволяють провести засвоювання атмосферного азоту, тоді як в ґрунті азот залишається і зберігається його родючість [14].

За проведення порівняння даних (табл.2) на фоні за передпосівного внесення мінеральних добрив ($N_{20}P_{40}$) відмічено зростання врожайності гороху на досліджуваних варіантах з обробкою насіння для обох сортів гороху (для сорту Харківський янтарний на 0,23-0,3 т/га, сорту Харківський еталонний на 0,25-0,32 т/га) відповідно контрольного варіанту.

Інокуляція насіння гороху дозволила підвищити продуктивність на неудобреному фоні для сорту гороху Харківський янтарний на 12,95-17,09% і Харківський еталонний на 14,63-17,76% та отримати найбільшу прибавку в 0,33 та 0,36 т/га відповідно.

За проведення обробітку насіння перед сівбою варіантом Агрібактер горох (Agribacter pea), в.р. (2,0 л/т) встановлено, що він найкраще себе зарекомендував у впродовж 2020–2022 років (за зростання врожайності на 17,09% для сорту Харківський янтарний та 17,76% для сорту Харківський еталонний).

Застосування мікробіологічного інокулянту BINOC/ Cornex, р., за більш меншого активного сприяння до фіксації азоту із повітря, призвело до підвищення продуктивності рослин гороху сорту Харківський янтарний лише на 15,54% та Харківський еталонний тільки на 16,59% відповідно.

При дозі мінерального азоту (($N_{20}P_{40}$) за роботи симбіотичної системи за обробітку насіння гороху препаратом Біонорма, р. (Біонорма – Мікориза) в дозі 1,0 л/т у сорту Харківський янтарний зростання врожайності на 0,28 т/га та Харківський еталонний на 0,3 т/га.

За застосування мікробіологічного інокулянту BINOC/Cornex, р. поєднанні з мінеральними добривами ($N_{20}P_{40}$) зафіксовано зростання врожайності гороху сорту Харківський янтарний на 0,29 т/га та Харківський еталонний на 0,3 т/га відповідно, що нижче варіанту з Агрібактер горох(Agribacter pea), в.р. на 0,01 та 0,2 т/га.

Висновки. За виконання досліджень по встановленню впливу регуляторів росту, препаратів азотфіксуючих бактерій і органічних біостимуляторів на ефект симбіотичної азотфіксації з'ясовна індивідуальна продуктивність рослин 2 листочкових та безлисточкових (вусатих) сортів гороху посівного харківської селекції (Харківський янтарний та Харківський еталонний) та їх реакція на умови вирощування за різних гідротермічних показників в умовах Північного Степу України.

З врахуванням симбіотичної фіксації азоту бульбочковими бактеріями відмічається позитивний рівень балансу азоту в ґрунті після вирощування гороху посівного і будуть створені умови для накопичення азоту в ґрунті, що слугуватиме резервом вдосконалення азотного режиму ґрунтових умов.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Біологічно активні речовини в рослинництві / З. М. Грицаєнко, С. П. Пономаренко, В. П. Карпенко, І. Б. Леонтюк. Київ: Аграрна наука. 2008. 352 с.
2. Комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих, фосформобілізуючих мікроорганізмів, фізіологічно активних речовин і біологічних засобів захисту рослин / В. П. Патика та ін. Київ : Аграрна наука. 2000. 35 с.
3. Мельничук Т. М., Шерстобоєв М. К., Толкачов М. З., Каменєва І. О. Застосування мікробіологічних препаратів як один із шляхів поліпшення якості продукції рослинництва. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2005. №4. С. 23–26.
4. Волкогон В. В., Надкернича О. В., Крутило Д. В., Ковалевська Т. М. Біопрепарати на основі бульбочкових бактерій для підвищення врожайності бобових культур. *Посібник українського хлібороба*. 2008. С. 118–119.
5. Волкогон, В. В., Сальник В. П. Значення регуляторів росту рослин у формуванні активних азотфіксувальних симбіозів та асоціацій. *Физиология и биохимия культурных растений.* 2005. Т. 37, № 3. С. 187–197.
6. Анішин Л. А. Регулятори росту рослин: сумніви і факти. *Пропозиція*. 2002. № 5. С. 64–65.
7. Камінський В. Ф., Дворецька С. П., Лапа І. В. Вплив інокулянтів і фізіологічно активних речовин на урожайність гороху. *Землеробство*, 2000. Вип. 74. С. 113–115.
8. Тихонович И. А. Повышение эффективности симбиотической азотфиксации у бобовых. *Мікробіологічний журнал*. 1997. Т. 59. № 4. С. 14–22.
9. Опофрали Л. Ф., Якимова М. Ф., Ковальжиу А. И., Волоскова М. М. Симбиотическая азотфиксация и пути ее повышения. Кишенев: Штинца, 1992. С. 52–57.
10. Колюсь Є. М. Вплив мінеральних добрив, інокуляції та стимуляторів росту на формування насіннєвої продуктивності гороху в умовах Східного Степу. *Збірник наукових праць ВДАУ*. 2002. Вип. 13. С. 14–17.
11. Капінос М. В., Калитка В. В. Вплив регуляторів росту рослин і мікробних препаратів на проростання насіння та початковий ріст гороху посівного (Pisum sativum L.). *Таврійський науковий вісник.* 2016. Вип. 96. С. 66–73.
12. Єременко О. А., Капінос М. В. Вплив передпосівної обробки насіння на продуктивність сортів гороху посівного в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 113. С. 41–48.
13. Огурцов Ю. Є. Урожайність рослин залежно від застосування регуляторів росту рослин і мікродобрива на різних фонах живлення. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2015. № 2. С. 24–28.
14. Коваленко О. А. Застосування мікродобрив та біопрепаратів в зоні південного степу України за вирощування гороху. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 22. С. 22–23.
15. Іщенко В .А., Томашина Г. П., Темченко А. М. Поширеність гороху та ефективність елементів його вирощування в умовах північного Степу. *Вісник Степу*. 2013. Вип 10. С. 49–53.
16. Кравченко В. С., Кононенко Л. М., Вишневська Л. В. Біологізація вирощування зернобобових культур

в Україні, аналіз та перспектива. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2019. Вип. 92. С. 83–91.
17. Лемішко С. М. Ефективність використання біопрепаратів та стимуляторів росту у посівах гороху в умовах Північного Степу України. *Зернові культури,* 2018. Вип.1. т. 2, С. 82–87.
18. Гончар Л. М., Пилипенко В. С. Польова схожість насіння та густота стояння рослин гороху посівного залежно від удобрення та інокуляції. *Вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. Вип. 269. С. 46–57.
19. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
20. Зернобобові культури: сучасні технології вирощування / за ред. А. В. Черенкова. Дніпропетровськ : Акцент ПП, 2014.110 с.
21. Гамаюнова В. В. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сортів гороху в Південному Степу. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2016. Вип. 24 (1). С. 46–57.
22. Бучинський І. М., Лихочвор В. В. Горох повернувся в Україну. *Агроном.* 2018. №1. С. 184–185.
23. Посыпанов Г. С. Методические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях. Известия ТСХА, 1983. № 6. С. 17–26.
24. Посыпанов Г. С., Князева Л. Д. К методике определения количества симбиотически фиксированного азота. Известия ТСХА, 1975. № 6. С. 41–46.

REFERENCES:

1. *Biolohichno aktyvni rechovyny v roslynnytstvi* [Biologically active substances in crop production] / Z. M. Hrytsayenko, S. P. Ponomarenko, V. P. Karpenko, I. B. Leontyuk (2008), Ahrarna nauka, Kyiv, [in Ukrainian].
2. *Kompleksne zastosuvannya biopreparativ na osnovi azotfiksuyuchykh, fosformobilizuyuchykh mikroorhanizmiv, fiziolohichno aktyvnykh rechovyn i biolohichnykh zasobiv zakhystu roslyn* [Complex use of biological preparations based on nitrogen-fixing, phosphorus-mobilizing microorganisms, physiologically active substances and biological means of plant protection]. V. P. Patyka ta in (2000), Ahrarna nauka, Kyiv, [in Ukrainian].
3. Melnychuk T. M., Sherstoboyev M. K., Tolkachov M. Z., Kamenyeva I. O. (2005). *Zastosuvannya mikrobiolohichnykh preparativ yak odyn iz shlyakhiv polipshennya yakosti produktsiyi roslynnytstva* [The use of microbiological preparations as one of the ways to improve the quality of plant products], Poltava, Druk, [in Ukrainian].
4. Volkohon V. V., Nadkernycha O. V., Krutylo D. V., Kovalevs'ka T. M. (2008) *Biopreparaty na osnovi bul'bochkovykh bakteriy dlya pidvyshchennya vrozhaynosti bobovykh kul'tur* [Biopreparations based on nodule bacteria to increase the yield of leguminous crops], Kharkiv, [in Ukrainian].
5. Volkohon, V. V., Salnyk V. P. (2005), *Znachennya rehulyatoriv rostu roslyn u formuvanni aktyvnykh azotfiksuval'nykh symbioziv ta asotsiatsiy* [The importance of plant growth regulators in the formation of active nitrogen-fixing symbioses and associations], Fyzyolohyya y byokhymyya kul'turnykh rastenyy, [in Ukrainian].
6. Anishyn L. A. (2002), *Rehulyatory rostu roslyn: sumnivy i fakty* [Plant growth regulators: doubts and facts], Univest Media, Kyiv, [in Ukrainian].
7. Kaminskyy V. F., Dvoretska S. P., Lapa I. V. (2000), *Vplyv inokulyantiv i fiziolohichno aktyvnykh rechovyn na urozhaynist' horokhu* [The effect of inoculants and physiologically active substances on the yield of peas], Zemlerobstvo, [in Ukrainian].
8. Tikhonovich I. A. (1997), *Povysheniye effektivnosti simbioticheskoy azotfiksatsii u bobovykh* [Increasing the efficiency of symbiotic nitrogen fixation in legumes], Míkrobíologíchniy zhurnal, [in Russian].
9. Opofrali L. F., Yakimova M. F., Kovalzhiu A. I., Voloskova M. M. (1992), *Simbioticheskaya azotfiksatsiya i puti yeye povysheniya* [Symbiotic nitrogen fixation and ways to increase it], Kishenev, Shtintsa, [in Russian].
10. Kolyus Y. M. (2002), *Vplyv mineral'nykh dobryv, inokulyatsiyi ta stymulyatoriv rostu na formuvannya nasinnyevoyi produktyvnosti horokhu v umovakh Skhidnoho Stepu* [The influence of mineral fertilizers, inoculation and growth stimulants on the formation of seed productivity of peas in the conditions of the Eastern Steppe], Zbirnyk naukovykh prats' VDAU, [in Ukrainian].
11. Kapinos M. V., Kalytka V. V. (2016*), Vplyv rehulyatoriv rostu roslyn i mikrobnykh preparativ na prorostannya nasinnya ta pochatkovyy rist horokhu posivnoho (Pisum sativum L.)* [Effect of plant growth regulators and microbial preparations on seed germination and initial growth of seed pea (Pisum sativum L.)], Helvetica, Kherson, [in Ukrainian].
12. Yeremenko O. A., Kapinos M. V. (2020), *Vplyv peredposivnoyi obrobky nasinnya na produktyvnist' sortiv horokhu posivnoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrayiny* [The effect of pre-sowing seed treatment on the productivity of seed pea varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine], Helvetica, Kherson, [in Ukrainian].
13. Ohurtsov Y. Y. (2015), *Urozhaynist' roslyn zalezhno vid zastosuvannya rehulyatoriv rostu roslyn i mikrodobryva na riznykh fonakh zhyvlennya* [Plant productivity depending on the application of plant growth regulators and microfertilizers on different nutritional backgrounds], Naukovi dopovidi NUBiP Ukrayiny, [in Ukrainian].
14. Kovalenko O.A. (2021), *Zastosuvannya mikrodobryv ta biopreparativ v zoni pivdennoho stepu Ukrayiny za vyroshchuvannya horokhu* [The use of microfertilizers and biopreparations in the southern steppe zone of Ukraine for the cultivation of peas], Kherson, Oldie plus, [in Ukrainian].
15. Ishchenko V. A., Tomashyna H. P., Temchenko A. M. (2013), *Poshyrenist' horokhu ta efektyvnist' elementiv yoho vyroshchuvannya v umovakh pivnichnoho Stepu* [The prevalence of peas and the effectiveness of elements of its cultivation in the conditions of the northern Steppe], Visnyk Stepu, [in Ukrainian].
16. Kravchenko V. S., Kononenko L. M., Vyshnevs'ka L. V. (2019), *Biolohizatsiya vyroshchuvannya zernobobovykh kul'tur v Ukrayini, analiz ta perspektyva* [Biologization of the cultivation of leguminous crops in Ukraine, analysis and perspective], Odesa, [in Ukrainian].
17. Lemishko, S. M. (2018), *Efektyvnist vykorystannya biopreparativ ta stymulyatoriv rostu v posivakh horokhu v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrayiny* [The effectiveness of the use of biological preparations and growth stimulants in pea crops in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine], Dnipro, Aktsent PP, [in Ukrainian].

18. Honchar L. M., Pylypenko V. S. (2017), *Pol'ova skhozhist' nasinnya ta hustota stoyannya roslyn horokhu posivnoho zalezhno vid udobrennya ta inokulyatsiyi* [Field germination of seeds and stand density of pea plants depending on fertilization and inoculation], Kyiv, [in Ukrainian].
19. Dospekhov, B. A. (1985), *Metodyka polevoho opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov*) [Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)], Moskov, Ahropromyzdat, Russia.
20. *Zernobobovi kul'tury: suchasni tekhnolohiyi vyroshchuvannya* [Legume crops: modern growing technologies], za red. A. V. Cherenkova (2014), Aktsent PP, Dnipropetrovs'k, [in Ukrainian].
21. Hamayunova V. V. (2016), *Vplyv elementiv tekhnolohiyi vyroshchuvannya na produktyvnist' sortiv horokhu v Pivdennomu Stepu* [The influence of elements of cultivation technology on the productivity of pea varieties in the Southern Steppe], Kamianets-Podilsk, [in Ukrainian].
22. Buchyns'kyy I. M., Lykhochvor V. V. (2018), *Horokh povernuvsya v Ukrayinu* [Peas returned to Ukraine]. Ahronom, [in Ukrainian].
23. Posypanov G. S. (1983), *Metodicheskiye aspekty izucheniya simbioticheskogo apparata bobovykh kul'tur v polevykh usloviyakh* [Methodical aspects of studying the symbiotic apparatus of leguminous crops in field conditions], TSHA, Moscow, [in Russian].
24. Posypanov G. S., Knyazeva L. D. (1995), K *metodike opredeleniya kolichestva simbioticheski fiksirovannogo azota* [On the method for determining the amount of symbiotically fixed nitrogen], TSHA, Moscow, [in Russian].

Лемішко С.М., Черних С.А., Ярчук І.І. Підвищення прояву ефекту симбіотичної азотфіксації гороху та продуктивності посівів за застосування регуляторів росту, препаратів азотфіксуючих бактерій та органічних біостимуляторів в умовах Північного Степу України

Мета роботи – дослідження використання в агрофітоценозі гороху листочкових та безлисточкових (вусатих) сортів препаратів, що сприяють більш повній реалізації потенціалу рослин, встановлення їх впливу на ефект симбіотичної азотфіксації на фоні без застосування мінерального живлення та за застосування мінеральних добрив в дозі $N_{20}P_{40}$ в їх реакція на умови вирощування за різних гідротермічних показників умовах Північного Степу України.

Методи. Проведення польових експериментальних досліджень впродовж 2020-2022 рр. в ФГ «Гривас» Кам'янського району Дніпропетровської області. Методи досліджень – польовий, статистичний. Агротехніка вирощування гороху посівного загальноприйнята для умов Північного Степу України, окрім факторів, які ставились на вивчення.

Результати. Результатом застосування інокулянту для гороху Агрібактер горох (Agribacter pea), в.р для сорту Харківський янтарний є більш висока загальна кількість бульбочок (до 21,0 шт/рослину в фазу 3 листка, до 95 шт/рослину в фазу цвітіння та зниження до35 шт/рослину в фазу наливу зерна, з них активних бульбочок – 9,69 та 15 шт/рослину відповідно. Проходження процесу азотфіксації за певних ґрунтових умов спостерігалось недостатньо інтенсивно за застосування препаратів БлекДжек, КС (1,0 л/т) та Біонорма, р. (Біонорма – Мікориза) (1,0 л/т) та Ендоспор ДМ, ЗП (250 г/т.). Проведення інокуляції насіння гороху посівного обраними варіантами призвела до підвищення врожайності гороху сорту Харківський янтарний (на неудобреному фоні на 12,95-17,09% та сорту Харківський еталонний на 14,63-17,76%.)

Висновки. За вирощування гороху посівного в умовах Північного Степу України задля підвищення прояву ефекту симбіотичної азотфіксації гороху та продуктивності посівів, що забезпечить найвищий рівень врожайності, рекомендується проведення вирощування сортів Харківський янтарний та Харківський еталонний та виконати передпосівну обробку насіння препаратом горох (Agribacter pea), в.р. нормою 2,0 л на 1т.

Ключові слова: обробка насіння, препарати, азотне живлення, кількість активних бульбочок, бульбочкові бактерії, урожайність.

Lemishko S.M., Chernykh S.A., Yarchuk I.I. Increasing the manifestation of the effect of symbiotic nitrogen fixation of peas and the productivity of crops using growth regulators, preparations of nitrogen-fixing bacteria and organic biostimulators in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine

The purpose of the work is to study the use in agrophytocenosis of peas of leafy and leafless (whiskered) varieties of preparations that contribute to a more complete realization of the potential of plants, establishing their influence on the effect of symbiotic nitrogen fixation in the background without the use of mineral nutrition and for the application of mineral fertilizers in the dose of N20P40 in their response to growing conditions under different hydrothermal indicators in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine.

Methods. Conducting field experimental research during 2020–2022 in FG "Hrivas" of Kamian district of Dnipropetrovsk region. Research methods – field, statistical. Agricultural techniques for growing peas are generally accepted for the conditions of the Northern Steppe of Ukraine, except for the factors that were studied. The results. The result of the use of the inoculant for peas Agribacter pea (Agribacter pea), v.r. for the Kharkiv amber variety is a higher total number of nodules (up to 21.0 pcs/plant in the 3-leaf phase, up to 95 pcs/plant in the flowering phase and a decrease up to 35 pcs/plant in the grain filling phase, of which active nodules are 9,69 and 15 pcs/plant, respectively. The nitrogen fixation process under certain soil conditions was observed insufficiently intensively with the use of preparations Black Jack, KS (1.0 l/t) and Bionorma, r. (Bionorma – Mycorrhiza) (1.0 l/t) and Endospor DM, ZP (250 g/t.). The inoculation of pea seeds with the selected options led to an increase in the yield of peas of the Kharkiv amber variety (on an unfertilized background by 12.95-17.09% and the Kharkiv reference variety by 14.63-17.76%).

Conclusions. For the cultivation of peas for sowing in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine, in order to increase the manifestation of the effect of symbiotic nitrogen fixation of peas and the productivity of crops, which will ensure the highest level of yield, it is recommended to grow Kharkiv amber and Kharkiv reference varieties and perform pre-sowing seed treatment with the preparation of peas (Agribacter pea), v.r. . norm of 2.0 l per 1 ton.

Key words: seed treatment, drugs, nitrogen nutrition, number of active nodules, nodule bacteria, productivity.

УДК 634.54, 635.075
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.8

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ У ФУНДУКА В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД АКТИВНОСТІ ФОТОСИНТЕЗУ

СІМЧЕНКО О.О. – аспірант
orcid.org/0000-0002-1139-4645
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
НАЗАРЕНКО М.М. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-6604-0123
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Світовою тенденцією є стрімке зростання площ насадження фундука. Так, за період з 2013 по 2020 роки у світі загальні площі під фундуком зросли на 60%. За останні роки кількість населення, що більш-менш регулярно вживає горіхи фундуку у харчуванні (переважно у вигляді кондитерських виробів) стрімко зросла з 200 млн. до 1 млрд за даними ФАО [13; 14]. Відзначається суттєве зростання людей, що включають в свій раціон безпосередньо горіхи фундуку як харчову добавку, джерело цінних харчових елементів, а не споживають кондитерські вироби. Ця тенденції більш характерна для Північно-Американських та Західноєвропейських країн [15; 16; 19].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Площа під фундуком в Україні становить близько 1000 га з постійним стабільним зростанням останні роки (враховуючі високу експортну придатність), але забезпечення внутрішніх потреб покривається на рівні 10-15%. Переважно фундук імпортується. Загальний обсяг площ під фундуком для України становить 1039 гектарів. Загальне виробництво горіхів на рівні 2500 – 3000 тон, переважно на експорт (на внутрішнє споживання залишається не більш 10-15%). Переважно для задоволення внутрішніх потреб фундук експортується вже як товарна продукція (основні джерела – Турція, Азербайджан, Італія) [11; 12].

Переважно промислові посадки фундука тяжіють до зон Полісся, Лісостепу та ключовою проблемою цих регіонів є вибагливість фундука до освітлення [7; 8]. Зміни клімату вже привели до міграції перспективних культур на південь, в напіваридні території, що поки що досить обмежено та повільно використовується в нашому сільському господарстві [9; 10].

Загальне виробництво фундука в світі становить 600-700 тис. тон в залежності від умов року. За останню декаду (2010–2020 рр.) обсяги виробництва фундука зросли на 40-50% (для України на 4-5%), а ціна на горіх зросла на 45% (для внутрішнього ринку України на 60-70%). В подальшому прогнозується щорічне збільшення на 10-15% по ціні на фундук та на 5 – 10% по виробництву з подвоєнням загальних обсягів виробництва до 2035 року [5, 60]. Світові показники вирощування фундука свідчать, що ця культура є економічно вигідною як для розвинених (США, Італія), так і для країн, що розвиваються (Турція, Грузія, Азербайджан) [3; 4]. Загальна потреба України за останні 5 років склала 38,8 тис. тон підготовлених горіхів вартістю 104,8 млн дол. лише як сировини для промисловості та безпосереднього споживання [1; 2]. Такий показник забезпечує лише 7 – 8% від споживання у країнах ЄС та Північної Америки, що є не досить нормальним явищем. Тобто, для задоволення лише внутрішніх потреб (ураховуючи, що інші горіхоплідні не можна вважати повноцінними замінниками цієї культури) на співставний рівень без урахування вимивання продукції імпортом потрібно підвищити площі під фундуком в 10 -15 разів без суттєвого зростання врожайності [17; 19].

Метою досліджень було визначити найбільш продуктивні та придатні до вирощування сорти фундуку в умовах північної частини Степу України – зони з недостатнім захопленням та різко-континентальним кліматом, що раніше вважалася не цілком придатною для такого роду діяльності.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 2020–2021 рр. на виробничих посадках фундука ТОВ «ТРАНСРЕЗЕРВ» с. Шульгівка Дніпропетровської області. Ґрунт – чорнозем звичайний на лесі.

Технологія вирощування фундука в досліді відповідала загальноприйнятій для зон вирощування в України. Облік урожаю горіхів фундука проводили суцільним поділяночним збиранням з урахування, схема посадки 4 по 10 кущів кожного сорту, досліджували сорти Барселонський, Каталонський, Косфорд, Галле (4 × 5). Обрізання проводили напівінтенсивним методом.

Статистичну обробку даних проводили методом однофакторного аналізу при порівняні вибірок та виявлені мінливості окремих ознак, дискримінантного аналізу для виявлення значимості ознак (програма Statisica 10.0) [18].

Погодні умови за період проведення досліджень були достатньо стабільними у порівнянні з середньобагаторічними. Погодні умови 2020 р. характеризувались достатньою кількістю опадів. Так, за період квітень – липень випало 170,4 мм опадів, що складає 86% від середньобагаторічного показника (199 мм).

Погодні умови 2021 р. надали достатню кількість опадів. Так, за період квітень – липень випало 198,5 мм опадів, що фактично відповідало середньобагаторічним показникам (199 мм). 2021 рік характеризувався більш низькою кількістю активних температур, але більш високою відносною вологістю повітря. Проводили оцінку фотосинтетичної активності приладом SPAD-502 та перерахунком на концентрацію хлорофілу (a+b)

згідно загальновизнаної методики за формулою ChI = 10M^0,265, де M – значення одиниць SPAD [20].

Результати досліджень. Врожайні якості аналізували за такими показниками як врожай з дерева, врожай з гектару, вихід горіха з загального врожаю (таблиця 1). Досліджені сорти доволі чітко за ознакою врожайності з дерева поділялися на дві групи – перша сорти Барселонський та Каталонський як менш врожайні та сорти Косфорд та Галле, що за врожайністю статистично значимо перевищували перших два, але не демонстрували різниці між собою.

За показником загального врожаю нижчий рівень цього параметру демонстрував сорт Барселонський, сорти Каталонський та Косфорд його перевищили, але, в свою чергу, поступилися сорту Галле, що статистично значимо перевищив усі інші сорти.

За показником виходу горіхів у врожаї виділилися з позитивною оцінкою сорти Косфорд та Галле. Таким чином, можна точно сказати, що сорт Барселонський не варто вирощувати в умовах регіону. Однозначно правильним рішенням є використання в виробничих насадження сорту Галле, та, можливо, сорту Косфорд. Сорт Каталонський треба ще досліджувати в цьому напрямку.

Одним з чинників, що лімітує врожайність фундуку в наших умовах є освітленість посадок. Як вже було зазначено в попередніх розділах дослідження, доволі часто саме для цієї культури цей показник є ключовим.

В таблиці 2 наведені дані щодо освітлення різної частини крони та ефективності листової поверхні у використані світового потоку. Знаходимо, що переважна ефективність належить центральній частині крони, що є більш перспективною з огляду на майбутню врожайність та більш зв'язана з цією ознакою.

Верхня частина крони менш ефективно працює якраз у менш врожайних сортів Барселонський та Каталонський, особливо негативно за всіма параметрами відзначився останній. У сорту Галле особливо інтенсивно над поглинанням світової енергії працює центральна частина крони, що й дозволяє стабільно формувати високий врожай. Навість до нижньої третини крони у менш продуктивних сортів Барселонський та Каталонський доходить значимо більше світлової енергії. Можна сказати, що ефективність використання є значимим показником, що впливає в подальшому на продуктивність навіть вже на такому рівні доволі приблизних досліджень.

Додатково проводили вимірювання фотосинтетичної активності за показником SPAD та вмістом хлорофілу у листовій поверхні. Знову позитивно з великими відривом виділилися сорти Косфорд та Галле, між котрими не було значимою статистично достовірної різниці. Фактично єдиним (хоча й ключовим параметром) за котрим відрізнялися ці сорти була врожайність з гектару.

Таблиця 3

Фотосинтетична активність у різних сортів фундуку

Сорт	SPAD	SD	Chl, мкмоль/м^2	SD
Косфорд	49,91^a	1,11	658,46^a	10,69
Галле	50,70^a	2,75	676,50^a	20,29
Барселонський	41,13^b	2,19	476,10^b	17,02
Каталонський	39,32^b	2,00	442,52^b	15,92

Примітка: різниця статистично достовірна при $P_{0,05.}$

Для визначення природи впливу окремих параметрів був проведений загальний факторний аналіз, котрий встановив (таблиця 4). Встановлено за мінливістю окремих показників, що в залежності від генотипу та продуктивності перебували такі параметри як SPAD та усі три типи освітлення в залежності від частини крони. Але попередня таблиця не зовсім узгоджується з цими даними, тому для більшої ідентифікаційної сили був проведений дискримінантний аналіз (таблиця 5, рис. 1).

Показано, що мали вагоме значення для формування продуктивності SPAD та можливості у використанні світлового потоку центральної частини крони. Усі інші параметри були недостовірні.

Таблиця 1

Основні показники продуктивності сортів фундуку

Ознака	Барселонський	Каталонський	Косфорд	Галле
Врожай з дерева, кг	0,94 ± 0,13^a	1,11 ± 0,11^a	1,17 ± 0,07^b	1,25 ± 0,06^b
Cv,%	12,50	8,37	5,83	4,42
Врожай, т*га$^{-1}$	2,26 ± 0,23^a	2,62 ± 0,10^b	2,64 ± 0,11^b	2,84 ± 0,11^c
Cv,%	10,55	4.69	4.89	4.02
Вихід горіха,%	46,5 ± 2,46^a	38,21 ± 1,11^b	53,41 ± 1,52^c	53,31 ± 1,42^c
Cv,%	1,14	2,87	2,84	2,64

Примітка: різниця статистично достовірна при $P_{0,05.}$

Таблиця 2

Освітленість за кроною сортів фундуку

Сорт	Верхня третина		Центральна		Нижня третина	
	люкс	%	люкс	%	люкс	%
Косфорд	9267^a	11,6	7633^a	9,5	3200^a	4,0
Галле	8133^a	10,1	4733^b	5,9	3433^a	4,3
Барселонський	10200^a	11,6	6567^a	7,5	4367^b	5,0
Каталонський	14200^b	16,9	8100^a	9,7	4200^b	5,0

Примітка: різниця статистично достовірна при $P_{0,05.}$

Таблиця 4

Факторний аналіз окремих елементів

Джерело варіації	SS	df	MS	F	P	$F_{критичне}$
SPAD	900	3	300	67,95	< 0,01	5,05
Освітленість-1	36129167	3	12043056	9,50	0,01	5,33
Освітленість-2	16270000	3	5423333	9,93	0,01	4,14
Освітленість-3	4536667	3	1512222	4,61	0,04	4,52

Таблиця 5

Дискримінантний аналіз елементів фотосинтетичної активності

Змінні в моделі	Коефіцієнт Уїлкса λ	F-remove (3,50)	p-level
SPAD	0,038	5,64	0,046
Освітленість-1	0,017	1,64	0,292
Освітленість-2	0,032	4,62	0,066
Освітленість-3	0,012	0,73	0,575

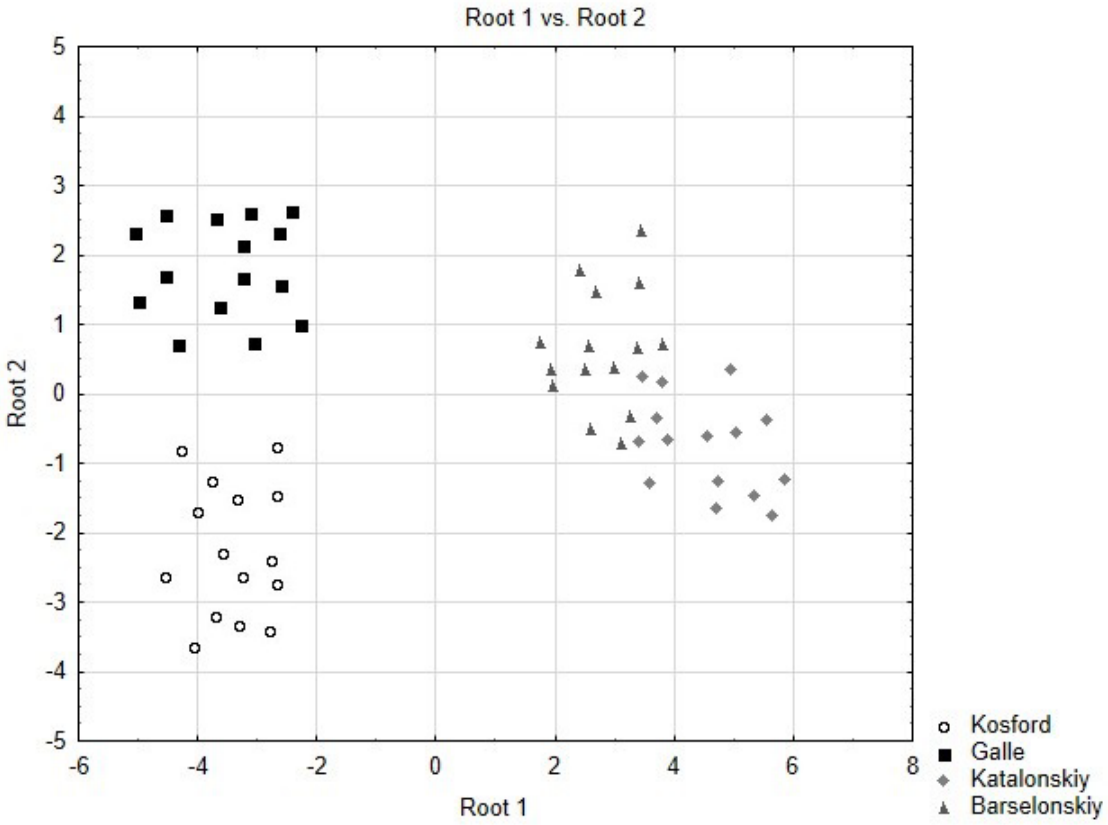


Рис. 1. Результати аналізу класифікації сортів в факторному просторі

За результатами аналізу в просторі канонічних функцій знаходимо (рис. 1), що можна підрозділити за механізмом використання надходження світової енергії досліджувані сорти на три групи (що дає в синтезі досліджених чинників принципово нову картину). До першої групи належали менш успішні сорти Каталонський та Барселонський, котрі в факторному просторі суттєво не розрізнялися, окремо виділилися сорті Косфорд та Галле, можна вважати що ці два генотипи є більш перспективними, але ж існують суттєві відмінності в формуванні продуктивності за ними та особливостями використання світової енергії та фотосинтетичної активності.

Висновки. Підсумовуючі вищенаведені дані, можна сказати, що перспективними до вирощування в зоні Півночі Степу за можливостями використання світової енергії, активністю крони у формуванні врожаю та фотосинтетичної активності листя є сорти Галле та Косфорд (особливо перший). Можливості у використання світової енергіє явно опосередковані генетично та не залежить лише від способу обрізання крони. Особливе значення має активність в цьому напрямку центральної частини крони, надійним параметром, пов'язаним з формуванням продуктивності фотосинтетична активність листового апарату кущів фундуку.

Використання сорту Барселонський для виробничих насаджень фундука в зоні півночі Степу України є недоцільним, сорт Каталонський навряд теж щось покаже в цьому напрямку, але його особливості все ж треба додатково дослідити. Для моніторингу майбутньої продуктивності та цінності генотипів для вирощування варта використовувати показники SPAD та активності центральної частини крони.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Aydemirm B., Yılgın Y. (2022). Investigation of Torrefaction and Combustion Behavior of Hazelnut Shell. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 12(1), 51–65. https://doi.org/10.31466/kfbd.974829
2. Bodaghabadi M.B., Faskhodi A.A., Salehi M.H., Hosseinifard S.J., Heydari M. (2019). Soil suitability analysis and evaluation of pistachio orchard farming, using canonical multivariate analysis. *Scientia Horticulturae*, 246, 528–534. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.069
3. Calà E., Fracchia A., Robotti E., Gulino F., Gullo F., Oddone M., Massacane M., Cordone G., Aceto, M. (2022). On the Traceability of the Hazelnut Production Chain by Means of Trace Elements. Molecules, 27, 3854. https://doi.org/10.3390/molecules27123854
4. Campa N.A., Rodríguez M.R, Suárez V.B., Ferreira, J.J. (2021). Variation of Morphological, Agronomic and Chemical Composition Traits of Local Hazelnuts Collected in Northern Spain. *Frontiers Plant Science*, 12, 659510. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.659510
5. Črepinšek Z., Stampar F., Kajfež-Bogataj L., Solar A. (2011). The response of Corylus avellana L. phenology to rising temperature in north-eastern Slovenia. *International Journal of Biometeorology*, 56, 681–694. https://doi.org/10.1007/s00484-011-0469-7
6. Cristofori V., Pica A.L., Silvestri C., Bizzarri S. (2018). Phenology and yield evaluation of hazelnut cultivars in Latium region. *Acta Horticulturae*, 1226, 123–130. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1226.17
7. Di Lena B., Curci G., Vergni L., Farinelli D. (2022). Climatic Suitability of Different Areas in Abruzzo, Central Italy, for the Cultivation of Hazelnut. *Horticulturae*, 8, 580. https://doi.org/10.3390/horticulturae8070580
8. Erbaş N., Çınarer G., Kılıç K. (2022). Classification of hazelnuts according to their quality using deep learning algorithms. *Czech Journal Food Science*, 40, 240–248. https://doi.org/10.17221/21/2022-CJFS
9. Jenderek M.M., Serimian J.C., Postman J.D., Hummer K.E., Yeater K.M. (2022). Yield and nut characteristics of hazelnut genotypes grown in San Joaquin Valley. *California. Crop Science*, 62(3), 1188–1199. https://doi.org/10.1002/csc2.20720
10. Jha P.K., Materia S., Zizzi G., Costa-Saura J.M., Trabucco A., Evans J., Bregaglio S. (2021). Climate change impacts on phenology and yield of hazelnut in Australia. *Agricultural Systems*, 186, 102982. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102982
11. Guiné R.P.F., Correia P. (2020). Hazelnut: A Valuable Resource. *International Journal of Food Engineering*, 6, 67–72. https://doi.org/10.18178/ijfe.6.2.67-72
12. Giulia T., Vallauri G., Pavese V., Valentini N., Ruffa P., Botta R. Marinoni D.T. (2022). Identification of the hazelnut cultivar in raw kernels and in semi-processed and processed products. *European Food Research and Technology*, 248, 2431–2440. https://doi.org/10.1007/s00217-022-04058-z
13. Kizilkaya R., Dumbadze G., Gülser C., Jgenti L. (2022). Impact of NPK fertilization on hazelnut yield and soil chemical-microbiological properties of Hazelnut Orchards in Western Georgia. *Eurasian Journal of Soil Science*, 11(3), 206–215. https://doi.org/10.18393/ejss.1060314
14. Krol K., Gantner M., Piotrowska A. (2019). Morphological traits, kernel composition and sensory evaluation of hazelnut (Corylus avellana L.) cultivars grown in Poland. *Agronomy*, 9, 703. https://doi.org/10.3390/agronomy9110703
15. Mehlenbacher S.A., Molnar T. (2021). Hazelnut Breeding. *Plant Breeding Reviews*, 62(3), 9–141. https://doi.org/10.1002/9781119828235.ch2
16. Milošević T., Milošević N. (2017). Determination of size and shape features of hazelnuts using multivariate analysis. *Acta Scientiarum Polonorum: Hortorum Cultus*, 16, 49–61. https://doi.org/10.24326/asphc.2017.5.6
17. Nepal A., Tashi S., Chhetri R., Dorji T., Dorji U., Sapkota S. (2022). Impacts of Climate Change on Hazelnut (Corylus avellane L.) Cultivation in Bhutan. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, 5(2), 1445–1455. https://doi.org/10.31817/vjas.2022.5.2.02
18. Nera E., Paas W., Reidsma P., Paolini G., Antonioli F., Severini S. (2020). Assessing the Resilience and Sustainability of a Hazelnut Farming System in Central Italy with a Participatory Approach. *Sustainability*, 12, 343. https://doi.org/10.3390/su12010343
19. Orlandi F., Ranfa A., Ruga L., Fornaciari M. (2019). Hazelnut phenological phases and environmental effects in two central Italy areas. *Journal of Agricultural Meteorology*, 75(3), 137–143. https://doi.org/10.2480/agrmet.D-18-00036
20. Vesali F., Omid M., Mobli H., Kaleita A. (2017). Feasibility of using smart phones to estimate chlorophyll content in corn plants. *Photosynthetica*, 55, 603–610. doi: 10.1007/s11099-016-0677-9

REFERENCES:

1. Aydemirm B., Yılgın Y. (2022). Investigation of Torrefaction and Combustion Behavior of Hazelnut Shell. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 12(1), 51–65. https://doi.org/10.31466/kfbd.974829
2. Bodaghabadi M.B., Faskhodi A.A., Salehi M.H., Hosseinifard S.J., Heydari M. (2019). Soil suitability analysis and evaluation of pistachio orchard farming, using canonical multivariate analysis. *Scientia Horticulturae*, 246, 528–534. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.069
3. Calà E., Fracchia A., Robotti E., Gulino F., Gullo F., Oddone M., Massacane M., Cordone G., Aceto, M. (2022). On the Traceability of the Hazelnut Production Chain by Means of Trace Elements. Molecules, 27, 3854. https://doi.org/10.3390/molecules27123854
4. Campa N.A., Rodríguez M.R, Suárez V.B., Ferreira, J.J. (2021). Variation of Morphological, Agronomic and Chemical Composition Traits of Local Hazelnuts Collected in Northern Spain. *Frontiers Plant Science*, 12, 659510. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.659510
5. Črepinšek Z., Stampar F., Kajfež-Bogataj L., Solar A. (2011). The response of Corylus avellana L.

phenology to rising temperature in north-eastern Slovenia. *International Journal of Biometeorology*, 56, 681–694. https://doi.org/10.1007/s00484-011-0469-7
6. Cristofori V., Pica A.L., Silvestri C., Bizzarri S. (2018). Phenology and yield evaluation of hazelnut cultivars in Latium region. *Acta Horticulturae*, 1226, 123–130. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1226.17
7. Di Lena B., Curci G., Vergni L., Farinelli D. (2022). Climatic Suitability of Different Areas in Abruzzo, Central Italy, for the Cultivation of Hazelnut. *Horticulturae*, 8, 580. https://doi.org/10.3390/horticulturae8070580
8. Erbaş N., Çınarer G., Kılıç K. (2022). Classification of hazelnuts according to their quality using deep learning algorithms. *Czech Journal Food Science*, 40, 240–248. https://doi.org/10.17221/21/2022-CJFS
9. Jenderek M.M., Serimian J.C., Postman J.D., Hummer K.E., Yeater K.M. (2022). Yield and nut characteristics of hazelnut genotypes grown in San Joaquin Valley. *California. Crop Science*, 62(3), 1188–1199. https://doi.org/10.1002/csc2.20720
10. Jha P.K., Materia S., Zizzi G., Costa-Saura J.M., Trabucco A., Evans J., Bregaglio S. (2021). Climate change impacts on phenology and yield of hazelnut in Australia. *Agricultural Systems*, 186, 102982. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102982
11. Guiné R.P.F., Correia P. (2020). Hazelnut: A Valuable Resource. *International Journal of Food Engineering*, 6, 67–72. https://doi.org/10.18178/ijfe.6.2.67-72
12. Giulia T., Vallauri G., Pavese V., Valentini N., Ruffa P., Botta R. Marinoni D.T. (2022). Identification of the hazelnut cultivar in raw kernels and in semi-processed and processed products. *European Food Research and Technology*, 248, 2431–2440. https://doi.org/10.1007/s00217-022-04058-z
13. Kizilkaya R., Dumbadze G., Gülser C., Jgenti L. (2022). Impact of NPK fertilization on hazelnut yield and soil chemical-microbiological properties of Hazelnut Orchards in Western Georgia. *Eurasian Journal of Soil Science*, 11(3), 206–215. https://doi.org/10.18393/ejss.1060314
14. Krol K., Gantner M., Piotrowska A. (2019). Morphological traits, kernel composition and sensory evaluation of hazelnut (Corylus avellana L.) cultivars grown in Poland. *Agronomy*, 9, 703. https://doi.org/10.3390/agronomy9110703
15. Mehlenbacher S.A., Molnar T. (2021). Hazelnut Breeding. *Plant Breeding Reviews*, 62(3), 9–141. https://doi.org/10.1002/9781119828235.ch2
16. Milošević T., Milošević N. (2017). Determination of size and shape features of hazelnuts using multivariate analysis. *Acta Scientiarum Polonorum: Hortorum Cultus*, 16, 49–61. https://doi.org/10.24326/asphc.2017.5.6
17. Nepal A., Tashi S., Chhetri R., Dorji T., Dorji U., Sapkota S. (2022). Impacts of Climate Change on Hazelnut (Corylus avellane L.) Cultivation in Bhutan. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, 5(2), 1445–1455. https://doi.org/10.31817/vjas.2022.5.2.02
18. Nera E., Paas W., Reidsma P., Paolini G., Antonioli F., Severini S. (2020). Assessing the Resilience and Sustainability of a Hazelnut Farming System in Central Italy with a Participatory Approach. *Sustainability*, 12, 343. https://doi.org/10.3390/su12010343
19. Orlandi F., Ranfa A., Ruga L., Fornaciari M. (2019). Hazelnut phenological phases and environmental effects in two central Italy areas. *Journal of Agricultural Meteorology*, 75(3), 137–143. https://doi.org/10.2480/agrmet.D-18-00036
20. Vesali F., Omid M., Mobli H., Kaleita A. (2017). Feasibility of using smart phones to estimate chlorophyll content in corn plants. *Photosynthetica*, 55, 603–610. doi: 10.1007/s11099-016-0677-9

Сімченко О.О., Назаренко М.М. Формування продуктивності у фундука в залежності від активності фотосинтезу

Світовою тенденцією є стрімке зростання площ насадження фундука, причому відзначається суттєве зростання людей, що включають в свій раціон безпосередньо горіхи фундуку як джерело цінних харчових елементів, а не споживають кондитерські вироби. **Мета.** Метою досліджень було визначити найбільш продуктивні та придатні до вирощування сорти фундуку в умовах північної частини Степу України – зони з недостатнім захопленням та різко-континентальним кліматом, що раніше вважалася не цілком придатною для такого роду діяльності. **Методи:** Дослідження проводили на виробничих посадках фундука Технологія вирощування фундука в досліді відповідала загальноприйнятій для зон вирощування в України. Облік урожаю горіхів фундука проводили суцільним поділяночним збиранням. Проводили оцінку фотосинтетичної активності приладом та освітленості крони. **Результати.** Сорт Барселонський не варто вирощувати в умовах регіону. Однозначно правильним рішенням є використання в виробничих насадження сорту Галле, та, можливо, сорту Косфорд. Сорт Каталонський треба ще досліджувати в цьому напрямку. Переважна ефективність належить центральній частині крони, що є більш перспективною з огляду на майбутню врожайність та більш зв'язана з цією ознакою. Ефективність використання є значимим показником, що впливає в подальшому на продуктивність навіть вже на такому рівні доволі приблизних досліджень. Вагоме значення для формування продуктивності SPAD та можливості у використанні світлового потоку центральної частини крони. Усі інші параметри були недостовірні. До першої групи належали менш успішні сорти Каталонський та Барселонський, котрі в факторному просторі суттєво не розрізнялися, окремо виділилися сорті Косфорд та Галле, можна вважати що ці два генотипи є більш перспективними, але ж існують суттєві відмінності в формуванні продуктивності за ними та особливостями використання світової енергії та фотосинтетичної активності. **Висновки.** Перспективними до вирощування в зоні Півночі Степу за можливостями використання світової енергії, активністю крони у формуванні врожаю та фотосинтетичної активності листя є сорти Галле та Косфорд (особливо перший). Можливості у використання світової енергіє явно опосередковані генетично та не залежить лише від способу обрізання крони.

Ключові слова: фундук, сорт, фотосинтетична активність, врожайність.

Simchenko O.O., Nazarenko M.M. The formation of productivity for hazelnut depending on the activity of photosynthesis

The global trend is the rapid growth of hazelnut planting areas, and there is a significant increase in the number of people who directly include hazelnuts in their diet as a source of valuable nutritional elements, rather than

consuming confectionery products. **Purpose.** The purpose of the research was to determine the most productive and suitable varieties of hazelnuts in the conditions of the northern part of the Steppe of Ukraine - a zone with insufficient capture and a sharply continental climate, which was previously considered not entirely suitable for this type of activity. **Methods:** The research was carried out on production hazelnut plantations. The technology of growing hazelnuts in the experiment corresponded to the generally accepted for cultivation zones in Ukraine. Accounting for the harvest of hazelnuts was carried out by continuous divisional harvesting. Evaluation of photosynthetic activity with the device and illumination of the crown was carried out. **Results.** The Barcelona variety should not be grown in the conditions of the region. The definitely correct solution is to use the variety Galle and, possibly, the variety Kosford in production plantations. The variety Catalonskyi still needs to be researched in this direction. Predominant efficiency belongs to the central part of the crown, which is more promising with regard to future yield and is more related to this feature. The efficiency of use is a significant indicator that affects further productivity even at this level of rather approximate research. Of great importance for the formation of SPAD productivity and the ability to use the light flow of the central part of the crown. All other parameters were invalid. The first group included the less successful varieties Catalonskyi and Barcelonskyi, which did not differ significantly in the factor space, the varieties Kosford and Galle stood out separately, it can be considered that these two genotypes are more promising, but there are significant differences in the formation of productivity by them and the features of the use of world energy and photosynthetic activity. **Findings.** The varieties Galle and Kosford (especially the first) are promising for cultivation in the Northern Steppe zone in terms of the possibilities of using global energy, the activity of the crown in the formation of the crop and the photosynthetic activity of the leaves. The ability to use the world's energy is clearly genetically mediated and does not depend only on the way the crown is cut.

Key words: hazelnut, variety, photosynthetic activity, yield.

УДК 63:631.81
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.9

ВПЛИВ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН НА БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА УРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ

ЦИЛЮРИК О.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-7479-8401
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
ІЖБОЛДІН О.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-8076-7206
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
СОЛОГУБ І.М. – аспірант
orcid.org/0000-0002-0822-6480
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Кукурудза важлива зернова культура Північного Степу України. В останні десятиріччя у зв'язку із подорожчанням енергоресурсів та зміною пріоритетів розвитку галузі рослинництва на фоні скорочення використання органічних і мінеральних добрив, погіршенням фітосанітарного стану, запровадженням короткоротаційних сівозмін, розширенням площі посівів кукурудзи до 5,0 млн. га виникає необхідність в удосконаленні елементів технології вирощування кукурудзи з метою зростання урожайності зерна та підвищення його якості [1–5].

Зростання вартості мінеральних добрив та засобів захисту рослин під кукурудзу спонукає до зменшення їх використання, що у свою чергу, призводить до необхідності пошуку, вивчення і застосування у рослинництві альтернативних джерел надходження поживних речовин, шляхом використання менш шкідливих для довкілля біологічних засобів, природних та синтетичних регуляторів росту, оптимізації ресурсозберігаючих технологічних заходів, що дозволяє повніше використовувати природний потенціал зернової культури [6].

Рішення цієї проблеми полягає у оптимізації продуктивності кукурудзи, запровадженні в технологію її вирощування нових біологічних стимуляторів росту рослин (Альфа Нано Гроу, Вимпел 2, Авангард Гроу Аміно, Авангард Гроу Гумат), які забезпечують: прискорення росту і розвитку культури, підвищення стійкості до екстремальних температурних режимів, посилення розвитку листкової поверхні, підвищення вмісту жирів і протеїну в зернах кукурудзи, збільшення вмісту хлорофілу, а як результат підвищення врожайності і якості зерна кукурудзи. Однак даних про ефективність різних стимуляторів росту рослин на кукурудзі в даний час мало і до того ж вони несуть найчастіше суперечливий характер.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями, що проведені в різних грунтово-агрокліматичних умовах України, переконливо доведено потребу у створенні оптимальних за біометричними параметрами агроценозів кукурудзи для підвищення інтенсивності їх фотосинтетичної діяльності. Експериментально обґрунтовано перспективність інтегрованого управління структурно-функціональним станом посівів для підвищення врожайності культури за рахунок оптимізації елементів технології вирощування [7].

Важливим резервом ресурсозбереження технології вирощування кукурудзи є використання різних бактеріальних препаратів, фізіологічно активних речовин та антистресантів, що активують механізми імунітету, стресостійкості та адаптивності. Їх застосування у технології вирощування дозволяє прямо та опосередковано впливати на формування посівів з оптимальними морфоструктурними та функціональними показниками [8–10].

Дослідженнями Вожегової Р.А., Лавриненко Ю.О., Гож О.А. встановлено, що на півдні України гібриди кукурудзи різних груп стиглості на поливі мали найвищу врожайність зерна при застосуванні стимуляторів росту рослин (Сизам-Нано, Грейнактив-С) із розчинами комплексних мікродобрив (Наномікс, Humin Plus, Myke pro), зокрема на гібриді Арабат прибавка зерна становила 3,27–10,04% по відношенню до контролю (12,54 т/га). Гібрид ДН Гетера мав дещо нижчу врожайність – 11,94 т/га, але із застосуванням препаратів вона збільшилася на 3,43–10,13% порівняно з контролем [11].

За даними Чемерис В.С. обробка рослин кукурудзи у фазі 5–7 листків регуляторами росту позитивно впливає на їх подальший ріст та формування врожайності. В середньому за два роки досліджень прибавка врожаю товарних качанів від застосування Мегафолу склала 0,91 т/га, Фолік Аміновігор – 0,59 т/га, Делфан Плюс – 0,80 т/га, відповідно кондиційних качанів – 1,27, 0,72 і 0,94 т/га. Сільськогосподарським підприємствам рекомендовано проводити обприскування посівів кукурудзи препаратом Мегафол у нормі 2 л/га. Це забезпечує отримання прибавки врожаю 0,91 т/га товарних качанів та 14642 грн./га додаткового умовно чистого прибутку [12].

Головна **мета** нашої роботи полягає у вивченні впливу різних за напрямком дії рістрегулюючих речовин на фотосинтетичну діяльність, ріст і розвиток та продуктивність рослин кукурудзи різних груп стиглості в умовах Північного Степу України. Виявити найбільш ефективні стимулятори росту рослин на кукурудзі, які забезпечують прискорення росту і розвитку культури, підвищення стійкості до екстремальних температурних режимів, посилення розвитку листкової поверхні, підвищення вмісту протеїну в зернах кукурудзи, збільшення вмісту хлорофілу, які забезпечать підвищення рівня реалізації потенціалу продуктивності культури, ефективне використання матеріально-технічних і агрокліматичних ресурсів.

Матеріали і методи досліджень. Польові дослідження проводили на науково-дослідному полі науково-освітнього центру практичної підготовки Дніпровського державного аграрно-економічного університету протягом 2020–2022 рр. на чорноземах звичайних малогумусних середньо потужних пилувато-середньо суглинкових на лесі. Ґрунти відзначаються високою потенційною і ефективною родючістю: вміст гумусу в орному шарі становить 3,9%, загального азоту – 0,22%, фосфору – 0,13%, калію – 2,2%.

Агротехніка вирощування кукурудзи загальноприйнята для зони Степу Розміщується кукурудза після пшениці озимої в 5-ти пільній зерно-паро-просапній сівозміні (чистий пар – пшениця озима – кукурудза – ячмінь – соняшник). По всіх варіантах обробітку під передпосівну культивацію (культиватор КСО – 4Н) вносився ґрунтовий гербіцид Аспект Про – 2,5 л/га та пізніше страховий гербіцид Елюміс – 1,5 л/га. Внесення добрив проводили навесні розкидним способом під передпосівну культивацію в дозі $N_{15}P_{15}K_{15}$. Обробіток ґрунту передбачав дворазове загально фонове по мірі появи бур'янів лущення стерні важкими дисковими боронами PALLADA 2400 на глибину 10–12 см. Основний обробіток – полицевий (оранка плугом ПЛН-3-35 на глибину 23–25 см). Внесення стимуляторів росту проводили малогабаритним штанговим оприскувачем ОМ–4 (ширина захвату 4 м) у фазу ВВСН 15-17 та ВВСН 20-22. Посівний матеріал кукурудзи протруювали Максим XL 035 FS (1,0 л/т) + Вайбранс 500 FS (1,5л/т) + Форс Зеа 280 FS (6,0 л/т).

Для посіву використовували вітчизняні гібриди Державної установи Інститут зернових культур НААН різних груп стиглості, а саме: ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий, ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній, ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий, ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній. На посівах зазначених гібридів двічі у фазу ВВСН 15-17 та ВВСН 20-22 проводили внесення наступних стимуляторів росту рослин: Вимпел 2 (0,5 л/га), Альфа Нано Гроу (50 мл/га), Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га), Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га). Був також варіант без внесення препаратів (контроль) (табл. 1).

Дослід двофакторний, розміщення ділянок першого та другого порядків послідовне: 1–2–3–4. Повторність триразова. Схема досліду наведена в таблиці 1.

Під час виконання роботи використовували загальнонаукові методи досліджень, основними з яких були: польовий – для дослідження взаємодії гібридів кукурудзи різних груп стиглості та регуляторів росту з біологічними і абіотичними факторами; вимірювально-ваговий – для встановлення динаміки росту, біометричних вимірювань, визначення елементів структури врожаю та врожайності зернової культури; метод математичної статистики: дисперсійний та кореляційний тощо [13]. Серед особливостей методики слід відмітити використання приладу SPAD–502 Plus для визначення умісту хлорофілу в одиницях SPAD. Пристрій визначає спектральне поглинання в двох діапазонах, і на підставі отриманих даних розраховує чисельне значення, пропорційне кількості хлорофілу в листках, що і відображає на дисплеї.

Результати досліджень та їх обговорення. Як показали результати досліджень висота рослин кукурудзи закономірно залежала від групи стиглості кукурудзи та зростала по висхідній від ранньостиглого (ДН Пивиха ФАО 180) до середньопізнього (ДН Олена 440 МВ ФАО 440) – 215–225 см (табл. 2).

Застосування стимуляторів росту рослин сприяло незначному збільшенню висоти кукурудзи на 3–8 см (1,4–3,7%) в порівнянні з контролем (без обробітку).

Таблиця 1

Схема польового досліду з вивчення стимуляторів росту рослин

Гібрид кукурудзи	Стимулятори росту рослин
1. ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній	Контроль (без внесення препаратів)
	Вимпел 2 (0,5 л/га)
	Альфа Нано Гроу (50 мл/га)
	Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га)
	Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га)
2. ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий	Контроль (без внесення препаратів)
	Вимпел 2 (0,5 л/га)
	Альфа Нано Гроу (50 мл/га)
	Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га)
	Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га)
3. ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній	Контроль (без внесення препаратів)
	Вимпел 2 (0,5 л/га)
	Альфа Нано Гроу (50 мл/га)
	Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га)
	Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га)
4. ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий	Контроль (без внесення препаратів)
	Вимпел 2 (0,5 л/га)
	Альфа Нано Гроу (50 мл/га)
	Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га)
	Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га)

Таблиця 2

Висота рослин кукурудзи залежно від внесення стимуляторів росту рослин в середньому за 2020–2022 рр.

Гібрид кукурудзи	Стимулятори росту рослин та їх дози	Висота рослин кукурудзи, см
1. ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	215
	2. Вимпел 2 (0,5 л/га)	218
	3. Альфа Нано Гроу (50 мл/га)	218
	4. Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га)	222
	5. Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га)	223
2. ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній	1. Контроль (без внесення препаратів)	216
	2. Вимпел 2 (0,5 л/га)	219
	3. Альфа Нано Гроу (50 мл/га)	223
	4. Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га)	223
	5. Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га)	225
3. ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	216
	2. Вимпел 2 (0,5 л/га)	219
	3. Альфа Нано Гроу (50 мл/га)	222
	4. Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га)	224
	5. Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га)	223
4. ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній	1. Контроль (без внесення препаратів)	220
	2. Вимпел 2 (0,5 л/га)	224
	3. Альфа Нано Гроу (50 мл/га)	225
	4. Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га)	223
	5. Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га)	224
$НІР_{0,5}$, см		3,5

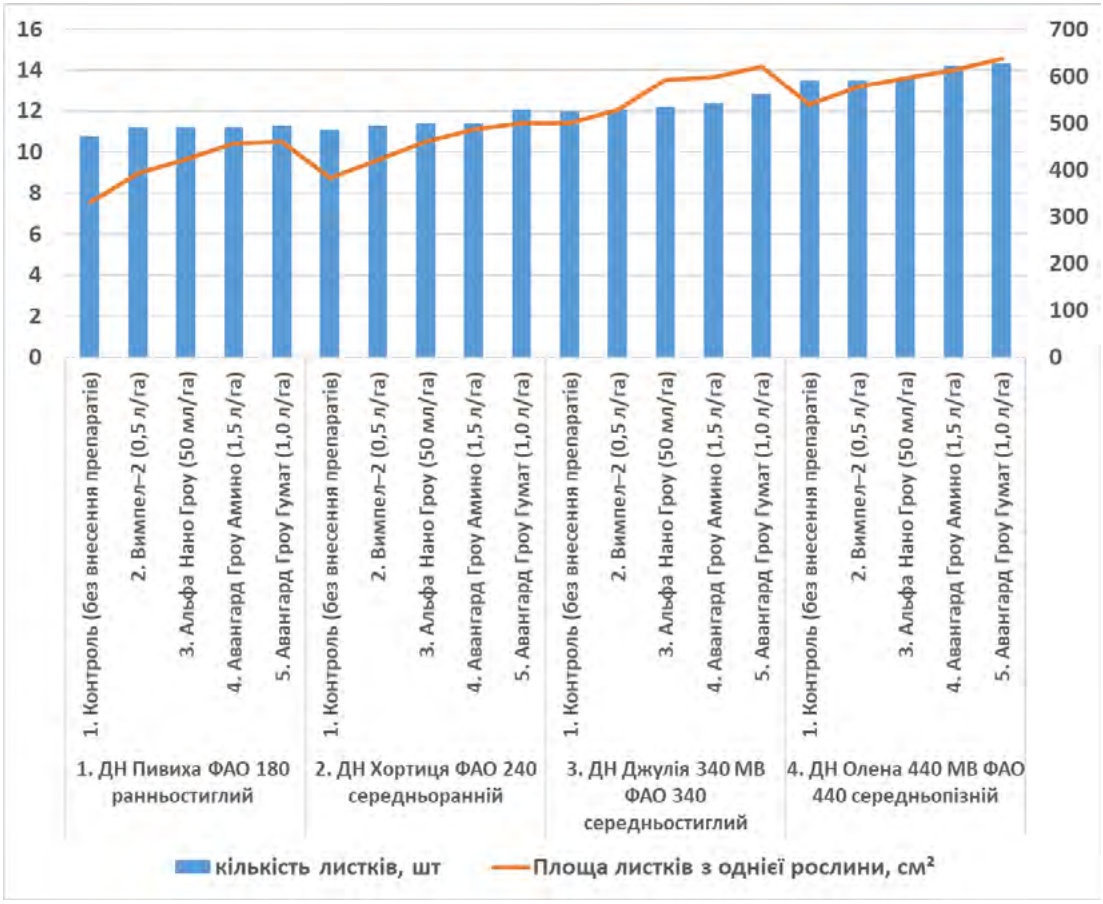


Рис. 1. Кількість листків кукурудзи та їх площа на одній рослині під впливом стимуляторів росту рослин в середньому за 2020–2022 рр.

Максимальна тенденція підвищення висоти рослин кукурудзи відмічена за обприскування Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га) – 223–225 см.

Кількість листків на рослинах кукурудзи визначалася біологічними особливостями гібридів із поступовим зростанням їх кількості від ранньостиглого ДН Пивиха ФАО 180 (10,8–11,3 шт/рослину) до середньопізнього ДН Олена 440 МВ ФАО 440 (13,5–14,3 шт/рослину). Відмічена також тенденція до зростання кількості листків на варіантах внесення стимуляторів росту рослин порівняно з контролем без внесення препаратів на 3,5–5,6% (Рис. 1).

Прямопропорційно до кількості листків розподілялася і площа листків на рослині з такими ж закономірностями та тенденціями. Тобто мінімальна площа листків на одній рослині відмічена на контролі 329,7–538,9 см². Використання стимуляторів росту рослин призводило до зростання площі листків на 5,3–28,3% без суттєвої різниці між використаними препаратами, адже різниця між використаними препаратами знаходиться в межах помилки досліду (Рис. 1).

Суттєвий вплив на уміст хлорофілу мали всі застосовувані стимулятори росту рослин. Зростання кількості хлорофілу одиниць SPAD порівняно з контролем становило на гібриді ДН Пивиха ФАО 180 – 8,1–9,1 одиниць (17,9–19,6%), ДН Хортиця ФАО 240 – 9,2–12,8 одиниць (18,2–23,7%), ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 2,3–6,6 одиниць (4,6–12,2%), ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 1,5–6,0 одиниць (3,1–11,3%). Слід відмітити також про тенденцію зростання умісту хлорофілу за внесення препаратів Авангард Гроу Аміно – 1,5 л/га та Авангард Гроу Гумат – 1,0 л/га порівняно з Вимпел 2 – 0,5 л/га та Альфа Нано Гроу – 50 мл/га.

Як бачимо з отриманих результатів досліджень дія всіх стимуляторів росту рослин з часом знижувалася, особливо це помітно на середньостиглому ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 та середньопізньому ДН Олена 440 МВ ФАО 440 гібридах з більш довшим періодом вегетації, що дає підстави висловити думку про додаткове внесення препаратів в більш пізніші фази росту і розвитку рослин кукурудзи для пролонгації дії стимуляторів росту рослин в часі з метою підвищення вмісту хлорофілу, а як наслідок зростання урожайності зерна.

Як видно з результатів досліджень, майже всі елементи структури урожаю кукурудзи (довжина качана, кількість рядів зерен, кількість зерен з качана, маса зерна з качана, маса 1000 зерен) мають закономірну тенденцію до зростання залежно від групи стиглості гібриду кукурудзи від ранньостиглого до середньопізнього. Окрім цього елементи структури урожаю також залежали від внесених стимуляторів росту рослин (табл. 3).

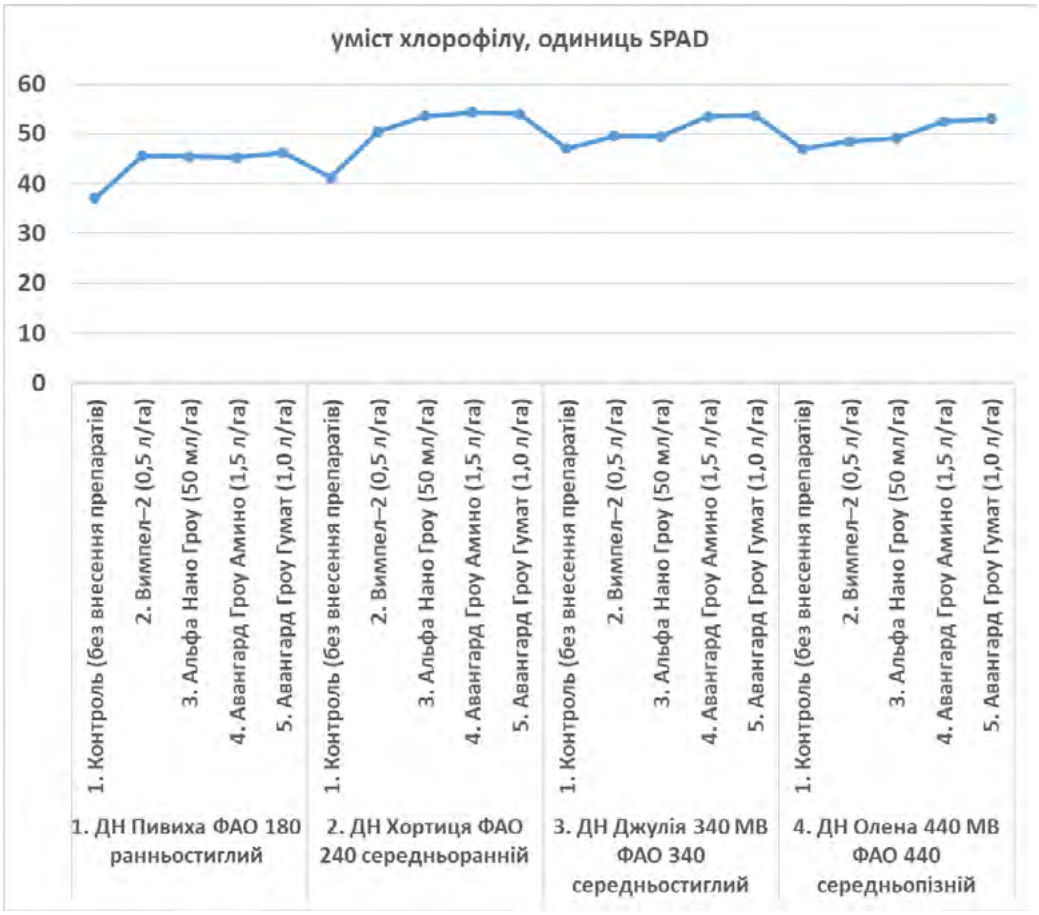


Рис. 2 Уміст хлорофілу в листках кукурудзи залежно від стимуляторів росту рослин в середньому за 2020–2022 рр., одиниць SPAD

Кукурудза на контрольних ділянках у всіх гібридів мала мінімальну довжину качана, застосування стимуляторів росту сприяло тенденції до зростання зазначеного показника на 0,5–1,7 см (2,6–8,6%).

Таблиця 3

Елементи структури урожаю кукурудзи під впливом стимуляторів росту рослин в середньому за 2020–2022 рр.

Гібрид кукурудзи	Стимулятори росту рослин та їх дози	Довжина качана, см	Діаметр качана, см	Кількість рядів зерен, шт	Кількість зерен з качана, шт	Маса зерна з качана, г	Маса 1000 зерен, г
ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	17,3	3,6	14,0	443,3	65,5	202,8
	2. Вимпел 2 (0,5 л/га)	17,6	3,8	15,2	474,4	71,1	212,0
	3. Альфа Нано Гроу (50 мл/га)	17,4	3,6	14,2	485,0	77,3	210,9
	4. Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га)	17,9	4,1	15,6	479,5	85,9	212,2
	5. Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га)	17,7	4,1	14,6	499,6	95,5	232,8
ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній	1. Контроль (без внесення препаратів)	18,0	3,5	13,2	375,0	87,1	210,8
	2. Вимпел 2 (0,5 л/га)	18,3	3,5	13,2	422,9	96,7	216,2
	3. Альфа Нано Гроу (50 мл/га)	18,6	3,8	14,4	447,1	94,6	216,4
	4. Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га)	18,9	4,0	14,5	447,0	101,4	231,7
	5. Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га)	19,0	3,8	14,7	446,8	107,0	249,8
ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	18,1	3,9	14,6	441,2	87,7	215,4
	2. Вимпел 2 (0,5 л/га)	19,6	4,0	15,1	543,8	94,7	236,0
	3. Альфа Нано Гроу (50 мл/га)	19,2	4,1	15,3	595,1	97,7	239,8
	4. Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га)	19,5	4,9	15,0	535,3	104,5	249,2
	5. Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га)	19,8	4,9	15,5	544,0	109,5	265,4
ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній	1. Контроль (без внесення препаратів)	18,4	4,3	13,2	467,0	100,5	269,9
	2. Вимпел 2 (0,5 л/га)	18,5	4,2	14,6	510,2	107,1	280,8
	3. Альфа Нано Гроу (50 мл/га)	18,5	3,9	14,8	583,0	108,1	288,9
	4. Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га)	18,7	4,3	14,9	594,1	108,6	285,0
	5. Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га)	18,9	3,7	14,7	571,5	110,5	289,9

Таблиця 4

Урожайність кукурудзи залежно від стимуляторів росту рослин за 2020–2022 рр., т/га

№ п/п	Гібрид кукурудзи	Стимулятори росту рослин та їх дози	Урожайність по роках, т/га			
			2020	2021	2022	середнє
1.	ДН Пивиха ФАО 180 ранньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	3,51	4,74	4,87	4,37
		2. Вимпел 2 (0,5 л/га)	3,67	4,81	5,00	4,49
		3. Альфа Нано Гроу (50 мл/га)	3,85	4,41	5,67	4,64
		4. Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га)	3,90	4,49	5,81	4,73
		5. Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га)	4,00	4,16	6,03	4,73
2.	ДН Хортиця ФАО 240 середньоранній	1. Контроль (без внесення препаратів)	3,43	5,59	5,16	4,72
		2. Вимпел 2 (0,5 л/га)	4,08	5,52	5,64	5,08
		3. Альфа Нано Гроу (50 мл/га)	4,38	5,87	6,45	5,56
		4. Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га)	4,53	5,94	6,77	5,74
		5. Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га)	4,63	5,51	7,24	5,79
3.	ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 середньостиглий	1. Контроль (без внесення препаратів)	3,99	6,68	6,65	5,77
		2. Вимпел 2 (0,5 л/га)	4,14	6,68	7,06	5,96
		3. Альфа Нано Гроу (50 мл/га)	4,25	6,35	7,31	5,97
		4. Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га)	4,27	5,65	7,95	5,95
		5. Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га)	4,38	5,35	8,09	5,94
4.	ДН Олена 440 МВ ФАО 440 середньопізній	1. Контроль (без внесення препаратів)	3,79	6,95	7,82	6,18
		2. Вимпел 2 (0,5 л/га)	3,96	7,28	8,80	6,68
		3. Альфа Нано Гроу (50 мл/га)	4,06	6,13	9,05	6,41
		4. Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га)	4,11	6,02	8,55	6,22
		5. Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га)	4,25	5,63	9,00	6,29
$НІР_{0,5}$, т/га			0,11	0,18	0,22	–

Кількість зерен з качана також збільшувалася під впливом стимуляторів росту рослин на ранньостиглому ДН Пивиха ФАО 180 на 31,1–56,3 шт (6,5–11,2%), середньоранньому ДН Хортиця ФАО 240 – 47,9–71,8 шт (11,3–16,0%), середньостиглому ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 102,6–102,8 шт (18,8–18,9%) та на середньопізньому ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 43,2–104,5 шт (8,4–18,3%).

Така ж закономірність стосується маси зерна з качана та маси 1000 зерен. Маса зерна з качана зростала під впливом стимуляторів росту рослин в середньому по гібридах кукурудзи на 5,6–30 г (7,8–31,4%), а маса 1000 зерен на 5,40–50,0 г (2,5–18,8%). Серед стимуляторів тенденцію до зростання мали Авангард Гроу Аміно (1,5 л/га) та Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га).

Показники умісту хлорофілу помітно корелюють з урожайністю зерна, тобто чим вищі були показники умісту хлорофілу тим вищою була і урожайність зерна. Надбавка від застосування препаратів становила на ранньостиглому ДН Пивиха ФАО 180 – 0,12–0,36 т/га (2,6–7,6%), середньоранньому ДН Хортиця ФАО 240 – 0,84–1,07 т/га (16,5–18,4%), середньостиглому ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 0,19–0,2 т/га (3,19–3,3%), середньопізньому ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 0,04–0,5 т/га (0,64–7,5%) (табл. 4).

Висновки. Застосування стимуляторів росту рослин сприяло збільшенню висоти рослин кукурудзи на 3–8 см (1,4–3,7%) в порівнянні з контролем (без обробітку), особливо за обприскування стимулятором Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га) – 223–225 см. Відмічена також тенденція до зростання кількості листків (на 3,5–5,6%) та площі листків (на 5,3–28,3%) під дією стимуляторів росту без значної різниці між використаними препаратами.

Суттєвий вплив на уміст хлорофілу (одиниць SPAD) мали всі застосовувані стимулятори росту рослин, зокрема на гібриді ДН Пивиха ФАО 180 – 8,1–9,1 одиниць (17,9–19,6%), ДН Хортиця ФАО 240 – 9,2–12,8 одиниць (18,2–23,7%), ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 2,3–6,6 одиниць (4,6–12,2%), ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 1,5–6,0 одиниць (3,1–11,3%). Відмічена тенденцію зростання умісту хлорофілу за внесення препаратів Авангард Гроу Аміно – 1,5 л/га та Авангард Гроу Гумат – 1,0 л/га порівняно з Вимпел 2 – 0,5 л/га та Альфа Нано Гроу – 50 мл/га.

Вищі показники умісту хлорофілу в листках сприяли зростанню рівня урожайності в ранньостиглого гібриду ДН Пивиха ФАО 180 на 0,12–0,36 т/га (2,6–7,6%), середньораннього ДН Хортиця ФАО 240 – 0,84–1,07 т/га (16,5–18,4%), середньостиглого ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 0,19–0,2 т/га (3,19–3,3%), середньопізнього ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 0,04–0,5 т/га (0,64–7,5%).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року / за ред. Ю.О. Лупенка, В.Я. Месель-Веселяка. К. : ННЦ «ІАЕ», 2012. 182 с.
2. Troyer A.F. Background of U. S. hybrid corn: II. Breeding, climate, and food. *Crop Sci.* 2004. № 44(2). P. 370–380.
3. Кукурудза на зрошуваних землях півдня України: монографія / Ю.О. Лавриненко, С.В. Коковіхін, П.В. Писаренко та ін. / за ред. Ю.О. Лавриненка. Херсон : Айлант, 2009. 428 с.
4. Квітка Г. Кукурудза – «за» євроінтеграцію! *Пропозиція*. 2013. № 12 (222). С. 38–40.
5. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підручник. 5-те вид., виправ., доповн. Львів : НВФ «Українські технології», 2020. 806 с.
6. Цилюрик О.І. Система мульчувального обробітку ґрунту в Північному Степу : монографія. Львів : Новий Світ–2000, 2019. 298 с.
7. Наукові основи ефективності використання виробничих ресурсів у різних моделях технологій вирощування зернових культур / В. Ф. Камінський та ін. Київ : Видавничий дім «Вініченко», 2017. 580 с.
8. Мазур В.А., Шевченко Н.В. Формування площі листкової поверхні рослин гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Біоресурси і природокористування.* 2018. Т. 10, № 1/2. С. 108–114. http://dx.doi.org/10.31548/bio2018.01.014.
9. Tomashuk O.V., Kamenshchuk B.D. Photosynthetic productivity of maize crops under the influence of different farming systems in the Right-bank Forest-Steppe. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2018. No 100, Vol. 2. P. 91–97.
10. Шевченко Л.А., Токмакова Л.М. Формування і продуктивність фотосинтетичного апарату рослин кукурудзи за дії поліміксобактерину – стимулятора росту рослин. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. Серія: Сільськогосподарські науки.* 2018. Т. 20, № 89. С. 47–51. https://doi.org/10.32718/nvlvet8908
11. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Гож О.А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від стимуляторів росту та мікродобрив в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки.* 2016. №7. С. 17–21.
12. Чемерис В.С. Ефективність стимулятора росту та мікродобрив при вирощуванні кукурудзи в Центральній Україні: кваліфікаційна магістерська робота : спец. 201 «Агрономія» / наук. кер. Ф. П. Топольний; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. Кропивницький : ЦНТУ, 2021. 58 с.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.

REFERENCES:

1. Stratehichni napriamy rozvytku silskoho hospodarstva Ukrainy na period do 2020 roku; za red. Yu.O. Lupenka, V.Ia. Mesel-Veseliaka [Strategic directions of agricultural development of Ukraine for the period until 2020]. K.: NNTs «IAE», 2012. 182 s. [in Ukrainian].
2. Troyer A.F. Background of U. S. hybrid corn: II. Breeding, climate, and food. *Crop Sci.* 2004. № 44(2). P. 370-380.
3. Kukurudza na zroshuvanykh zemliakh pivdnia Ukrainy: monohrafiia / Yu.O. Lavrynenko, S.V. Kokovikhin, P.V. Pysarenko ta in.; za red. Yu.O. Lavrynenka [Maize on irrigated lands of southern Ukraine: monograph]. Kherson: Ailant, 2009. 428 s. [in Ukrainian].
4. Kvitka H. Kukurudza – «za» yevrointehratsiiu! [Corn is "for" European integration!]. Propozytsiia. 2013. № 12 (222). S. 38–40 [in Ukrainian].

5. Petrychenko V.F., Lykhochvor V.V. Roslynnytstvo. Novi tekhnolohii vyroshchuvannia polovykh kultur: pidruchnyk. 5-te vyd., vyprav., dopovn. [Plant growing. New technologies for growing field crops : a textbook. 5th ed., corrections, additions]. Lviv : NVF «Ukrainski tekhnolohii», 2020. 806 s. [in Ukrainian].
6. Tsyliuryk O.I. Systema mulchuvalnoho obrobitku gruntu v Pivnichnomu Stepu: monohrafiia [Mulching soil cultivation system in the Northern Steppe: monograph]. Lviv: Novyi Svit–2000, 2019. 298 s. [in Ukrainian].
7. Naukovi osnovy efektyvnosti vykorystannia vyrobnychykh resursiv u riznykh modeliakh tekhnolohii vyroshchuvannia zernovykh kultur / V. F. Kaminskyi ta in. [Scientific bases of the efficiency of the use of production resources in various models of technologies for growing grain crops]. Kyiv : Vydavnychyi dim «Vinichenko», 2017. 580 s. [in Ukrainian].
8. Mazur V.A., Shevchenko N.V. Formuvannia ploshchi lystkovoi poverkhni roslyn hibrydiv kukurudzy zalezhno vid tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia. Bioresursy i pryrodokorystuvannia [The formation of the leaf surface area of corn hybrid plants depending on the technological methods of cultivation]. 2018. T. 10, № 1/2. C. 108–114. http://dx.doi.org/10.31548/bio2018.01.014 [in Ukrainian].
9. Tomashuk O.V., Kamenshchuk B.D. Photosynthetic productivity of maize crops under the influence of different farming systems in the Right-bank Forest-Steppe. Tavriiskyi naukovyi visnyk. 2018. No 100, Vol. 2. P. 91–97.
10. Shevchenko L.A., Tokmakova L.M. Formuvannia i produktyvnist fotosyntetychnoho aparatu roslyn kukurudzy za dii polimiksobakterynu – stymuliatora rostu roslyn [Formation and productivity of the photosynthetic apparatus of corn plants under the action of polymyxobacterin, a plant growth stimulator]. Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Seriia: Silskohospodarski nauky. 2018. T. 20, № 89. S. 47–51. https://doi.org/10.32718/nvlvet8908 [in Ukrainian].
11. Vozhehova R.A., Lavrynenko Yu.O., Hozh O.A. Produktyvnist hibrydiv kukurudzy zalezhno vid stymuliatoriv rostu ta mikrodobryv v umovakh zroshennia [Productivity of corn hybrids depending on growth stimulants and microfertilizers under irrigation conditions]. Visnyk ahrarnoi nauky. 2016. №7. S. 17–21 [in Ukrainian].
12. Chemerys V.S. Efektyvnist stymuliatora rostu ta mikrodobryv pry vyroshchuvanni kukurudzy v Tsentralnii Ukraini: kvalifikatsiina mahisterska robota : spets. 201 «Ahronomiia» [Effectiveness of growth stimulator and microfertilizers in corn cultivation in Central Ukraine]. Tsentralnoukrain. nats. tekhn. un-t. Kropyvnytskyi : TsNTU, 2021. 58 s. [in Ukrainian].
13. Dospehov B.A. Metodika polevogo opyita (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) [5-e izd., dop. i pererab.] [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results) [5th ed., add. and revised]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s. [in Russian].

Цилюрик О.І., Іжболдін О.О., Сологуб І.М. Вплив стимуляторів росту рослин на біометричні показники та урожайність кукурудзи в Північному Степу

Мета досліджень полягає у вивченні впливу різних за напрямком дії ріст регулюючих речовин (Вимпел 2, Альфа Нано Гроу, Авангард Гроу Аміно, Авангард Гроу Гумат) на фотосинтетичну діяльність, ріст і розвиток та продуктивність рослин кукурудзи різних груп стиглості в умовах Північного Степу України. Виявити найбільш ефективні стимулятори росту рослин на кукурудзі, які забезпечують прискорення росту і розвитку культури, підвищення стійкості до екстремальних температурних режимів, посилення розвитку листкової поверхні, підвищення вмісту протеїну в зернах кукурудзи, збільшення вмісту хлорофілу, які забезпечать підвищення рівня реалізації потенціалу продуктивності культури, ефективне використання матеріально–технічних і агрокліматичних ресурсів.

Методи. Польові дослідження проводили на науково-дослідному полі науково-освітнього центру практичної підготовки Дніпровського державного аграрно–економічного університету протягом 2020–2022 рр. Використовували загальнонаукові методи досліджень, основними з яких були: польовий – для дослідження взаємодії гібридів кукурудзи різних груп стиглості та регуляторів росту з біологічними і абіотичними факторами; вимірювально–ваговий – для встановлення динаміки росту, біометричних вимірювань, визначення елементів структури врожаю та врожайності зернової культури; метод математичної статистики: дисперсійний та кореляційний тощо.

Результати. Застосування стимуляторів росту рослин сприяло збільшенню висоти рослин кукурудзи на 3–8 см (1,4–3,7%) в порівнянні з контролем (без обробітку), особливо за обприскування стимулятором Авангард Гроу Гумат (1,0 л/га) – 223–225 см. Відмічена також тенденція до зростання кількості листків (на 3,5–5,6%) та площі листків (на 5,3–28,3%) під дією стимуляторів росту без значної різниці між використаними препаратами.

Суттєвий вплив на уміст хлорофілу (одиниць SPAD) мали всі застосовувані стимулятори росту рослин, зокрема на гібриді ДН Пивиха ФАО 180 – 8,1–9,1 одиниць (17,9–19,6%), ДН Хортиця ФАО 240 – 9,2–12,8 одиниць (18,2–23,7%), ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 2,3–6,6 одиниць (4,6–12,2%), ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 1,5–6,0 одиниць (3,1–11,3%). Відмічена тенденцію зростання умісту хлорофілу за внесення препаратів Авангард Гроу Аміно – 1,5 л/га та Авангард Гроу Гумат – 1,0 л/га порівняно з Вимпел 2 – 0,5 л/га та Альфа Нано Гроу – 50 мл/га.

Висновки. Вищі показники умісту хлорофілу в листках сприяли зростанню рівня урожайності в ранньостиглого гібриду ДН Пивиха ФАО 180 на 0,12–0,36 т/га (2,6–7,6%), середньораннього ДН Хортиця ФАО 240 – 0,84–1,07 т/га (16,5–18,4%), середньостиглого ДН Джулія 340 МВ ФАО 340 – 0,19–0,2 т/га (3,19–3,3%), середньопізнього ДН Олена 440 МВ ФАО 440 – 0,04–0,5 т/га (0,64–7,5%).

Ключові слова: кукурудза, стимулятори росту рослин, кількість рядів зерен, маса качана, маса зерна з качана, маса 1000 зерен.

Tsyliuryk O.I., Izhboldin O.O., Sologub I.M. Effect of plant growth stimulants on biometric parameters and yield of corn in the Northern Steppe

The purpose of the research is to study the effect of different growth-regulating substances (Vympel 2, Alpha Nano Grow, Avantgarde Grow Amino, Avantgarde Grow Humate) on photosynthetic activity, growth and development, and productivity of corn plants of different maturity groups

in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. To identify the most effective plant growth stimulants on corn that ensure the acceleration of growth and development of the crop, increase resistance to extreme temperature conditions, increase the development of the leaf surface, increase the protein content of corn grains, increase the chlorophyll content that will ensure an increase in the level of the crop's productivity potential, effective use of material and technical and agroclimatic resources.

Methods. Field research was conducted in the scientific research field of the scientific and educational center for practical training of the Dnipro State Agrarian and Economic University during 2020–2022. General scientific research methods were used, the main ones of which were: field – to study the interaction of corn hybrids of different maturity groups and growth regulators with biological and abiotic factors; measuring and weighing – for identification of dynamics of growth, biometric measurements, determination of the elements of the crop structure and grain yield; mathematical statistics method: dispersion and correlation, etc.

Results. The use of plant growth stimulants increased the height of corn plants by 3–8 cm (1,4–3,7%) compared to the control (without treatment), especially when sprayed with the Avantgarde Grow Humate stimulator (1,0 L/ha) – 223–225 cm. There was also a tendency to increase the number of leaves (by 3,5–5,6%) and the area of leaves (by 5,3–28,3%) under the action of growth stimulants without a significant difference between the formulation used.

All the used plant growth stimulants had a significant effect on the content of chlorophyll (SPAD units), in particular, on the hybrid DN Pyvykha FAO 180 – 8,1–9,1 units (17,9–19,6%), DN Khortytsia FAO 240 – 9,2–12,8 units (18,2–23,7%), DN Julia 340 MV FAO 340 – 2,3–6,6 units (4,6–12,2%), DN Olena 440 MV FAO 440 – 1,5–6,0 units (3,1–11,3%). A trend of growth in chlorophyll content was noted when applying Avantgarde Grow Amino – 1,5 L/ha and Avantgarde Grow Humate – 1,0 L/ha compared to Vympel 2 – 0,5 L/ha and Alpha Nano Grow – 50 ml/ha.

Conclusions. Higher indicators of the content of chlorophyll in the leaves contributed to an increase in the level of yield in the early-season hybrid DN Pyvykha FAO 180 by 0,12–0,36 t/ha (2,6–7,6%), middle-early DN Khortytsia FAO 240 – 0,84–1,07 t/ha (16,5–18,4%), mid-season DN Julia 340 MV FAO 340 – 0,19–0,2 t/ha (3,19–3,3%), middle-late DN Olena 440 MV FAO 440 – 0,04–0,5 t/ha (0,64–7,5%).

Key words: corn, plant growth stimulants, number of kernel rows, weight of cob, weight of kernel per cob, weight of 1000 kernels.

УДК 631.47.641.48
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.10

ГЕНЕЗИС ТА КОМПЛЕКСНА ДІАГНОСТИКА ЧОРНОЗЕМНИХ ҐРУНТІВ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

ШВЕЦЬ О.М. – аспірант
orcid.org/0000-0001-5860-9394
Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. Раціональне використання ґрунтів, збереження і підвищення їх родючості, охорона від ерозії та забруднення, відновлення біологічного балансу земель – є основними задачами сучасної агрономії [1]. Для виконання цих задач необхідне чітке розуміння процесів ґрунтоутворення, а також актуальні дані про склад ґрунтів і процеси, які в них відбуваються [2].

Сільське господарство є однією з провідних галузей економіки України, в першу чергу через значне поширення на її території найродючіших ґрунтів – чорноземів. Вони займають основну площу сільськогосподарських угідь України – 67,7%. Українські чорноземи становлять майже 9% усіх родючих земель світу [3], тому вивчення цих ґрунтів, особливо їх сучасного стану, збереження й примноження їх унікальних властивостей є важливим завданням як у науковому, так і в практичному контексті.

Зона Лісостепу займає територію загальною площею 20,2 млн. га, що становить 33,6% усіх земель України. Генезис ґрунту та його взаємодія з лісами є складним процесом, який важко піддається морфологічному узагальненню. Чорноземні ґрунти формуються в результаті складних геоморфологічних умов, що впливають на їх просторове розміщення та показники властивостей [3]. Узагальнення наукових досліджень генезису чорноземів Лісостепу України дадуть реальну можливість сформулювати розуміння взаємодії між лісами та ґрунтами та чітко визначити вплив основних факторів ґрунтоутворення для раціонального використання ґрунтів, моніторингу їх стану та прогнозування змін у майбутньому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Початок вивчення факторів та умов ґрунтоутворення поклав відомий ґрунтознавець В. В. Докучаєв. Науковець встановив, що формування ґрунтового покриву зв'язано з фізико-географічним середовищем та генезою його розвитку. Він дав визначення поняття ґрунтів, як поверхневих мінерально-органічних утворень, які мають власне походження і є результатом сукупної дії материнської гірської породи, живих і мертвих організмів, клімату, рельєфу місцевості та віку [16].

Вивченню ґрунтів лісового походження присвячені дослідження таких науковців, як С. Тореано, В. В. Лебедь, В. Б. Соловей, С. В. Рєзнік, Б. Струхалова та інших [5, 6, 7, 8], у наукових працях яких детально описані морфологічні особливості, фізико-хімічні та агрохімічні властивості ґрунтів лісового походження. Однак, існують суттєві розбіжності з приводу ролі лісової підстилки на формування ґрунтів.

Ф. С. Топольний дотримується загальнонаукової думки, що головним фактором опідзолення ґрунтів вважається лісова підстилка, в то й же час інші фактори ґрунтоутворення не розглядаються у комплексі [9]. Автор вважає, що ліс формує підстилку із листя та таким чином змінює мікроклімат збільшуючи вологість, у наслідок чого відбувається деградація ґрунту та його опідзолення.

Деякі автори вважають, що наведені погляди впливу рослинності лісу та клімату на формування ґрунтового покриву треба розглядати як єдину систему, елементи якої знаходяться у взаємодії [10; 11; 12]. Так на їх думку ґрунти утворюються внаслідок взаємодії п'яти факторів: геології (ґрунтоутворюючої породи), природного ландшафту, клімату, біотичних факторів (флора і фауна) та часу. Вплив біотичних і абіотичних факторів на розвиток ґрунту під лісовою рослинністю є унікальним, порівняно з ґрунтами, що утворюються під іншими типами рослинності. В першу чергу це відбувається за рахунок одночасного розвитку ґрунту і рослинності. Ґрунт включає шари мінерального матеріалу і органічної речовини (лісової підстилки), наявність якої є основною відмінністю у морфологічних характеристиках ґрунтів лісостепів.

Рівень підґрунтових вод є досить важливим фактором у морфологічному генезисі чорноземних ґрунтів Лісостепу [13]. Саме цей фактор впливає на укорочення гумусованої частини профілю ґрунту. Вплив екологічних умов формування на морфогенез ґрунтів розглянуто у науковому дослідженні В. В. Лебедя [6], так за сприятливих кліматичних умов Лісостепу, особливо за наявності однолесових терас, формуються опідзолені чорноземи, а лучно-чорноземні і чорноземно-лучні ґрунти також піддаються процесам опідзолювання.

У зоні Лісостепу України зміна рослинності через кліматичні особливості регіонів відбувалася досить часто та відігравала велику роль у формуванні ґрунтового покриву. У структурі цього покриву Лісостепу України значні площі займають опідзолені вилугувані, реградовані чорноземи. Типові чорноземи сформувалися від трав'янистою рослинністю, вони є найбільш вивченими серед чорноземних ґрунтів [12; 14; 15].

Формування цих зональних типів ґрунтів відбувалося у двох ґрунтово-кліматичних фаціях: південно-західній, або теплій, і центральній, або помірній. Чорноземи центральної фації є еталоном і представлені всіма підтипами – від опідзоленого до південного. Чорноземи південно-західної фації називають міцелярно-карбонатними [15].

Чорноземи Лісостепу були сформовані із значного запасу біогенних речовин і енергії, внаслідок чого в профілі утворилася система ґрунтових горизонтів із значним вмістом гумусу, азоту, калію фосфору та інших макро- і мікроелементів, які сформували оптимальний водно-повітряний режим, активні внутрішні ґрунтові біологічні та біохімічні процеси [12].

На сучасному етапі генезису чорноземів Лісостепу України багатьма вченими спостерігаються деградаційні проблеми ґрунтів: збільшення викидів CO_2, втрати гумусу, переущільнення та дезагрегація, брило- і кіркоутворення, зневоднення, або навпаки, заболочення [11; 12; 16]. Розораність чорноземів Лісостепу України досягає 85%. Негативний вплив аграрного виробництва становить 35-40% від усіх інших видів деградації, площа деградованих ґрунтів в Україні становить 6,5 – 10 млн. га [16]. Деградація чорноземів значно зменшує основний прибуток у землеробстві, який залежить від природної родючості і застосованих агротехнологій. Тому для відновлення і збереження сільськогосподарського використання чорноземних ґрунтів необхідно проводити комплексну діагностику, що має включати визначення як агрохімічних, так і ґрунтових параметрів майбутнього генезису, для визначення впливу основних факторів ґрунтоутворення.

Мета статті. Метою дослідження було провести дослідження генезису та морфологічних властивостей чорноземних ґрунтів Лісостепу України, та визначити вплив основних факторів ґрунтоутворення.

Матеріали та методика досліджень. Матеріали досліджень: результати великомасштабного обстеження ґрунтів, експериментальні дані агрохімічної паспортизації ґрунтів Лісостепу України, дані наукових літературних джерел, фондових та інструктивних матеріалів.

Методи дослідження: історичний (аналіз генезису властивостей ґрунтів), порівняльний (виявлення подібності й розходження процесів, властивостей і стану чорноземів); математичний (обробка інформації, аналіз і синтез).

Результати досліджень. Типові чорноземи – найпоширеніші ґрунти Лісостепу України, простягаються на заході від передгір'їв Карпат до лівого берега ріки Оскол на сході [12]. Ці ґрунти сформувалися під лучно-степовою рослинністю на карбонатних лесових породах. Серед чорноземів типових виділяють три фаціальні підтипи: вологий, буруватий і модальний. За гранулометричним складом типові чорноземи переважно середньо- і важкосуглинкові.

Найхарактернішою ознакою типових чорноземів є відносно глибокий (80 – 120 см) гумусний і гумусований *(*А+ В*)* горизонти. На глибині до 90 см і глибше знаходяться видимі карбонати у формі плісняви, цвілі (псевдоміцелій) та прожилок.

Типовий чорнозем (чітко сформований гумусовий горизонт 45–60 см) з гумусом 4,2–4,6%, який з глибиною зменшується до 1–2%. Материнською породою є ліс. Сформований на давньоалювіальних лісах і відкладах, один із родючих ґрунтів, що має досить великі запаси поживних речовин і сприятливі фізичні та агрохімічні властивості.

За гранулометричним складом шар оранки типового чорнозему придатний для вирощування багатьох агрокультур (табл. 1) [11].

У гранулометричному складі кількість мулуатих частинок (фізичної глини) збільшується від 24,98 до 28,40, а фізичного піску зменшується від 81,99 до 78,59.

Ґрунтовий вбирний комплекс чорноземів насичений здебільшого катіонами Ca^{2+} і Mg^{2+}(відношення Ca^{2+}: Mg^{2+} – 7 – 6:1), що сприяє утворенню агрономічно цінної структури. Реакція ґрунтового розчину чорноземів близька до нейтральної (pH = 6,9 – 7,2) або слабколужна (pH = 7,2 – 7,5).

Ґрунти мають високу біологічну активність завдяки вмісту гумуса: загальний азот (0,2 – 0,5%), легкодоступні форми фосфору (0,33 – 0,16) і валовий обмінний калій (1 – 2,4%). Забезпеченість типових чорноземів мікроелементами середня.

Таблиця 1

Гранулометричний склад типового чорнозему

Генетичний горизонт	Глибина, см	Розмір, мм Кількість, % від маси ґрунту						Фізична глина <0,01	Фізичний пісок >0,01
		1,00-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001		
А	0-25	0,66	39,84	41,15	4,11	7,24	13,63	24,98	81,99
B_1	25-35	0,63	41,11	40,02	4,03	7,12	13,86	25,01	81,97
B_2	35-45	0,60	42,29	37,58	5,02	6,45	14,50	25,97	81,02
ВС	45-120	0,57	43,17	26,27	5,41	5,26	15,61	26,29	80,71
С	120-135	0,51	44,95	23,52	7,25	4,88	16,26	28,40	78,59

Таблиця 2

Розподілення гумусу по профілю опідзоленого і типового чорнозему

Ґрунт	Генетичний горизонт	Глибина, см	Вміст гумусу, %	Запас гумусу, т/га	$C_{фк}$
Опідзолений чорнозем	А	0-25	4,1	69,76	0,90
	B_1	25-35	3,2	16,54	0,58
	B_2	35-45	2,5	14,59	0,59
	ВС	45-120	1,1	80,42	0,41
Типовий чорнозем	А	0-25	5,5	87,2	1,13
	B_1	25-35	4,7	27,56	0,97
	B_2	35-45	3,4	24,32	0,98
	ВС	45-120	2,5	160,83	0,82

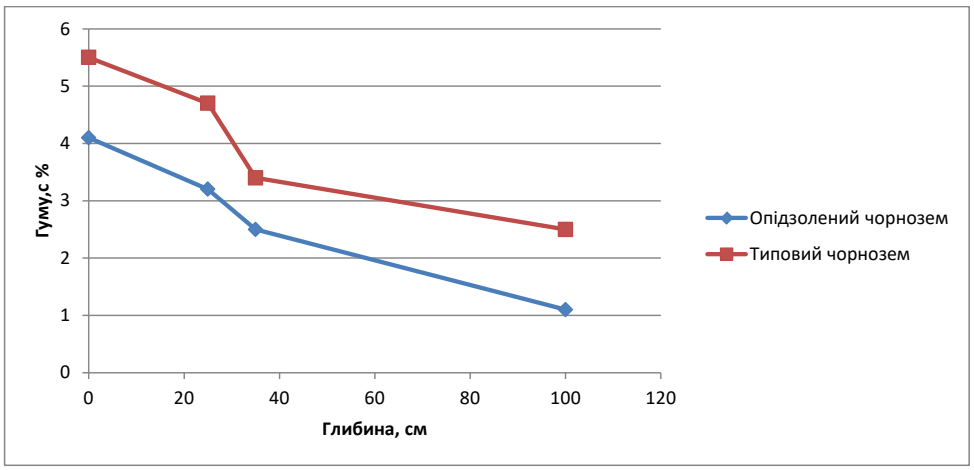


Рис. 1. Розподіл гумусу по профілю опідзоленого і типового чорноземів

Таксономічна структура мікробіоценозів типового чорнозему характеризуються більш стабільним співвідношенням бактерій (стрептоміцети та міксоміцети) – 94% : 4,5% : 1,1%. Бактерії зазвичай зустрічаються в ґрунтах, багатих на вміст органічних поживних речовин, тоді як відносно велика кількість сапрофітних грибкових угруповань має тенденцію до збільшення, коли родючість ґрунту знижується. Біогенність типового чорнозему в межах кореневмісного 0–5 см шару була у 2 рази вища, ніж у 0–40 см шарі ґрунту і характеризується найменшими показниками на ріллі, а найбільшими – у лісосмузі. Прогнозовано, це пов'язано із активізацією ґрунтових процесів внаслідок залуження і наявності значної біомаси рослинних решток у лісосмузі. У 5–20 см шарі на збільшення чисельності ґрунтових мікроорганізмів впливали, окрім надходження рослинної біомаси, водно–повітряний і температурний режими.

Розподіл гумусу по профілю опідзоленого і типового чорнозему (табл. 2) [5].

Наочно зниження вмісту гумусу видно на діаграмі (рис. 1).

Глибоке проникнення і розподілення гумусу по профілю ґрунту перш за все пов'язане з впливом лісової і степової трав'янистої рослинності в генезисі ґрунтоутворення.

Чорноземи опідзолені характеризуються відносно добрими фізичними властивостями. Так, у верхньому гумусовому горизонті щільність складення становить 1,02–1,22 г/см^3, а щільність твердої фази – 2,64–2,70 г/см^3. У верхньому орному шарі вміст гумусу досягає 3–4%, який з глибиною зменшується до 1,2–1,5%. Реакція ґрунтового розчину pH = 5,7–6,3. Чорноземи опідзолені містять 0,18–0,3% валових форм азоту, 0,11% фосфору і 1,91–2,07% калію.

Наведені фізико-хімічні показники опідзолених і типових чорноземів Лісостепу України (табл. 3) [15].

За основними показниками клімату територія Лісостепу характеризується ідеальними умовами для формування чорноземів. Дослідженням було визначено, що під час генезису опідзолені чорноземи формувалися в безпосередній близькості від природного джерела лісової рослинності, переважно хвойних дерев, а також помірної зволоженості ґрунтів. Типові чорноземи формувались в динамічних умовах вологої і помірно-теплої агрокліматичної зони з переважанням степової рослинності. Характерними ознаками наявних мікроциклічних кліматичних змін є посилення інтенсивності процесів закарбоначення профілю ґрунтів і збільшення загальної площі реградованих чорноземів.

На всій вільній від природної рослинності території Лісостепу України розвивається культурний ґрунтотворний процес, який на сучасному етапі генезису підтримує чорноземи на стадії їх функціонування у формі агрочорноземів.

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники опідзолених і типових чорноземів

Назва ґрунту	Глибина, см	pH водний	Сума обмінних катіонів, ммоль/100г
Чорнозем опідзолений легко середньосуглинковий на лесі	0-25	7,0	28,77
	30-40	6,9	22,16
	50-60	6,8	21,32
	90-100	7,5	12,60
Чорнозем типовий легкоглинистий на лесі	0-10	7,0	44,84
	15-25	6,9	45,15
	30-40	6,8	41,79
	50-60	7,3	39,27

Висновки.

1. Чорноземи Лісостепу є цінним сільскогосподарським ресурсом України. Їх формування відбувалося за сприятливих географічних і кліматичних умов. При раціональному використанні та враховуванні сучасного стану цих ґрунтів їх можливо зберегти і відновити для подальшого використання наступними поколіннями.

2. Значний вміст, глибоке проникнення і розподілення гумусу по профілю ґрунту перш за все пов'язане з впливом лісової і степової трав'янистої рослинності в генезисі ґрунтоутворення. У верхньому горизонті А типових чорноземів вміст гумусу коливається в межах 4,2–4,6%, а з глибиною зменшується до 1–2%. Чорноземи опідзолені характеризуються відносно добрими фізичними властивостями, у верхньому орному шарі вміст гумусу досягає 3–4%, який з глибиною зменшується до 1,2–1,5%.

3. Активність та різноманітність ґрунтової мікробіоти та високий вміст поживних речовин пов'язані із активізацією ґрунтових процесів внаслідок залучення значної біомаси рослинних решток лісу, а також сприятливого водно–повітряного і температурного режимів.

4. Для моніторингу і діагностики ґрунтів необхідно враховувати усі умови, які виникають в результаті специфічних ґрунтоутворювальних процесів: використання органічних і мінеральних речовин та технологій обробки ґрунту; втрати частини ґрунту через вітрову та водну ерозію, переміщення в межах профілю з одного горизонту до іншого; кліматичні зміни, та зміни у біологічному різноманітті ґрунтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дутчин М. М., Ільків Є. Ю., Біда І. В. Ґрунтознавство з основами меліорації: конспект лекцій. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018. 268 с.
2. Краснов В. П., Шелест З. М., Давидов І. В. Фітоекологія з основами лісівництва : навч. посіб.: для студентів ВНЗ.; гол. ред. В. І. Кочубей. Суми : Університетська книга, 2018. 415 с.
3. Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Випуск 89. Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», 2020. 111 с.
4. Pozniak S. P. Chernozems of Ukraine: geography, genesis and current conditions. *Ukrainian Geographical Journal*. 2016. Vol. 2016, no. 1. P. 09–13. URL: https://doi.org/10.15407/ugz2016.01.009 (date of access: 02.09.2022).
5. Lebed V. V., Solovey V. B. Quantitative diagnostics of soils varying hydromorphy degrees of one-loess terraces of rivers in the Forest-Steppe of Ukraine. *AgroChemistry and Soil Science*. 2019. No. 88. P. 22–30. URL: https://doi.org/10.31073/acss88-03 (date of access: 02.09.2022).
6. Solovej V., Lebed V. Podzolized soils of the river's first-loess terraces in the Forest-Steppe. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2018. Vol. 96, no. 12. P. 26–33. URL: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201812-04 (date of access: 02.09.2022).
7. Целюлозоруйнуюча активність чорноземних ґрунтів Лівобережжя Лісостепу України / С. Рєзнік та ін. *ГРААЛЬ НАУКИ*. 2021. № 4. С. 172–177. URL: https://doi.org/10.36074/grail-of-science.07.05.2021.031 (дата звернення: 02.09.2022).
8. Assessing the vegetation history of european chernozems through qualitative near infrared spectroscopy / B. Strouhalová et al. *Quaternaire*. 2019. No. 30/3. P. 227–241. URL: https://doi.org/10.4000/quaternaire.12101 (date of access: 02.09.2022).
9. Topolnyi F., Helevera O. Causes of podzolized of soils. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*. 2017. No. 51. P. 331–345. URL: https://doi.org/10.30970/vgg.2017.51.8895 (date of access: 02.09.2022).
10. Helevera O.F., Topolnyi F.P. Towards origin of podzolized and nonpodzolized acid soils. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. No. 8(1). P. 516–526 doi: 10.15421/2018_244.
11. Кравченко Ю. С. Сучасний стан родючості українських чорноземів. *Plant and Soil Science*. 2019. Vol. 10, no. 3. P. 29–41. URL: https://doi.org/10.31548/agr2019.03.029 (date of access: 02.09.2022).
12. Паньків З. П. Ґрунти України: навчально-методичний посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2018. 112 с.
13. Чорний С.Г. Оцінка якості ґрунтів: навчальний посібник. Миколаїв: МНАУ, 2018. 233 с.
14. Kravchenko Y. S. Сучасний стан родючості українських чорноземів. *Plant and Soil Science*. 2019. Vol. 10, no. 3. P. 29–41. URL: https://doi.org/10.31548/agr2019.03.029 (date of access: 02.09.2022).
15. Papish I. Y. Differentiation of the Material Composition of Lviv Region Luvic Greyzemic Chernozems (Ukraine). *Polish Journal of Soil Science*. 2017. Vol. 50, no. 1. P. 11. URL: https://doi.org/10.17951/pjss.2017.50.1.11 (date of access: 02.09.2022).
16. Sinchenko V., Tanchyk S., Litvinov D. Influence of depending on tillage on structural and aggregatic composition of chernozem typical in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Naukovì dopovidì Nacìonal'nogo unìversitetu bìoresursiv ì prirodokoristuvannâ Ukraïni*. 2019. Vol. 2019, no. 3. URL: https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.03.013 (date of access: 02.09.2022).

REFERENCES:

1. Dutchyn M. M., Ilkiv Ye. Yu., Bida I. V. (2018). *Gruntoznavstvo z osnovamy melioratsii: konspekt lektsii* [Soil science with the basics of land reclamation: lecture notes.]. Ivano-Frankivsk: IFNTUNH.
2. Krasnov V. P., Shelest Z. M., Davydov I. V. (2018). *Fitoekolohiia z osnovamy lisivnytstva : navch. posib.: dlia studentiv VNZ* [Phytoecology with the basics of forestry: teaching. manual: for university students]. Sumy : Universytetska knyha.
3. NSC "IGA named after O.N. Sokolovsky" (2020). *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo. Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk. Vypusk 89*. [Agrochemistry and soil science. Interdepartmental thematic scientific collection. Issue 89]. Kharkiv: NNTs «IHA imeni O.N. Sokolovskoho». Kharkiv: 2020.
4. Pozniak, S. P. (2016). Chernozems of Ukraine: geography, genesis and current conditions. *Ukrainian Geographical Journal*, 2016(1), 09–13. https://doi.org/10.15407/ugz2016.01.009
5. Lebed, V. V., & Solovey, V. B. (2019). Quantitative diagnostics of soils varying hydromorphy degrees of one-loess terraces of rivers in the Forest-Steppe of Ukraine. *AgroChemistry and Soil Science*, (88), 22–30. https://doi.org/10.31073/acss88-03

6. Solovej, V., & Lebed, V. (2018). Podzolized soils of the river's first-loess terraces in the Forest-Steppe. *Visnyk agrarnoi nauky*, *96*(12), 26–33. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201812-04
7. Rieznik, S. et al. (2021). *Tseliulozoruinuiucha aktyvnist chornozemnykh gruntiv Livoberezhzhia Lisostepu Ukrainy* [Cellulose-degrading activity of chernozem soils of the Left Bank of the Forest Steppe of Ukraine]. *HRAAL NAUKY*, *4*, 172–177. https://doi.org/10.36074/grail-of-science.07.05.2021.031
8. Strouhalová, B., Ertlen, D., Šefrna, L., Novák, T. J., Virágh, K., & Schwartz, D. (2019). Assessing the vegetation history of european chernozems through qualitative near infrared spectroscopy. *Quaternaire*, (30/3), 227–241. https://doi.org/10.4000/quaternaire.12101
9. Topolnyi, F., & Helevera, O. (2017). Causes of podzolized of soils. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*, (51), 331–345. https://doi.org/10.30970/vgg.2017.51.8895
10. Helevera, O. F., & Topolnyi, F. P. (2018). Про походження опідзолених і неопідзолених кислих ґрунтів. *Ukrainian Journal of Ecology*, *8*(1), 516–526. https://doi.org/10.15421/2018_244
11. Kravchenko, Y. S. (2019). *Suchasnyi stan rodiuchosti ukrainskykh chornozemiv* [Modern state of fertility of Ukrainian black soils]. *Plant and Soil Science*, *10*(3), 29–41. https://doi.org/10.31548/agr2019.03.029
12. Pankiv, Z. P. (2018). *Grunty Ukrainy: navchalno-metodychnyi posibnyk* [Soils of Ukraine: educational and methodological manual]. Lviv: LNU imeni Ivana Franka.
13. Chornyi, S.H. (2018). *Otsinka yakosti gruntiv: navchalnyi posibnyk* [Assessment of soil quality: a study guide]. Mykolaiv: MNAU.
14. Kravchenko, Y. S. (2019). *Suchasnyi stan rodiuchosti ukrainskykh chornozemiv* [The current state of fertility of Ukrainian chernozems]. *Plant and Soil Science*, 10(3), 29–41. URL: https://doi.org/10.31548/agr2019.03.029 (date of access: 02.09.2022).
15. Papish, I. Y. (2017). Differentiation of the Material Composition of Lviv Region Luvic Greyzemic Chernozems (Ukraine). *Polish Journal of Soil Science*, *50*(1), 11. https://doi.org/10.17951/pjss.2017.50.1.11
16. Sinchenko, V., Tanchyk, S., & Litvinov, D. (2019). Influence of depending on tillage on structural and aggregatic composition of chernozem typical in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific reports of NULES of Ukraine*, 2019(3). https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.03.013

Швець О.М. Генезис та комплексна діагностика чорноземних ґрунтів Лісостепу України

Мета. Метою дослідження було узагальнити наукові дослідження генезису, складу та морфологічних властивостей чорноземних ґрунтів Лісостепу України та визначити вплив основних факторів ґрунтоутворення.

Методи. Історичний (аналіз генезису властивостей ґрунтів), порівняльний (виявлення подібності й розходження процесів, властивостей і стану чорноземів); математичний (обробка інформації, аналіз і синтез).

Результати. Лісостеп України використовується для інтенсивного землеробства, і займає територію загальною площею 20,2 млн. га, що становить 33,6% усіх земель України. Землі під оранку становлять 13,7 млн. га, або 67,4% загальної площі ґрунтів зони. Ґрунтово-кліматичні умови зони сприятливі для вирощування важливих і найбільшпродуктивних агрокультутр – зернових, плодових і овочевих культур, цукрового буряка, олійних культур – кукурудзи і соняшника.

Чорноземи – найпоширеніші ґрунти Лісостепу України, сформувалися під лучно-степовою рослинністю на карбонатних лесових породах. У гранулометричному складі типових чорноземів кількість мулуатих частинок (фізичної глини) збільшується від 24,98 до 28,40, а фізичного піску зменшується від 81,99 до 78,59, що робить його придатний для вирощування більшої кількості агрокультур. Ґрунтовий вбирний комплекс чорноземів насичений катіонами Ca^{2+}: Mg^{2+} – 6:1, що сприяє утворенню агрономічно цінної структури. Реакція ґрунтового розчину чорноземів pH = 6,9–7,2. Ґрунти добре провітрюються прогріваються сонцем і тому порівняно довгий час перебувають у сприятливому для обробітку стані.

У верхньому горизонті А вміст гумусу коливається в межах 4,2–4,6%, а з глибиною зменшується до 1–2%. Типові чорноземи мають високу біологічну активність завдяки вмісту гумуса: загальний азот (0,2–0,5%), фосфору (0,33–0,16) і валовий калій (1–2,4%). Висока активність та різноманітність ґрунтової мікробіоти пов'язана із активізацією ґрунтових процесів внаслідок залуження і наявності значної біомаси рослинних решток лісу, а також сприятливого водно-повітряного і температурного режимів.

Чорноземи опідзолені характеризуються відносно добрими фізичними властивостями. Так, у верхньому гумусовому горизонті щільність складення становить 1,02–1,22 г/см^3, а щільність твердої фази – 2,64–2,70 г/см^3. У верхньому орному шарі вміст гумусу досягає 3–4%, який з глибиною зменшується до 1,2–1,5%. Реакція ґрунтового розчину pH = 5,7–6,3. Чорноземи опідзолені: валовий азот (0,18–0,3%), фосфор (0,11%), калій (1,91–2,07%). Глибоке проникнення і розподілення гумусу по профілю ґрунту перш за все пов'язане з впливом лісової і степової трав'янистої рослинності в генезисі ґрунтоутворення.

Висновки. Комплекс факторів ґрунтоутворення під час генезису може призвести до зміни ґрунтів, тому для діагностики і подальшої розробки дій з відновлювання родючості ґрунтів необхідно враховувати усі педогенні процесів: використання органічних і мінеральних речовин та технологій обробки ґрунту; втрати частини ґрунту через вітрову та водну ерозію, переміщення в межах профілю з одного горизонту до іншого; кліматичні зміни, та зміни у біологічному різноманітті ґрунтів.

Ключові слова: гумус, опідзоленість, родючість, рослинність, типовий чорнозем, фактори ґрунтоутворення.

Shvets O.M. Genesis and comprehensive diagnosis of black earth soils of the Forest-Steppe of Ukraine

Purpose. The purpose of the study was to summarize scientific research on the genesis, composition, and morphological properties of chernozem soils of the Forest Steppe of Ukraine and to determine the influence of the main factors of soil formation.

Methods. Historical (analysis of the genesis of soil properties), comparative (identification of similarities and differences in processes, properties and condition of chernozems); mathematical (information processing, analysis and synthesis).

Results. The Lisostep of Ukraine is used for intensive agriculture, and covers a total area of 20,2 million hectares, which is 33,6% of all land in Ukraine. Land under plowing

is 13,7 million hectares, or 67,4% of the total soil area of the zone. The soil and climatic conditions of the zone are favorable for the cultivation of important and most productive agricultural crops – grain, fruit and vegetable crops, sugar beet, oil crops – corn and sunflower.

Black soils are the most common soils of the LisoStep of Ukraine, formed under meadow-steppe vegetation on carbonate loess rocks. In the granulometric composition of typical chernozems, the number of silty particles (physical clay) increases from 24,98 to 28,40, and physical sand decreases from 81,99 to 78,59, which makes it suitable for growing more crops. The soil absorption complex of chernozems is saturated with cations Ca^{2+}: Mg^{2+} – 6:1, which contributes to the formation of an agronomically valuable structure. The reaction of the soil solution of chernozem pH = 6,9–7,2. Soils are well ventilated, warmed by the sun and therefore remain in a favorable condition for cultivation for a relatively long time.

In the upper horizon A, the humus content ranges from 4,2 to 4,6%, and decreases to 1 to 2% with depth. Typical chernozems have high biological activity due to the content of humus: total nitrogen (0,2–0,5%), phosphorus (0,33–0,16) and total potassium (1–2,4%). The high activity and diversity of soil microbiota is associated with the activation of soil processes as a result of calcification and the presence of significant biomass of forest plant remains, as well as favorable water, air and temperature regimes.

Podzolized chernozems are characterized by relatively good physical properties. Thus, in the upper humus horizon, the density of composition is 1,02–1,22 g/cm^3, and the density of the solid phase is 2,64–2,70 g/cm^3. In the upper arable layer, the content of humus reaches 3–4%, which decreases with depth to 1,2–1,5%. The reaction of the soil solution is pH = 5,7–6,3. Podzolized chernozems: gross nitrogen (0,18–0,3%), phosphorus (0,11%), potassium (1,91–2,07%). The deep penetration and distribution of humus along the soil profile is primarily related to the influence of forest and steppe herbaceous vegetation in the genesis of soil formation.

Findings. A complex of soil formation factors during genesis can lead to soil changes, therefore, for diagnosis and further development of actions to restore soil fertility, it is necessary to take into account all pedogenic processes: use of organic and mineral substances and soil treatment technologies; loss of part of the soil due to wind and water erosion, movement within the profile from one horizon to another; climatic changes, and changes in biological diversity of soils.

Key words: humus, podzolenity, fertility, vegetation, typical chernozem, factors of soil formation.

УДК 633.812.754: 631.535: 631.8: 635.9
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.11

ВПЛИВ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ НА УКОРІНЕННЯ ЛАВАНДИ ВУЗЬКОЛИСТОЇ ДЛЯ САДОВО-ПАРКОВОГО ВИРОЩУВАННЯ

ЮРЧЕНКО С.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-5812-3877
Полтавський державний аграрний університет
БАГАН А.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0001-8851-5081
Полтавський державний аграрний університет
ШАКАЛІЙ С.М. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-4568-1386
Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. Лаванда – багаторічна ефіроолійна та ароматична рослина. Маючи сріблясті листки та квітки білої або пурпурово-бузкової гамми, вона набуває широкої популярності. Насадження ароматної і декоративної лаванди наповнюють ландшафт південної Європи. Нині лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia*) вирощується майже в усіх європейських країнах і є однією з найпоширеніших ароматичних рослин. Спектр використання лаванди досить широкий, зокрема: у фармацевтиці, народній медицині, парфумерно-косметичній промисловості, кулінарії, флористиці, кулінарії і ландшафтному дизайні [1].

В Україні масове вирощування лаванди зосереджене переважно на півдні країни. Водночас, глобальні зміни клімату, а саме підвищення температурного режиму та зменшення кількості опадів сприяє культивуванню лаванди вузьколистої в лісостеповій зоні [2].

Розширенню вирощування декоративних форм лаванди вузьколистої у садово-паркових і присадибних ділянках запобігає інтенсивність її розмноження, через складність одержання посадкового матеріалу. Тому виникає потреба в проведені досліджень направлених на збільшення ефективності вегетативного методу розмноження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Лаванду вузьколисту розмножують насінням і вегетативно (живцями, відводками пагонів і діленням куща). Розмноження лаванди насіннєвим способом мало поширене, так як потребує тривалої холодної стратифікації насіння. Крім того, серед науковців існує протиріччя, щодо розщеплення в потомстві за насіннєвого розмноження, що є причиною втрати сортової чистоти [3-4].

Для швидкого одержання однорідного і вирівняного посадкового матеріалу лаванди вузьколистої використовують вегетативні методи розмноження: одноріч-ними здерев'янілими живцями і зелене живцювання.

Слід відмітити, що інтенсивність формування коренів у живців залежить від віку маточної рослини. За результатами досліджень, було встановлено, що із старінням маточних рослин спостерігається зменшення здатності до укорінення живців [5-6].

Для стимулювання укорінення живців лаванди науковці вказують на доцільність використання біологічно активних речовин у вигляді водних, спиртових розчинів або пудри. Відомо, що за підбору оптимальних концентрацій стимуляторів росту необхідно враховувати специфічне індивідуальне сприйняття сорту та виду рослин. За результатами досліджень, вченими було встановлено різну реакцію рослин на окремі концентрації стимуляторів росту, що проявлялося у вигляді стимулювання та пригнічення укорінення живців [7].

На сьогодні застосовують велику кількість традиційних та нетрадиційних стимуляторів коренеутворення (або їх сумішей) виготовлених з органічних або неорганічних сполук, штучно синтезованих і природного походження [8-9].

Серед стимуляторів росту набувають широкого застосування гумінові речовини. Ефективність яких забезпечується вмістом гумінових кислот. Вони являють собою висококонцентровану суміш біологічно активних речовин, виділених із екологічно чистої сировини природного походження, під впливом яких у клітинах рослин змінюється проникність клітинних мембран, підвищується активність ферментів та швидкість фізіологічних та біохімічних процесів, стимулюються процеси дихання, синтезу білків та вуглеводів**.** Дослідниками було доведено, що гумінова кислота має схожу дію з гормонами, такими як цитокініни, ауксини та гібереліни [9].

Проведені лабораторні дослідження із залученням нових гумінових стимулятора росту 'Foliar Concentrate' '1R Seed treatment' компанії 'Soil Biotics' (США) підтверджують позитивний вплив на процеси проростання насіння та ріст і розвиток коренів [10-12].

Метою наших **досліджень** було вивчення впливу гумінових стимуляторів росту на укорінення живців лаванди вузьколистої сортів Мрія і Рекорд, Елізабет.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися на базі теплиці Полтавського державного аграрного університету протягом 2021–2022 років.

Схема досліду включала варіанти біологічно активних речовин: 'Foliar Concentrate', '1R Seed treatment', бурштинова кислота та сортів Мрія і Рекорд, Елізабет. Робочі розчини стимуляторів росту готували з різною концентрацією, а саме: 0,15 г/л, 0,25 г/л, 035 г/л.

Матеріалом досліджень були зелені живці довжиною 8–10 см, діаметром не менше 2 мм, зрізані з маточних рослин сортів Мрія, Рекорд, Елізабет у фазі початку цвітіння. У кожному варіанті оцінювали по 25 живців у 4 повтореннях. Субстрат для укорінення готували з торфу, дернової землі та піску в співвідношенні 1:1:1. Температуру

повітря для укорінення живців підтримували на рівні 20–25 °С, а вологість – 85–95%. Для створення водяної плівки на поверхні листків, живці періодично обприскують з пульверизатора. Тривалість витримки живців в робочому розчині стимулятора росту складала 14 год. Контрольний варіант – замочені живці у воді. Живці оброблені стимуляторами висаджували у субстрат в третій декаді травня. Кількість укорінених живців визначали на 30 і 45 добу, враховуючи ознаки укорінення (наявність відросліх бічних пагонів та відросліх корінців) [13].

Статистичну обробку даних урожайності визначали методом дисперсійного аналізу за Б. А. Доспеховим [14].

Результати досліджень. Здатність живців лаванди вузьколистої утворювати придаткові корені залежить від віку та умов вирощування маточників, періоду заготівлі живців, та особливостей використання стимуляторів росту.

Показник регенерації зелених живців залежно від сорту, тривалості укорінення, стимулятора росту та його концентрації варіював від 53% до 91%. Коефіцієнт варіювання складав 13,4%, що вказує на середній ступінь варіювання даної ознаки. Найвищою укорінюваністю (91%) в досліді відрізнялися живці у варіанті із застосуванням '1R Seed treatment' за концентрації препарату 0,25 г/л у сорту Елізабет, а найнижчою – контрольний варіант сорту Мрія (53%).

Препарат 'Foliar Concentrate' мав позитивний вплив на проходження процесу укорінення живців лаванди вузьколистої. Водночас, найкращі результати було одержано за концентрації препарату 0,35 г/л, середнє значення укорінення складало 81,7%. Суттєво нижчі показники були відмічені у варіантах з концентрацією 0,15 і 0,25 г/л, при цьому істотної різниці між ними не спостерігалося за умови $НІР_{0,05}$ = 8,2%. Аналізуючи

Таблиця 1

Вплив симуляторів росту 'Foliar Concentrate' на% укорінених зелених живців лаванди вузьколистої, середнє 2021–2022 рр.

Сорт (фактор А)	Тривалість укорінення, діб	Концентрація стимулятора росту, г/л (фактор В)				Середнє (фактор В)
		контроль	0,15	0,25	0,35	
Мрія	30	53	67	68	74	68,2
	45	59	71	73	81	
Рекорд	30	61	70	74	79	73,2
	45	67	74	77	83	
Елізабет	30	57	70	71	77	72,5
	45	64	76	79	86	
Середнє (фактор В)		60,1	71,3	73,6	81,7	71,3

$НІР_{0,05}$ фактор А – 6,3%; $НІР_{0,05}$ фактор В – 8,2%; $НІР_{0,05}$ фактор АВ – 16,6%.

Таблиця 2

Вплив симуляторів росту '1R Seed treatment' на % укорінених зелених живців лаванди вузьколистої, середнє за 2021–2022 рр.

Сорт	Тривалість укорінення, діб	Концентрація стимулятора росту, г/л				Середнє (фактор В)
		контроль	0,15	0,25	0,35	
Мрія	30	53	74	77	69	69,6
	45	59	77	81	70	
Рекорд	30	61	74	83	71	74,5
	45	67	80	87	74	
Елізабет	30	57	83	87	72	75,5
	45	64	86	91	75	
Середнє (фактор В)		60,1	79,0	84,3	71,8	73,8

$НІР_{0,05}$ фактор А – 8,1%; $НІР_{0,05}$ факторВ – 10,1%; $НІР_{0,05}$ фактор АВ – 19,3%.

Таблиця 3

Вплив симуляторів росту бурштинова кислота(C4H6O4) на% укорінених зелених живців лаванди вузьколистої, середнє за 2021–2022 рр.

Сорт	Тривалість укорінення, діб	Концентрація стимулятора росту, г/л				Середнє (фактор В)
		контроль	0,15	0,25	0,35	
Мрія	30	53	61	70	71	66,3
	45	59	66	73	77	
Рекорд	30	61	63	73	76	71,3
	45	67	70	78	82	
Елізабет	30	57	66	77	78	73,0
	45	64	72	84	86	
Середнє (фактор В)		60,1	66,3	75,8	78,3	70,2

$НІР_{0,05}$ фактор А – 5,9%; $НІР_{0,05}$ фактор В – 7,8%; $НІР_{0,05}$ фактор АВ – 15,2%.

реакцію сортів на даний препарат, слід відмітити, що всі досліджувані сорти мали істотне збільшення виходу укорінених живців у порівнянні з контролем.

Наведені результати досліджень в таблиці 2 із застосуванням препарату '1R Seed treatment' для укорінення зелених живців вказують його ефективність. При цьому оптимальною виявилася концентрація 0,25 г/л, за якої було відмічені найвищі показники по досліду (середнє значення 84,3%). У порівнянні з контрольним варіантом збільшення складало 24,1%. Слід відмітити, що за умов вищої концентрації даного препарату (0,35 г/л) спостерігалися суттєво нижчі результати укорінення в порівнянні з варіантами з 0,15 г/л і 0,25 г/л, середнє значення при цьому було 71,8%.

Дані таблиці 3 вказують на позитивний вплив бурштинової кислоти на процес укорінення зелених живців лаванди вузьколистої. При цьому збільшення концентрації препарату сприяє збільшенню виходу укорінених живців. Найкращі результати було одержано у варіанті по всім досліджуваним сортам за концентрації Бурштинової кислоти 0,35 г/л, на 18,2% більше в порівнянні з контрольним варіантом.

Висновки:

1. Аналізуючи, ступінь укорінення в контрольному варіанті, слід відмітити, що кращою генеруючою здатність відмічаються зелені живці сорту Рекорд.

2. Найбільший вихід живців був відмічений у варіантах із застосуванням '1R Seed treatment', в середньому по досліду показник складав 78,4%. На другому місці був препарат 'Foliar Concentrate' з середнім значенням 75%. Найнижчі показники укорінення були відмічені у варіантах з Бурштиновою кислотою, відповідно середнє значення по досліду складало 73,5%.

3. Для забезпечення високої регенерації зелених живців лаванди необхідно застосовувати наступні концентрації: для '1R Seed treatment' – 0,25 г/л, 'Foliar Concentrate' і бурштинової кислоти – 0,35г/л.

4. Перспективою подальших досліджень є вивчення укорінення живців досліджуваних сортів лаванди вузьколистої залежно від строку живцювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Basch, E., Foppa, I., Liebowitz, R., Nelson, J., Smith, M., Sollars, D., & Ulbricht, C. (2004). Lavender (Lavandula angustifolia miller). *Journal of herbal pharmacotherapy*, 4(2), 63-78.
2. Єжов В. М., Рудник-Іващенко О. І., Шобат Д. М., Ярута О. Я. Науково-організаційні та економічні аспекти вирощування лікарських і ефіроолійних культур в Україні. *Вісник аграрної науки*. К., 2014. № 11. С. 16-21
3. Nicola, S., Fontana, E., & Hoeberechts, J. (2002, March). Effects of rooting products on medicinal and aromatic plant cuttings. In *VI International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climate: Product and Process Innovation 614* (pp. 273-278).
4. Рудник-Іващенко О. І., Кременчук Р. І. Біологічні особливості рослин лаванди за насіннєвого способу розмноження у Лісостеповій зоні України. *Наукові доповіді НУБіП України*. №4 (74). 2018. С. 1-14
5. O. Markovska, L. Svidenko, I. Stetsenko (2020). Comparative assessment of morphometric features and agronomic characteristics of Lavandula angustifolia Mill. and Lavandula hybrida Rev. Scientific Horizons, 02 (87), 24–31. doi: 10.33249/2663-2144-2020-87-02-24-31.
6. Mahmoud, M. K., & Mohaned, M. A. E. B. (2014). A comparative study to improve rooting of English lavender stems cuttings. *African Journal of Agricultural Research*, *9*(50), 3632-3637.
7. Рекомендації по застосуванню регулятора росту рослин Чаркору для розмноження ягідних, плодових та декоративних культур. НАН України. К. : 2002. С. 10–12.
8. Кременчук Р. І. Вплив стимуляторів росту на ризогенез живців лаванди вузьколистої (Lavandula angustifolia). *Міжвідомчий тематичний збірник Садівництво*. 2017. Київ, № 72. С. 172-178.
9. Ящук В. У., Корецький А. П., Ковбасенко Р. В., Дмитрієв О. П., Ковбасенко В. М. Гумінові речовини – безпечні регулятори екосистем. К.: , 2016. 88 с.
10. Баган А. В., Юрченко С. О., Шакалій С. М. Формування посівних якостей насіння зернобобових культур залежно від стимулятора росту Foliar Concentrate. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 113. С. 3–9. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.1
11. Юрченко С. О., Баган А. В., Омелич М. В. Формування посівних якостей насіння сортів арахісу залежно від обробки стимулятором росту “1R Seed Treatment”. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 117. С. 164–171. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.22
12. Маренич М. М. Ефективність способів застосування гумінових стимуляторів в технології вирощування пшениці озимої. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 26-34.
13. Методичні рекомендації з розмноження деревних декоративних рослин Ботанічного саду НУБіП України. К. : 2008. С. 17-19.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351с.

REFERENCES:

1. Basch, E., Foppa, I., Liebowitz, R., Nelson, J., Smith, M., Sollars, D. & Ulbricht, C. (2004). Lavender (Lavandula angustifolia miller). Journal of herbal pharmacotherapy, 4(2), 63-78.
2. Yezhov, V. M., Rudnyk-Ivashchenko, O. I., Shobat, D. M. & Yaruta, O. Ia. (2014). Naukovo-orhanizatsiini ta ekonomichni aspekty vyroshchuvannia likarskykh i efirooliinykh kultur v Ukraini [Scientific, organizational and economic aspects of growing medicinal and essential oil crops in Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky -Herald of Agrarian Science*. 11, 16-21 [in Ukrainian].
3. Nicola, S., Fontana, E., & Hoeberechts, J. (2002, March). Effects of rooting products on medicinal and aromatic plant cuttings. In VI International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climate: Product and Process Innovation 614 (pp. 273-278).
4. Rudnyk-Ivashchenko, O. I. & Kremenchuk, R. I. (2018). Biolohichni osoblyvosti roslyn lavandy za nasinnievoho sposobu rozmnozhennia u Lisostepovii zoni Ukrainy [Biological features of lavender plants by the seed method of reproduction in the forest-steppe zone of Ukraine]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy – Scientific reports of NUBiP of Ukraine*. 4 (74), 1-14 [in Ukrainian].
5. O. Markovska, L. Svidenko, & I. Stetsenko (2020). Comparative assessment of morphometric features and agronomic characteristics of Lavandula angustifolia Mill.

and Lavandula hybrida Rev. *Scientific Horizons,* 02 (87), 24–31. doi: 10.33249/2663-2144-2020-87-02-24-31.
6. Mahmoud, M. K. & Mohaned, M. A. E. B. (2014). A comparative study to improve rooting of English lavender stems cuttings. African Journal of Agricultural Research, 9(50), 3632-3637.
7. Rekomendatsii po zastosuvanniu rehuliatora rostu roslyn Charkoru dlia rozmnozhennia yahidnykh, plodovykh ta dekoratyvnykh kultur [Recommendations for the use of plant growth regulator Charkor for propagation of berry, fruit and decorative crops]. *NAN Ukrainy – NAS of Ukraine*. 2002, 10–12 [in Ukrainian].
8. Kremenchuk, R. I. (2017). Vplyv stymuliatoriv rostu na ryzohenez zhyvtsiv lavandy vuzkolystoi (Lavandula angustifolia) [The effect of growth stimulants on the rhizogenesis of narrow-leaved lavender (Lavandula angustifolia) cuttings]. *Mizhvidomchyi tematychnyi zbirnyk Sadivnytstvo – Interdepartmental thematic collection Horticulture.* Kyiv, 72, 172-178 [in Ukrainian].
9. Iashchuk, V. U., Koretskyi, A. P., Kovbasenko, R. V., Dmytriiev, O. P., & Kovbasenko, V. M. (2016). Huminovi rechovyny – bezpechni rehuliatory ekosystem [Humic substances are safe regulators of ecosystems] [in Ukrainian].
10. Bahan, A. V., Yurchenko, S. O. & Shakalii S. M. (2020). Formuvannia posivnykh yakostei nasinnia zernobobovykh kultur zalezhno vid stymuliatora rostu Foliar Concentrate [The formation of sowing qualities of the seeds of leguminous crops depending on the growth stimulator Foliar Concentrate]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin.* 113, 3–9. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.1 [in Ukrainian].
11. Yurchenko, S. O., Bahan, A. V. & Omelych, M. V. (2021). Formuvannia posivnykh yakostei nasinnia sortiv arakhisu zalezhno vid obrobky stymuliatorom rostu “1R Seed Treatment” [Formation of sowing qualities of seeds of peanut varieties depending on treatment with the growth stimulator "1R Seed Treatment"]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk -Taurian Scientific Bulletin.* 164–171. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.22 [in Ukrainian].
12. Marenych, M. M. (2019). Efektyvnist sposobiv zastosuvannia huminovykh stymuliatoriv v tekhnolohii vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi [Effectiveness of methods of application of humic stimulators in the technology of growing winter wheat]..*Visnyk PDAA – PDAA Bulletin.* 3, 26−34 [in Ukrainian].
13. Metodychni rekomendatsii z rozmnozhennia derevnykh dekoratyvnykh roslyn Botanichnoho sadu NUBiP Ukrainy [Methodical recommendations for the propagation of woody ornamental plants of the Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine]. (2008), 17–19 [in Ukrainian].
14. Dospekhov. B. A. (1985). Metodyka polevoho oputa [Methods of field experience]. M.: Agropromizdat, 351 [in Russian].

Юрченко С.О., Баган А.В., Шакалій С.М. Вплив стимуляторів росту на укорінення лаванди вузьколистої для садово-паркового вирощування

Мета. Метою наших досліджень було вивчення впливу стимуляторів росту на укорінення живців лаванди вузьколистої сортів Мрія і Рекорд, Елізабет.

Методи. Вегетаційний метод досліджень передбачав визначення впливу різних концентрацій стимуляторів росту на укорінення зелених живців сортів лаванди вузьколистої. Матеріалом дослідження були зелені живці сортів лаванди вузьколистої Мрія і Рекорд, Елізабет. У кожному варіанті оцінювали по 25 живців у 4 повтореннях. Кількість укорінених живців визначали на 30 і 45 добу, враховуючи ознаки укорінення. За допомогою статистичного методу шляхом дисперсійного аналізу було встановлено найменшу істотну різницю за даним показником. Дослідження проводили протягом 2021-2022 років в умовах теплиці.

Результати досліджень. Показник укорінення зелених живців залежно від сорту, тривалості укорінення, стимулятора росту та його концентрації варіював від 53% до 91%. Коефіцієнт варіювання складав 13,4%, що вказує на середній ступінь варіювання даної ознаки. Найвищою укорінюваністю (91%) в досліді відрізнялися живці у варіанті із застосуванням '1R Seed treatment' за концентрації препарату 0,25 г/л у сорту Елізабет, а найнижчою – контрольний варіант сорту Мрія (53%). За середніми даними, найбільший вихід живців був відмічений у варіантах із застосуванням '1R Seed treatment'. Кращою генеруючою здатність відмічаються зелені живці сорту Рекорд. За різної концентрації досліджуваних стимуляторів росту була відмічена суттєва різниця між варіантами. Найкращі результати укорінення для препарату 'Foliar Concentrate' були за концентрації 0,35 г/л, в порівнянні з контрольним варіантом відсоток укорінення був на 21,6% більший. За умов застосування '1R Seed treatment' показник укорінення був найвищий при концентрації 0,25 (на 24,2% більше порівняно з контролем). Під час застосування бурштинової кислоти було відмічене на 18,2% збільшення укорінення живців порівняно з контролем за концентрації 0,35 г/л.

Висновки. Встановлено, що для забезпечення високої регенерації зелених живців досліджуваних сортів лаванди вузьколистої необхідно застосовувати наступні концентрації: для '1R Seed treatment' – 0,25 г/л, 'Foliar Concentrate' і бурштинової кислоти – 0,35 г/л.

Ключові слова: зелені живці, сорт, гумінові препарати, укорінення, бурштинова кислота, концентрація препарату.

Yurchenko S.O., Bahan A.V., Shakalii S.M. The influence of growth stimulants on the rooting of narrow-leaved lavender for garden and park cultivation

Goal. The purpose of our research was to study the effect of growth stimulants on the rooting of narrow-leaved lavender cuttings of Mriya and Record, Elizabeth varieties.

Methods. The vegetative research method involved determining the effect of different concentrations of growth stimulants on the rooting of green cuttings of narrow-leaved lavender varieties. The research material was green cuttings of narrow-leaved lavender varieties Mriya and Record, Elizabeth. In each variant, 25 cuttings were evaluated in 4 repetitions. The number of rooted cuttings was determined on the 30 th and 45 th day, taking into account signs of rooting. With the help of the statistical method by means of dispersion analysis, the smallest significant difference according to this indicator was established. Research was conducted during 2021-2022 in greenhouse conditions.

Research results. The rate of rooting of green cuttings, depending on the variety, duration of rooting, growth stimulator and its concentration, varied from 53% to 91%. The coefficient of variation was 13.4%, which indicates the average degree of variation of this characteristic.

The highest rooting rate (91%) in the experiment was distinguished by the cuttings in the version with the use of '1R Seed treatment' at a drug concentration of 0.25 g/l in the Elizabeth variety, and the lowest in the control version of the Mriya variety (53%). According to average data, the highest yield of cuttings was noted in variants with the application of '1R Seed treatment'. Green cuttings of the Record variety are noted for their better generating capacity. At different concentrations of the researched growth stimulants, a significant difference between the variants was noted. The best rooting results for the preparation 'Foliar Concentrate' were at a concentration of 0.35 g/l, compared to the control version, the percentage of rooting was 21.6% higher. Under the conditions of application of '1R Seed treatment', the rooting rate was the highest at a concentration of 0.25 (by 24.2% more compared to the control). During the application of succinic acid, an 18.2% increase in the rooting of cuttings was noted compared to the control at a concentration of 0.35 g/l.

Conclusions. It was established that in order to ensure high regeneration of green cuttings of the researched narrow-leaved lavender varieties, it is necessary to use the following concentrations: for '1R Seed treatment' – 0.25 g/l, 'Foliar Concentrate' and succinic acid – 0.35 g/l.

Key words: green cuttings, variety, humic preparations, rooting, succinic acid, drug concentration.

СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО

УДК 633.111:631.527
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.12

СЕЛЕКЦІЙНА ЦІННІСТЬ ДОНОРІВ СТІЙКОСТІ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ДО БУРОЇ ІРЖІ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

АЛЄКСЄЄНКО Є.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-9560-1946
Селекційно генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення Національної академії аграрних наук України
КІРЧУК Є.І. – аспірант
orcid.org/0000-0003-1681-9160
Селекційно генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення Національної академії аграрних наук України

Постанова проблеми. Отримання стабільно високих урожаїв пшениці м'якої озимої є актуальною задачею сучасного сільськогосподарського виробництва [1]. У зв'язку з цим, особливої уваги потребує питання створення сортів, що володіють стійкістю до основних фітозахворювань поширених в зонах вирощування того чи іншого сорту [2]. Така хвороба, як бура іржа (*Puccinia Triticina*) є однією з найпоширеніших захворювань пшениці м'якої озимої у всіх регіонах вирощування [3]. В зв'язку з м'якими зимами в південному регіоні України епіфітотії спостерігаються 2–3 рази кожні 5 років [4], а втрати врожаю можуть сягати до 25–35% особливо у високо сприйнятливих сортах, при чому відбувається зниження показників якості зерна (натура, клейковина вихід муки тощо) [5; 6]. Саме тому ця хвороба значною мірою визначає розвиток рослин восени та у весняно–літній період і формування належної продуктивності[7]. Одним з найефективніших засобом боротьби з цією хворобою була і залишається селекційна робота по створенню стійких до неї сортів і впровадження їх у виробництво. Використання відомих генів кращих зарубіжних і вітчизняних колекцій в подальшій селекції пшениці м'якої озимої до основних фітозахворювань відіграє першочергову роль у вирішенні цієї проблеми [8].

Метою наших досліджень було визначення селекційної цінності різних генетичних джерел стійкості пшениці м'якої озимої до бурої іржі з прийнятними донорськими властивостями.

Матеріал і методика досліджень. Досліди було закладено у 2011–2021 рр. на експериментальних полях СГІ–НЦНС по попереднику чорний пар за методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур [9]. Ділянки площею 10 м^2 висівали суцільним способом селекційною сівалкою ССФК–7 з шириною міжрядь 5см. Висів відбувався на жорсткому, штучно створеному інфекційному фоні бурої іржі. Стандартом слугував відомий сорт Антонівка.

У якості вихідного матеріалу було використано гібридні комбінації F_3 та F_{12} отримані від простих та складних схрещувань, де хоча б один з батьків має блок генів Lr 34 в активному стані, який було залучено в селекційну програму СГІ від сорту Безоста 1, та контролює так звану «подовжену стійкість» до бурої іржі у дорослої рослини або «slow rusting». Це такі сорти як *Литанівка, Годувальниця, Служниця, Дальницька, Мелодія* [10], які було схрещено з константними лініями *Л15404, Л14310, Л.3152/05*, що походять від сорту сербської селекції Златна долина і отримано наступні гібридні комбінації: *Л14215 (Л15404 × Литанівка); Л17516 (Дальницька × Задумка); Л18917(Л14310 × Годувальниця); Л17018 (Дальницька × Служниця); Л.18016(Епоха х Годувальниця) х Мелодія; Л.18716 (Л.3152/05 х Скарбниця) х Годувальниця.* Іншим донором стійкості до бурої іржі були генотипи західноєвропейської селекції: румунська *Closa,* угорська *MV Jucta*, чеська *Bogemia,* болгарські константні селекційні лінії *9698–115 болг.* і *2534–3КК болг.*, німецький сорт *Мулан* та словацька *Stanislawa*. Головною особливістю сортів і ліній західноєвропейської селекції є те, що вони характеризуються підвищеною стійкістю до хвороб за рахунок добору в природних умовах теплого і вологого клімату. Після схрещування цих генотипів з лініями одеської селекції *Л13510, Л15906, Л4605/05, Л.39510, Л.15410, Л.19812, Л.15810* було отримано гібридні комбінації F_3 та F_{12} від простих схрещувань: Л.14215, Л.17516, Л.18917, Л.17018 та від складних: Л.18016, Л.18716 [11].

Оцінку на стійкість до бурої іржі проводили на кожній рослині окремо у випадковій виборці в межах представлених сортів, селекційних ліній чи гібридних комбінаціях за 9– ти бальною системою згідно «інтегрованої шкали СЕВ», де 9 – дуже висока стійкість, а 1 – дуже висока сприйнятливість [12].

Статистичну обробку експериментальних даних (дисперсійний аналіз, середнє квадратичне відхилення, стандартне відхилення (±SD), варіаційну мінливість ознаки) провадили за допомогою програми Excel.

Автори щиро вдячні за методичну допомогу в організації схеми дослідів і обґрунтування результатів дослідження академіку НААН України, зав. відділом селекції та насінництва пшениці СГІ–НЦНС Литвиненку М.А. та колективу відділу фітопатології СГІ–НЦНС на чолі з його керівником Бабаянц О.В. за допомогу по методології створення інфекційних фонів бурої іржі.

Результати та обговорення. Дослідження донорського ефекту генетичної структури Lr 34 в залежності від схеми схрещувань, нами проведено на гібридних комбінаціях, як простих, так і потрійних схрещувань з ефектом насичення цих генів для очікуваного посилення ознаки стійкості до бурої іржі в отриманих генотипах після селекційного добору (табл. 1).

Як видно з табл.1, отримані генотипи F_4 в простих схрещуваннях, де хоча б один з батьків має цю генетичну конструкцію, характеризуються дещо вищою стійкістю до бурої іржі по відношенню до стандартного сорту Антонівка, що не містить у собі конструкцію Lr 34. Так, середній бал стійкості по генотипам від різних комбінацій перевищував стандарт на 0,8 балів з максимальним перевищенням на 1,5 бала у селекційній лінії Л.17018, яка є спадкоємицею гена Lr 34 від обох батьків Дальницька та Служниця. Даний факт, вочевидь, і спричинив появу високої позитивної трансгресії за даною ознакою, де підсилення дії цього гена, можливо, спричинила взаємодія, поки ще, невідомих нам генетичних систем і конструкцій.

Таблиця 1

Донорський ефект блоку генів Lr 34 в селекції пшениці м'якої озимої в селекції на стійкість до бурої іржі в залежності від схеми схрещувань 2020/2021р.

Схема схрещувань	Комбінація схрещувань	Генерація		Середня оцінка, бал (0–9)	± до стандарту	Дисперсія, σ^2	Середнє квадратичне відхилення, S	Коефіцієнт варіації, (V,%)
проста	Антонівка, st	–	–	7,00±0,09	–	0,37	0,61	8,65
	Л.14215 (Л.15404 × Литанівка)	F_4	–	6,80±0,12	–0,2	0,77	0,88	12,75
		–	F_{12}	7,10±0,14	+0,1	0,22	0,46	6,48
	Л.17516 (Дальницька × Задумка)	F_4	–	7,86±0,13	+0,86	0,86	0,93	11,80
		–	$F_{12.}$	8,04±0,10	+1,04	0,24	0,49	6,10
	Л.18917 (Л.14310×Годувальниця)	F_4	–	8,04±0,12	+1,04	0,77	0,88	10,95
		–	F_{12}	8,42±0,08	+1,42	0,33	0,57	6,82
	Л.17018 (Дальницька × Служниця)	F_4	–	8,50±0,08	+1,50	0,34	0,58	6,82
		–	F_{12}	8,80±0,06	+1,80	0,16	0,40	4,59
	В середньому: F_4	–	–	7,80	+0,80	0,69	0,82	10,58
	F_{12}	–	–	8,09	+1,09	0,24	0,48	6,00
складна	Л.18016 (Епоха х Годувальниця) × Мелодія	F_4	–	7,92±0,12	+0,92	0,56	0,75	9,45
		–	F_{12}	8,12±0,10	+1,12	0,19	0,44	5,37
	Л.18716 (Л.3152/05 × Скарбниця) × Годувальн.	F_4	–	7,00±0,15	±0,00	1,06	1,03	14,71
		–	F_{12}	7,14±0,10	+0,14	0,37	0,61	8,49
	В середньому: F_4	–	–	**7,46**	**+0,46**	**0,81**	**0,89**	**12,08**
	F_{12}	–	–	**7,63**	**+0,63**	**0,28**	**0,53**	6,93

Таблиця 2

Донорський ефект генів Lr західноєвропейського походження в селекції пшениці м'якої озимої на стійкість до бурої іржі в залежності від схеми схрещувань 2020/2021р.

Схема схрещувань	Комбінація схрещувань	Генерація		Середня оцінка, бал (0–9)	± до стандарту	Дисперсія, σ^2	Середнє квадратичне відхилення, S	Коефіцієнт варіації, (V,%)
Проста	Антонівка, st	–	–	7,00±0,09	–	0,37	0,61	8,65
	Л10416 (Л13510 × Closa)	F_4	–	7.36±0,08	+0,36	0,31	0,56	7,56
		–	F_{12}	7,50±0,07	+0,50	0,25	0,50	6,70
	Л17918 (Л15906 × Bogemia)	F_4		7,68±0,09		0,39	0,62	8,07
		–	F_{12}	8,12±0,08	+1,12	0,31	0,56	6,86
	Л15319 (Л4605/05 × 9698–115 $_{болг}$).	F_4	–	7,40±0,11	+0,40	0,61	0,78	10,60
		–	F_{12}	8,00±0,07	+1,00	0,24	0,49	6,10
	Л21919 (Мулан × Литанівка)	F_4	–	8,22±0,11	+1,22	0,58	0,76	9,30
		–	F_{12}	8,60±0,09	+1,60	0,37	0,61	7,10
	В середньому: F_4	–	–	**7,67**	**+0,67**	**0,47**	**0,68**	**8,88**
	F_{12}	–	–	**8,06**	**+1,06**	**0,29**	**0,54**	6,69

Продовження таблиці 2

Складна	Л.16718 (Дальницька × MV Jucta) × Литанівка	F_4	–	8,68±0,07	+1,68	0,26	0,51	5,90
		–	F_{12}	8,92±0,03	+1,92	0,08	0,28	3,20
	Л.18916 (Дальницька × MV Jucta) × Литанівка	F_4	–	8,64±0,68	+1,64	0,24	0,48	5,60
		–	F_{12}	8,90±0,04	+1,90	0,09	0,30	3,30
	Е.22018 (Л.4605/05 × 2534–3КК$_{болг.}$) ×Литанівка	F_4	–	7,54±0,10	+0,54	0,54	0,73	9,70
		–	F_{12}	8,10±0,08	+1,1	0,42	0,65	8,00
	Л.20419 (Л.13510 × Closa) × Л.39510	F_4	–	7,48±0,07	+0,48	0,26	0,50	6,80
		–	F_{12}	7,74±0,06	+0,74	0,20	0,44	5,70
	Л.20519 (Л.13510 × Closa) × Л.39510	F_4	–	7,44±0,11	+0,44	0,58	0,76	10,20
		–	F_{12}	8,22±0,10	+1,22	0,50	0,71	8,60
	Л.20619 (Л.13510 × Closa) × Л.39510	F_4	–	7,70±0,10	+0,70	0,50	0,71	9,20
			F_{12}	8,02±0,04	+1,02	0,26	0,51	3,20
	Л.21619 (Л.15410 × Stanislawa) × Л.19812	F_4	–	7,58±0,12	+0,58	0,70	0,84	11,00
		–	F_{12}	8,34±0,10	+1,34	0,47	0,69	8,20
	Л.22919 (Л.15810 × Крушинка) × MV Irma	F_4	–	8,10±0,11	+1,10	0,62	0,79	8,10
		–	F_{12}	8,70±0,07	+1,70	0,28	0,53	6,10
	В середн.: F_4	–	–	**7,89**	**+0,89**	**0,46**	**0,67**	**8,31**
	F_{12}	–	–	**8,37**	**+1,37**	**0,29**	**0,51**	5,79

У селекційних ліній кінцевого етапу селекції F_{12} простих схрещувань середній бал стійкості до бурої іржі перевищував стандарт уже на 1,09 бала, при цьому, дисперсія, середнє квадратичне відхилення і варіабельність ознаки була меншою по відношенню до покоління F_4 цих же комбінацій схрещування. Вочевидь, даний факт пояснюється планомірним багаторічним селекційним добором за фенотиповим проявом вивченої ознаки.

Селекційні лінії, що мають у родоводі Lr гени від батьків із західної Європи (табл.2) мають значно вищий середній бал оцінки стійкості до бурої іржі по відношенню до стандарту (7 балів) як у ранніх поколіннях (F_4 – 7,67 балів у простих та 7,89 балів у складних схрещуваннях), так і на кінцевому етапі селекції у F_{12} (8,06 балів прості та 8,37 балів потрійні схрещування). Причому, ефект насичення цими генами був відчутним, особливо на кінцевому етапі селекції, що можна пояснити як полігенною системою стійкості у даних кросах, так і якісно проведеною селекційною роботою в поєднанні з методологічно вірною системою доборів на інфекційних фонах. Це підтверджено низькою варіабельністю ознаки, V–5,79% при F_{12} у складних схрещуваннях, по відношенню до F_{12} у простих схрещуваннях, де V=6,69%.

Найкращими генетичними джерелами виявилися селекційні лінії Л21919 у простих кросах та Л.16718 – у потрійних.

Висновки. Селекційні лінії, отримані від батьків, що мають генетичну конструкцію Lr 34, характеризуються підвищеною стійкістю до бурої іржі по відношенню до стандарту. Ця стійкість має прояв як у простих, так і в потрійних схрещуваннях. Причому, генотипи F_{12} у результаті цілеспрямованого багаторічного селекційного добору за фенотипом мають більш високий бал стійкості та відрізняються як фенотиповою, так і генотиповою стабільністю по відношенню до генотипів F_4. Ефект насичення в потрійних комбінаціях схрещування з джерелами генетичної конструкції Lr 34 кардинально не вплинув на підсилення стійкості до бурої іржі у зв'язку з добором та оптимальною збалансованістю стійкості з іншими цінними ознаками і властивостями пшениці на генетичному рівні.

Селекційні лінії – нащадки носіїв Lr генів від батьків із західної Європи мають значно вищий середній бал оцінки стійкості до бурої іржі по відношенню до стандарту у різних схемах схрещування. Причому, у цих генотипах спостерігається високий ефект насичення на кінцевому етапі селекції, що пояснюється як полігенною системою стійкості у даних кросах, так і ефективним використанням інфекційних фонів у процесі селекції за цією ознакою.

Найкращими генетичними джерелами ознаки стійкості пшениці м'якої озимої у вивчених комбінаціях схрещування є селекційні лінії Л.17018, Л.18016, Л21919 та Л.16718.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Чмирь С.М. Стратегія розвитку зернового господарства. *Вісник аграрної науки.* 2007. № 9. С. 63–65.
2. Трибель С.О. Стійкі сорти: проблеми і перспективи. *Карантин і захист рослин.* 2005. № 4. С. 3–5.
3. Лісовий М.П. Історичні етапи розвитку досліджень генетики стійкості рослин щодо збудників хвороб. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник.* Київ, 2001. Вип. 47. С. 3–25.
4. Бабаянц Л.Т. Устойчивость сортов пшеницы к бурой листовой ржавчине и мучнистой росе в условиях юго-запада Украины и Молдавии. *Научно–технический бюллетень ВСГИ.* Одесса, 1976. Вып. 29. С. 53–57.
5. Jackson, H. S., Mains. J, E. B. Aecial stage of the orange leaf rust of wheat Puccinia triticina Erikss. *Agric. Res.*1921. № 22. P. 151.
6. Марков, І. Л. Волога проти пшениці: хвороби в умовах зрошення. *Агросектор.* 2008. № 2 (27). С. 24–25.
7. Дерменко О.П., Панченко Ю.С., Гаврилюк Л.Л. Небезпечна хвороба пшениці озимої. Бура листкова іржа (Puccinia recondita Rob. ex Desm. f. sp.tritici): поширення і розвиток в Лісостепу України. *Карантин і захист рослин.* 2012. № 11. С. 4–7.
8. Belan I.A. Using of alien genetic material in the breeding of spring bread wheat. Abstracts of the 15th International EWAC Conference. 7–11 November 2011. Novi Sad, Serbia. 2011. P. 46.
9. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Затверджено Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України 12.12.2016 р. № 540.
10. Карелов А. В., Пирко Я. В, Козуб Н. А. та ін. Идентификация аллельного состояния гена устойчивости к бурой ржавчине Lr 34 у сортов озимой мягкой пшеницы украинской селекции. *Цитология и генетика*. 2011. № 5 С. 3–10.
11. Литвиненко М.А. Алєксєєнко Є.В. Перспективи селекційного використання зразків пшениці західноєвропейського сортотипу – носіїв транслокації 1BL/1RS та локусу Lr34. *Збірник наукових праць СГІ – НЦНС*. 2015. Вип.26 (66). С. 21–32.
12. Бабаянц О.В., Бабаянц Л.Т. Основы селекции и методология оценок устойчивости пшеницы к возбудителям болезней. Одесса : ВМВ, 2014. 401с.

REFERENCES:

1. Chmyr, S.M. (2007). Stratehiia rozvytku zernovoho hospodarstva [Strategy for the development of grain farming]. Herald of Agrarian Science, 9. 63–65. [In Ukrainian].
2. Trybel, S.O. (2005). Stiiki sorty: problemy i perspektyvy [Resistant sorts: problems and prospects]. Quarantine and plant protection, 4. 3–5. [In Ukrainian].
3. Lisovyi, M.P. (2001). Istorychni etapy rozvytku doslidzhen henetyky stiikosti roslyn shchodo zbudnykiv khvorob [Historical stages of the development of studies of the genetics of plant resistance to pathogens]. Kyiv: Interdepartmental thematic scientific collection, 47. 3–25. [In Ukrainian].
4. Babayants, L.T. (1976). Ustoychivost sortov pshenitsyi k buroy listovoy rzhavchine i muchnistoy rose v usloviyah yugo–zapada Ukrainyi i Moldavii [Resistance of wheat varieties to brown leaf rust and powdery mildew in the conditions of southwestern Ukraine and Moldova]. Odessa: Scientific and technical bulletin of VSGI, 29. 53–57. [In Russian]
5. Jackson, H. S., & E. B. Mains. J. (1921). Aecial stage of the orange leaf rust of wheat Puccinia triticina Erikss. *Agric. Res.* 22. 151.
6. Markov, I. L. (2008). Voloha proty pshenytsi: khvoroby v umovakh zroshennia [Moisture against wheat: diseases under irrigation conditions]. Agricultural sector, 2(27). 24–25. [In Ukrainian].
7. Dermenko, O. P., Panchenko Yu. S. & Gavrilyuk L. L. (2012). Nebezpechna khvoroba pshenytsi ozymoi. Bura lystkova irzha (Puccinia recondita Rob. ex Desm. f. sp. tritici): poshyrennia i rozvytok v Lisostepu Ukrainy [A dangerous disease of winter wheat. Brown leaf rust (Puccinia recondita Rob. ex Desm. f. sp.tritici): distribution and development in the Forest Steppe of Ukraine]. Quarantine and plant protection, 11. 4–7. [In Ukrainian].
8. Belan, I.A. (2011). Using of alien genetic material in the breeding of spring bread wheat. Abstracts of the 15th International EWAC Conference. 7–11 November 2011. Novi Sad, Serbia. 46.
9. Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Zatverdzheno Nakazom Ministerstva ahrarnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy. [Methodology for examination of plant varieties of the cereal, grain and leguminous groups for suitability for distribution in Ukraine. Approved by the Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine]. 12.12.2016. 540 [In Ukrainian].
10. Karelov, A. V., Pyrko Ya. V., Kozub, N.A., Sozynov I. A., Pyrko N. N., Lytvinenko N.A., & Sozynov A. A. (2011). Identifikatsiya allelnogo sostoyaniya gena ustoychivosti k buroy rzhavchine Lr 34 u sortov ozimoy myagkoy pshenitsyi ukrainskoy selektsii [Identification of the allelic state of the leaf rust resistance gene Lr 34 in winter soft wheat varieties of Ukrainian selection]. Cytology and genetics, 5. 3–10. [In Russian].
11. Lytvynenko, M.A., Alekseenko E.V. (2015). Perspektyvy selektsiinoho vykorystannia zrazkiv pshenytsi zakhidnoievropeiskoho sortotypu – nosiiv translokatsii 1BL/1RS ta lokusu Lr34 [Prospects for selective use of wheat samples of the Western European variety type – carriers of the 1BL/1RS translocation and the Lr34 locus]. Collection of Scientific Papers of the SGI – NCNS, 26(66). 21–32. [In Ukrainian].
12. Babayants, O.V., Babayants, L.T. (2014). Osnovyi selektsii i metodologiya otsenok ustoychivosti pshenitsyi k vozbuditelyam bolezney [Fundamentals of selection and methodology for assessing wheat resistance to pathogens]. Odessa: VMV, 2014. 401. [In Russian].

Алєксєєнко Є.В., Кірчук Є.В. Селекційна цінність донорів стійкості пшениці м'якої озимої до бурої іржі в умовах півдня України

Мета. Визначити селекційну цінність різних генетичних джерел стійкості пшениці м'якої озимої до бурої іржі (*Puccinia Triticina*) з прийнятними донорськими властивостями. **Методи**. Польовий, порівняння, узагальнення, математичної статистики, гібридологічний аналіз. **Результати**. На матеріалі гібридних комбінацій від простих та потрійних схрещувань було досліджено донорський ефект генетичної структури Lr 34 в залеж-

ності від схеми схрещування. Встановлено, що генотипи F_4 від простих схрещувань, де хоча б один з батьків має цю генетичну конструкцію, показують дещо вищу стійкість до бурої іржі у порівнянні із стандартом – сортом Антонівка, який не містить у своєму генотипі Lr 34. Найвищий показник стійкості, із суттєвим перевищенням стандарту було виявлено у лінії Л.17018, яка є спадкоємицею гена Lr 34 від обох батьків Дальницька та Служниця. У селекційних ліній кінцевого етапу селекції F_{12} від простих схрещувань середній бал стійкості до бурої іржі перевищував стандарт та середній бал селекційних номерів F_4, із незначним варіюванням даної ознаки. Ефект насичення в потрійних комбінаціях схрещування дещо збільшив середній бал стійкості до бурої іржі селекційних ліній Л.18016 та Л.18716 F_4 та F_{12} по відношенню до сорту – стандарту Антонівка, але в цілому ж, це не вплинуло кардинально на підсилення самої стійкості до бурої іржі. Серед ліній з генетичною конструкцією Lr 34 найбільш стійкими до бурої іржі виявилися: Л.17018 серед простих кросів, та Л.18016 серед потрійних кросів з ефектом насичення даною ознакою. Селекційні лінії, що мають у родоводі Lr гени від батьків із західної Європи мають значно вищий середній бал оцінки стійкості до бурої іржі по відношенню до стандарту на всіх етапах селекційного процесу, причому, найвищий ефект насичення цими генами був відмічений на кінцевому етапі селекції. Найкращими генетичними джерелами виявилися селекційні лінії Л21919 у простих кросах та Л.16718 – у потрійних. **Висновки.** Селекційні лінії, отримані від батьків, що мають генетичну конструкцію Lr 34, характеризуються підвищеною стійкістю до бурої іржі по відношенню до стандарту. Ця стійкість має прояв у ліній як від простих, так і від потрійних схрещуваннях та характеризується більш високим балом стійкості а також фенотиповою і генотиповою стабільністю у гібридних комбінацій F_{12}. Ефект насичення в потрійних комбінаціях схрещування з джерелами генетичної конструкції Lr 34 кардинально не вплинув на підсилення стійкості до бурої іржі. Селекційні лінії – нащадки носіїв Lr генів від західноєвропейських сортів суттєво перевищують сорт–стандарт за середнім балом оцінки стійкості до бурої іржі не залежно від схем схрещування. В процесі досліджень серед вивчених комбінацій схрещування було виявлено ряд перспективних ліній (Л.17018, Л.18016, Л21919 та Л.16718), що можуть слугувати генетичними джерелами ознаки стійкості пшениці м'якої озимої до бурої іржі.

Ключові слова: стійкість, бура іржа, пшениця м'яка озима, селекційна лінія, генотип, гени стійкості.

Alieksieienko E.V., Kirchuk E.I. The value of some donors of resistance to leaf rust for breeding bead winter wheat in the conditions of southern Ukraine

Purpose. To determine the breeding value of various genetic sources of resistance of bread winter wheat to leaf rust (*Puccinia Triticina*) with acceptable donor properties. **Methods**. Field, comparison, generalization, mathematical statistics, hybridological analysis. **Results.** On the material of hybrid combinations from simple and triple crossings, Donor effect of genetic structure Lr 34 was researched depending on the crossing scheme. It was established that F4 genotypes from simple crosses, where at least one of the parents has this genetic construction, show a slightly higher resistance to leaf rust compared to the sort–standard Antonivka, which does not contain Lr 34 in its genotype. The highest rate of resistance, significantly exceeding the standard, was found in line L.17018, which is the inheritor of the Lr 34 gene from both parents Dalnytska and Sluzhnytsia. In selection lines of the final stage of selection F12 from simple crosses, the average score of resistance to leaf rust exceeded the standard and the average score of selection numbers F4, with a slight variation of this trait. The effect of saturation in triple crossing combinations slightly increased the average score of resistance to brown rust of selection lines L.18016 and L.18716 F4 and F12 in relation to the standard variety Antonivka, but in general, it did not dramatically affect the strengthening of resistance to brown rust itself. Among the lines with the genetic structure Lr 34, the most resistant to brown rust were L.17018 among simple crosses and L.18016 among triple crosses with the effect of saturation with this trait. The effect of saturation in triple crossing combinations slightly increased the average score of resistance to leaf rust of selection lines L.18016 and L.18716 F4 and F12 in relation to the sort–standard Antonivka, but in general, it did not dramatically affect the strengthening of resistance to leaf rust itself. Among the lines with the genetic structure Lr 34, the most resistant to leaf rust were L.17018 among simple crosses and L.18016 among triple crosses with the effect of saturation with this trait. Breeding lines that have Lr genes in their pedigree from parents from Western Europe have a significantly higher average score of resistance to leaf rust in relation to the standard at all stages of the breeding process, and the highest effect of saturation with these genes was noted at the final breeding stage. Selection lines L.21919 in simple crosses and L.16718 in triple crosses turned out to be the best genetic sources. **Conclusions**. Breeding lines, which were obtained from parents with genetic construction Lr 34, are characterized by increased resistance to leaf rust in relation to the standard. This resistance appears in lines from both simple and triple crossings and is characterized by a higher resistance score as well as phenotypic and genotypic stability in F12 hybrid combinations. The effect of saturation in triple combinations of crosses with the sources of the genetic construction Lr 34 did not fundamentally affect the enhancement of resistance to leaf rust. Selection lines – descendants of carriers of Lr genes from Western European sorts significantly exceed the sort–standard in terms of the average score of resistance to brown rust, regardless of crossing schemes. In the course of research, a number of promising lines (L.17018, L.18016, L21919 and L.16718) were identified among the studied crossbreeding combinations, which can serve as genetic sources of signs of resistance of bread winter wheat to leaf rust.

Key words: resistance, leaf rust, bread winter wheat, selection line, genotype, resistance genes.

УДК 631; 631.8;632
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.13

ПРОДУКТИВНІСТЬ НАСІННЯ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВОГО СКЛАДУ, УДОБРЕННЯ ТА ЗАХИСТУ РОСЛИН ЗА ВИРОЩУВАННЯ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

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
КОКОВІХІНА О.С. – аспірантка
orcid.org/0000-0001-8711-549X
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Процес вирощування сільськогосподарських культур має характерні особливості, які залежать від агрохімічних та водно-фізичних показників окремих полів сівозмін, ступеню інтенсифікацій агротехнологій, економічних та агроекологічних чинників**.** Проблема підвищення продуктивності насіння сої є важливою для господарства України, особливо в умовах високого попиту на цю культуру, адже в світі постійно зростає попит на білкові культури та продукти з них. Не менш актуальним є завдання підвищення репродуктивної здатності насіння, його можливості демонструвати найкращі показники енергії проростання та схожості. Саме тому існує необхідність встановити продуктивність насіння сої залежно від сортового складу, удобрення та захисту рослин за вирощування на зрошуваних землях Південного Степу України. Враховуючи важливість таких досліджень, науково цінним є проведення відповідних розрахунків для встановлення показників урожайності різних сортів сої залежно від досліджуваних факторів, енергії проростання та схожості насіння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За умов інтенсифікації зерновиробництва у посушливому Степу України єдиним потужним важелем забезпечення формування високих і сталих урожаїв є науково обґрунтоване зрошення, а також ефективне й раціональне застосування мінеральних і органічних добрив. Ці найважливіші елементи технології забезпечать оптимізацію водного й поживного режимів ґрунту за вирощування сої. Також важливим резервом підвищення продуктивності та якості зерна сої є застосування біологічних препаратів, що стимулюють діяльність азотфіксуючих і фосфор-мобілізуючих бактерій, позитивно впливаючи на розвиток кореневої системи та надземної маси. Також це є запорукою утворення високих, сталих і якісних врожаїв, що сприятиме забезпеченню високоефективного й конкурентоспроможного виробництва зерна та насіння досліджуваної культури [1-3].

Матеріал і методи досліджень. Метою досліджень було визначення показників продуктивності різних сортів сої залежно від досліджуваних факторів за проведення зрошення в умовах Південного Степу України. Дослідження проводились упродовж 2019-2021 років на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН. Польові досліди закладалися методом розщеплених ділянок у чотириразовій повторності згідно методики дослідної справи в агрономії [4]. Агротехнічні елементи вирощування насіння сої в дослідах була загальновизнаною для умов півдня України.

Результати досліджень. В середньому за роки проведення досліджень відзначено закономірності формування насіннєвої продуктивності, які були виявлені в окремі роки проведення польових дослідів (табл. 1). Максимальна врожайність насіння сої (у межах 4,61-4,75 т/га) була сформована сортом Олешшя за обробки насіння перед сівбою біопрепаратом Фосфат гель та за дотримання біологічного та хімічного захисту рослин. Цей показник істотно (в 2,3-2,4 рази) зменшився до 2,0 т/га у варіанті з сортом Ідеал без застосування добрив і без захисту рослин. За сортовим складом, у середньому по фактору А, мав перевагу сорт Олешшя, врожайність насіння у якого в середньому за роки проведення досліджень склала 3,95 т/га. Мінімальна насіннєва продуктивність на рівні 2,87 т/га виявлена у сорту Ідеал, що менше за інші сорти на 32,1-33,8%. Застосування азотного добрива у дозі N_{60} забезпечило найбільшу ефективність з приростом 29,5% на сорті Ідеал. На інших досліджуваних сортах цей агрозахід теж мав позитивне значення – приріст врожайності становив 13,2-14,8%. Серед біопрепаратів безперечну перевагу мав Фосфат гель, який підвищив урожайність насіння на сорті Олешшя, у середньому по фактору, до 4,47 т/га, що на 34,6% вище за контроль. На інших сортах приріст урожайності порівняно з контролем у варіанті із застосуванням препарату Фосфат гель склав 21,5-40,5%.

За третім досліджуваним фактором (захист рослин) проявилась безперечна перевага як хімічного, так і біологічного захисту рослин. Так, у контрольному варіанті, де обробку проводили чистою водою, врожайність насіння сої склала, в середньому по фактору С, 3,26 т/га, у варіанті з хімічним захистом вона підвищилася на 18,4% (до 3,86 т/га), за біологічного – на 14,7% (до 3,74 т/га). Різниця між варіантами захисту була неістотною і становила лише 3,2%. В середньому за роки проведення досліджень відзначено тенденції, що проявилися під час вирощування насіння сої в окремі роки (рис. 1).

Таблиця 1

Урожайність сортів сої залежно від удобрення та захисту рослин, т/га (середнє за 2019-2021 рр.)

Сорт (фактор А)	Удобрення (фактор В)	Захист рослин (фактор С)			Середнє за факторами	
		контроль (обробка водою)	хімічний захист	біологічний захист	В	А
Ідеал	Контроль (обробка водою)	2,00	2,37	2,45	2,27	2,87
	N_{60}	2,67	3,18	2,95	2,94	
	Гуміфілд форте	2,81	3,27	3,13	3,07	
	Фосфат гель	2,90	3,34	3,32	3,19	
Зоря Степу	Контроль (обробка водою)	3,09	3,62	3,25	3,32	3,79
	N_{60}	3,47	4,03	3,90	3,80	
	Гуміфілд форте	3,57	4,15	4,24	3,99	
	Фосфат гель	3,66	4,25	4,30	4,07	
Олешшя	Контроль (обробка водою)	3,08	3,58	3,29	3,32	3,95
	N_{60}	3,47	4,06	3,91	3,81	
	Гуміфілд форте	3,78	4,41	4,48	4,22	
	Фосфат гель	4,03	4,75	4,61	4,47	
Південна красуня	Контроль (обробка водою)	3,07	3,70	3,42	3,40	3,84
	N_{60}	3,42	4,13	4,00	3,85	
	Гуміфілд форте	3,51	4,26	4,21	3,99	
	Фосфат гель	3,68	4,42	4,30	4,13	
Середнє за фактором С		3,26	3,86	3,74		
Оцінка істотності часткових відмінностей $НІР_{05}$, т/га: А – 0,08; В – 0,08; С – 0,19						
Оцінка істотності середніх (головних) ефектів $НІР_{05}$, т/га: А – 0,05; В – 0,05; С – 0,07						

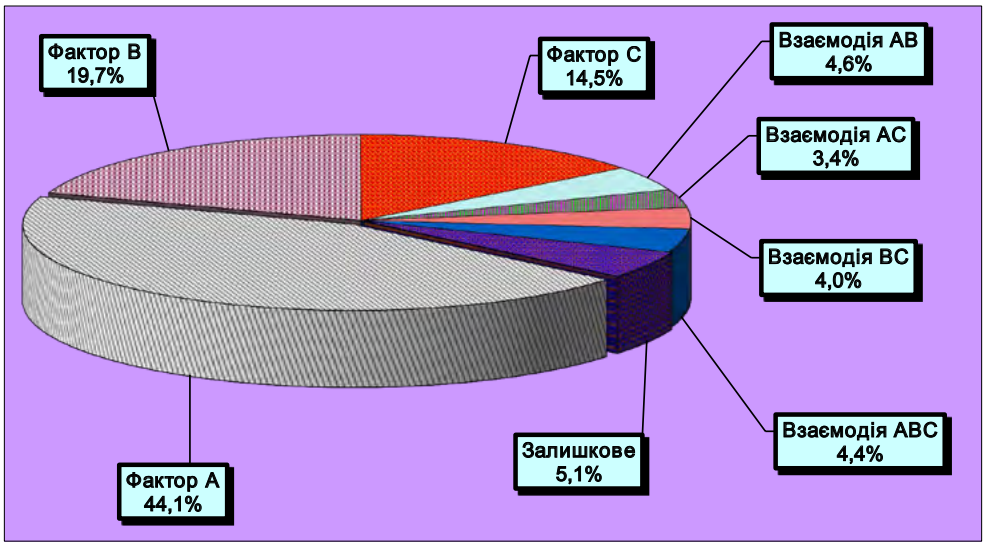


Рис. 1. Мінливість результативних ознак досліджуваних факторів (А – сорт; В – удобрення; С – захист рослин) при формуванні врожаю насіння сої, % (середнє за 2019-2021 рр.)

Максимальне значення при формуванні насінневої продуктивності сої мав сортовий склад, на питому вагу якого припадає 44,1% від загального впливу на врожайність досліджуваної культури. Удобрення та захист рослин також проявили суттєву дію для забезпечення продукційного процесу рослин – на їх частку відповідно припадає 19,7 і 14,5%. Взаємодія факторів, що вивчались, знаходилась в діапазоні від 3,4 до 4,6%, причому переважали взаємодії факторів АВ та повна взаємодія факторів АВС. Залишкова дія неврахованих чинників знаходилась в межах 5,1%.

Також було встановлено, що адаптивні показники сортів сої, насіннєва продуктивність яких вивчалась у польових дослідах, суттєво змінювались на різних фонах удобрення та системах захисту рослин (табл. 2). Так, стресостійкість була найменшою (на рівні 1,15-1,53) у сорту Олешшя, а на сортах Зоря Степу та Південна красуня цей показник збільшився в 1,5-2,1 рази. Генетична гнучкість максимальної величини на рівні 3,85-3,89 досягла у сорту Олешшя. Слід відзначити, що найменші значення цього показника у межах від 2,66 до 2,73 проявились у сорту Ідеал. У сортів Зоря Степу і Південна красуня генетична гнучкість також була високою і перевищувала сорт Ідеал, у середньому за досліджуваними факторами, на 38,7 і 35,5%, відповідно.

Найстабільніші показники врожайності, що змінювались під впливом різних варіантів удобрення (фактор В) та захисту рослин (фактор С), з мінімальними коефіцієнтами варіації в діапазоні від 5,2 до 12,0%, забезпечили сорти Зоря Степу та Південна красуня. Найбільше варіювання (10,1-18,5%) зафіксовано за вирощування насіння сорту Ідеал. Гомеостатичність (H_{om}) була найвищою за реакцією на фон мінерального живлення (фактор В) у сорту Зоря Степу й склала 25,8, що більше за сорт Ідеал на 98,4%. Відносно захисту рослин (фактор С) перевагу мав сорт Південна красуня з гомеостатичністю 37,3. Високий рівень селекційної цінності (S_c) проявили сорти Зоря Степу, Олешшя та Південна красуня. Він склав відповідно за удобрен-

Таблиця 2

Параметри адаптивності досліджуваних сортів сої залежно від впливу досліджуваних факторів

Сорт	Параметри				
	стресостійкість $x_{lim} - x_{opt}$	**генетична гнучкість** $(x_{lim} + x_{opt})/2$	**коефіцієнт варіації** *V, %*	**гомеостатичність** H_{om}	**селекційна цінність** S_c
Удобрення (фактор В)					
Ідеал	-1,32	2,66	18,5	13,0	1,60
Зоря Степу	-1,21	3,70	12,0	25,8	2,66
Олешшя	-1,53	3,85	15,5	17,8	2,57
Південна красуня	-1,23	3,69	11,2	25,6	2,63
Захист рослин (фактор С)					
Ідеал	-0,91	2,73	10,1	14,9	1,95
Зоря Степу	-0,75	3,70	5,7	36,5	3,01
Олешшя	-1,15	3,89	8,6	19,1	2,89
Південна красуня	-0,74	3,77	5,2	37,3	3,09

Таблиця 3

Енергія проростання насінні сої залежно від сорту, удобрення та захисту рослин, % (середнє за 2019–2021 рр.)

Сорт (фактор А)	Удобрення (фактор В)	Захист рослин (фактор С)			Середнє за факторами	
		контроль (обробка водою)	хімічний захист	біологічний захист	В	А
Ідеал	Контроль (обробка водою)	80,2	84,2	83,8	82,7	86,3
	N_{60}	85,3	87,8	87,4	86,8	
	Гуміфілд форте	85,6	88,1	87,7	87,2	
	Фосфат гель	87,1	89,7	89,2	88,7	
Зоря Степу	Контроль (обробка водою)	81,1	86,2	85,8	84,4	88,4
	N_{60}	87,3	89,8	89,4	88,8	
	Гуміфілд форте	87,6	91,5	89,8	89,6	
	Фосфат гель	89,1	91,7	91,3	90,7	
Олешшя	Контроль (обробка водою)	85,8	88,3	87,9	87,3	90,0
	N_{60}	89,2	90,1	89,6	89,7	
	Гуміфілд форте	89,6	92,2	91,8	91,2	
	Фосфат гель	90,1	93,1	92,6	91,9	
Південна красуня	Контроль (обробка водою)	87,7	89,0	89,9	88,9	90,2
	N_{60}	87,1	90,7	89,7	89,2	
	Гуміфілд форте	88,3	92,8	90,6	90,6	
	Фосфат гель	90,3	93,5	92,8	92,2	
Середнє за фактором С		87,0	89,9	89,3		
Оцінка істотності часткових відмінностей $НІР_{05}$, %: А – 2,3; В – 2,3; С – 3,2						
Оцінка істотності середніх (головних) ефектів $НІР_{05}$, %: А – 1,6; В – 1,6; С – 2,7						

Таблиця 4

Лабораторна схожість насінні сої залежно від сорту, удобрення та захисту рослин, % (середнє за 2019–2021 рр.)

Сорт (фактор А)	Удобрення (фактор В)	Захист рослин (фактор С)			Середнє за факторами	
		контроль (обробка водою)	хімічний захист	біологічний захист	В	А
Ідеал	Контроль (обробка водою)	90,5	91,3	91,8	91,2	92,3
	N_{60}	91,5	92,7	92,2	92,1	
	Гуміфілд форте	92,5	93,0	92,6	92,7	
	Фосфат гель	93,4	93,8	92,5	93,2	
Зоря Степу	Контроль (обробка водою)	90,5	91,1	90,7	90,8	93,8
	N_{60}	92,1	95,8	94,3	94,1	
	Гуміфілд форте	92,5	96,4	95,9	94,9	
	Фосфат гель	93,9	96,6	96,1	95,6	
Олешшя	Контроль (обробка водою)	90,6	93,2	92,8	92,2	95,0
	N_{60}	94,1	95,0	94,5	94,5	
	Гуміфілд форте	94,5	97,1	97,3	96,3	
	Фосфат гель	95,0	98,0	97,5	96,8	
Південна красуня	Контроль (обробка водою)	92,6	93,9	94,8	93,8	95,4
	N_{60}	93,7	95,6	95,0	94,8	
	Гуміфілд форте	93,2	97,7	97,4	96,1	
	Фосфат гель	95,2	97,9	97,7	96,9	
Середнє за фактором С		92,9	94,9	94,6		
Оцінка істотності часткових відмінностей $НІР_{05}$, %: А – 3,4; В – 3,4; С – 4,9						
Оцінка істотності середніх (головних) ефектів $НІР_{05}$, %: А – 2,6; В – 2,6; С – 3,8						

ням (фактор В) – 2,66; 2,57; 2,63, а за захистом рослин (фактор С) – 3,01; 2,89; 3,09.

Аналізом експериментальних даних доведено, що енергія проростання насіння сої неоднаковою мірою змінювалась під впливом досліджуваних агротехнологічних факторів (табл. 3). Максимальний показник був одержаний на сорті Південна красуня за використання біопрепарату Фосфат гель та при проведенні хімічного захисту рослин.

Найменша енергія проростання була зафіксована у сорту Ідеал у контрольних варіантах факторів В і С. За сортовим складом виявлено перевагу сортів Олешшя та Південна красуня з точки зору отримання високої енергії проростання. На цих сортах досліджуваний показник мав максимальне середньофакторіальне значення 90,0-90,2%. У сорту Зоря Степу він несуттєво зменшився на 1,9-2,0 відсоткових пунктів (до 88,4%), а мінімальним був у варіанті з сортом Ідеал.

Внесення добрив мало різну ефективність на величину енергії проростання залежно від сортового складу. У сортів Ідеал і Зоря Степу внесення азотного добрива у дозі N_{60} забезпечили зростання цього показника на 4,9-5,2%, а у сортів Олешшя та Південна красуня – лише на 0,3-2,7%. Найбільшу ефективність мало біодобриво Фосфат гель, зокрема на сортах Зоря Степу та Ідеал, збільшення енергії проростання перевищило 7 відсоткових пунктів.

За третім фактором (С – захист рослин) виявлена слабка тенденція підвищення енергії проростання у варіантах із захистом. Так, у контрольному варіанті, цей насіннєвий показник склав, у середньому по фактору, 87,0%. У варіанті з хімічним захистом рослин він збільшився на 3,4 відсоткових пунктів (до 89,9%), а за дотримання біологічної схеми захисту – також зріс на 2,7 відсоткових пунктів (до 89,3%). Різниця між хімічним і біологічним захистом склала лише 0,7 відсоткових пунктів, що менше $НІР_{05}$ за фактором С (2,7%).

Лабораторна схожість мала істотну тенденцію до зростання до 97-98% у варіантах з сортами Олешшя та Південна красуня за умов використання біопрепаратів Гуміфілд форте та Фосфат гель, а також на фоні хімічного і біологічного захисту рослин (табл. 4). Найгірші результати за цим показником (90,5-90,6%) отримали у контрольних варіантах за вирощування насіння сортів Ідеал, Зоря Степу та Олешшя. Середньофакторіальні значення лабораторної схожості були мінімальні у сорту Ідеал – лише 92,3%. Вирощування насіння сортів Зоря Степу, Олешшя та Південна красуня сприяла неістотному зростанню цього насіннєвого показника до 93,8-95,4%, або на 1,6-3,3 відсоткових пунктів.

По фактору В (удобрення) найкращу тенденцію щодо зростання лабораторної схожості, в середньому, на 3,6-5,5 відсоткових пунктів виявлено у сорту Зоря Степу. Найменші значення даного показника від удобрення зафіксовано у сорту Ідеал – 1,1-2,3 відсоткових пунктів. Захист рослин (фактор С) слабко вплинув на формування лабораторної схожості. Проявилась слабка тенденція зростання цього показника у варі-

антах з біологічним та хімічним захистом. У середньому по фактору, у контролі лабораторна схожість складала 92,9%, за біологічного захисту лабораторна схожість зросла на 1,8, а за хімічного – на 2,2 відсоткових пунктів. Між другим і третім факторами захисту рослин різниця була майже відсутня – лише 0,3 відсоткових пунктів.

Висновки. В середньому за роки досліджень максимальна врожайність насіння, у межах 4,61-4,75 т/га, одержана у сорту Олешшя за обробки насіння перед сівбою біопрепаратом Фосфат гель та дотриманні біологічного та хімічного захисту рослин. Застосування азотного добрива у дозі N_{60} найбільшу ефективність з приростом 29,5% забезпечило на сорті Ідеал. Серед досліджуваних біопрепаратів безперечну перевагу мав Фосфат гель, який підвищив урожайність насіння на сорті Олешшя, у середньому по фактору, на 34,6%. Використання біологічного й хімічного захисту рослин також було високоефективним і підвищило врожайність насіння сої на 14,7 і 18,4%. За стресостійкістю перевагу мали сорти Зоря Степу та Південна красуня, а за генетичною гнучкістю – сорт Олешшя. Максимальне варіювання врожайності насіння з коефіцієнтом варіації 10,1-18,5% проявилось за вирощування сорту Ідеал. Високий рівень гомеостатичності та селекційної цінності проявили сорти Зоря Степу, Південна красуня та Олешшя. Найвища енергія проростання – 90,0-90,2%, була відзначена у сортів Олешшя та Південна красуня, як і лабораторна схожість – 97-98%, а мінімальною енергія була зафіксована у сорту Ідеал – 86,3%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Silsbury J.H., Catc chpoole D.V., Walace W. Effekts of nitrogenous activity of subterrancan clover. *Austr. J. Plant Physion.*, 1986. V. 13. № 2. P.257.
2. Seguin P. Soybean tocopherol concentrations are affected by crop management. *J. of agricultural and food chemistry.* 2010. № 9. P. 5495–5501.
3. Patyka V.P., Podoba L.V., Nikolaenko A.N. et al. Bological nitrogen – ecologica; dangerless fertizers / *Visnyk KSAU*, 2011. № 4. P. 64–66.
4. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліду (зрошуване землеробство): навчальний посібник. Херсон : Грінь Д. С., 2014. С. 448.

REFERENCES:

1. Silsbury J.H., Catc chpoole D.V., Walace W. Effekts of nitrogenous activity of subterrancan clover. Austr. J. Plant Physion., 1986. V. 13. № 2. P.257.
2. Seguin P. Soybean tocopherol concentrations are affected by crop management. J. of agricultural and food chemistry. 2010. № 9. P. 5495–5501.
3. Patyka V.P., Podoba L.V., Nikolaenko A.N. et al. Bological nitrogen – ecologica; dangerless fertizers / *Visnyk KSAU*, 2011. № 4. P. 64–66.
4. Ushkarenko, V. O., Vozhegova, R. A., Goloborodko, S. P. & Kokovikhin, S. V. *Metodyka polyovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo): navchalnyy posibnyk* [Methods of field experiment (irrigated agriculture): a textbook]. Kherson: Grin D. S, 2014. P. 448 [in Ukrainian].

Вожегова Р.А., Коковіхіна О.С. Продуктивність насіння сої залежно від сортового складу, удобрення та захисту рослин за вирощування на зрошуваних землях Південного Степу України

Мета – встановити показники урожайності різних сортів сої залежно від досліджуваних факторів: сортового складу, удобрення та захисту рослин, визначити енергію проростання та схожість насіння сортів сої.

Результати. В середньому за роки досліджень максимальна врожайність насіння, у межах 4,61-4,75 т/га, одержана у сорту Олешшя за обробки насіння перед сівбою біопрепаратом Фосфат гель та дотриманні біологічного та хімічного захисту рослин. Застосування азотного добрива у дозі N60 найбільшу ефективність з приростом 29,5% забезпечило на сорті Ідеал. Серед досліджуваних біопрепаратів безперечну перевагу мав Фосфат гель, який підвищив урожайність насіння на сорті Олешшя, у середньому по фактору, на 34,6%. Використання біологічного й хімічного захисту рослин також було високоефективним і підвищило врожайність насіння сої на 14,7 і 18,4%. За стресостійкістю перевагу мали сорти Зоря Степу та Південна красуня, а за генетичною гнучкістю – сорт Олешшя. Максимальне варіювання врожайності насіння з коефіцієнтом варіації 10,1-18,5% проявилось за вирощування сорту Ідеал. Високий рівень гомеостатичності та селекційної цінності проявили сорти Зоря Степу, Південна красуня та Олешшя. Найвища енергія проростання – 90,0-90,2%, була відзначена у сортів Олешшя та Південна красуня, а мінімальною енергія була зафіксована у сорту Ідеал – 86,3%. Лабораторна схожість мала істотну тенденцію до зростання до 97-98% у варіантах з сортами Олешшя та Південна красуня за умов використання біопрепаратів Гуміфілд форте та Фосфат гель, а також на фоні хімічного і біологічного захисту рослин. Середньофакторіальні значення лабораторної схожості були мінімальні у сорту Ідеал – лише 92,3%.

Висновки. У результаті проведення досліджень були встановлені показники урожайності чотирьох сортів сої залежно від сортового складу, удобрення та захисту рослин, була визначена енергія проростання та схожість насіння.

Ключові слова: соя, насіння, продуктивність, сорт, захист рослин, лабораторна схожість, енергія проростання.

Vozhehova R.A., Kokovikhina O.S. Soybean seed productivity depending on varietal composition, fertilization and plant protection for growing on irrigated lands of the Southern Steppe of Ukraine

Goal. The goal was to establish the productivity indicators of different soybean varieties depending on the investigated factors: varietal composition, fertilization and plant protection, to determine the germination energy and laboratory seed germination of soybean varieties.

The results. On average, over the years of research, the maximum seed yield, in the range of 4.61-4.75 t/ha, was obtained in the Oleshsha variety for seed treatment before sowing with the biological preparation Phosphate gel and compliance with biological and chemical plant protection. The application of nitrogen fertilizer in a dose of N_{60} provided the greatest efficiency with an increase of 29.5% on the Ideal variety. Among the studied biopreparations, Phosphate gel had an undisputed advantage, which increased the yield of seeds on the Oleshshya variety by an average

factor of 34.6%. The use of biological and chemical plant protection was also highly effective and increased the yield of soybean seeds by 14.7 and 18.4%. Zorya Stepu and Pivdenna krasunya varieties were superior in terms of stress resistance, and the Oleshsha variety in terms of genetic flexibility. The maximum variation in seed yield with a coefficient of variation of 10.1-18.5% was shown when growing the Ideal variety. A high level of homeostaticity and breeding value was demonstrated by the varieties Zorya Stepu, Pivdenna krasunya and Oleshshya. The highest energy of germination (90.0-90.2%) was noted in the Oleshsha and Pivdenna krasunya varieties, and the minimum energy was recorded in the Ideal variety – 86.3%. The laboratory germination had a significant tendency to increase to 97-98% in variants with Oleshshya and Pivdenna krasunya varieties under the conditions of use of biological preparations Gumifield forte and Phosphate gel, as well as against the background of chemical and biological plant protection. The average factorial values of laboratory germination were minimal in the Ideal variety – only 92.3%.

Conclusions. As a result of the research, the yield indicators of four soybean varieties were determined depending on the variety composition, fertilization and plant protection, the energy of germination and seed germination were determined.

Key words: soybean, seed, productivity, variety, plant protection, laboratory germination, germination energy.

УДК 633.31:631.52:631.67
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.14

ОЦІНКА ПОСУХОСТІЙКОСТІ ПОПУЛЯЦІЙ ЛЮЦЕРНИ ЗА НАСІННЄВОГО ВИКОРИСТАННЯ В РІК СІВБИ

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
ГАЛЬЧЕНКО Н.М. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-1717-5101
Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Люцерна – багаторічна кормова культура, що вирощується в усьому світі та характеризується високою продуктивністю біомаси, поживною цінністю, а також сприяє підвищенню родючості ґрунту [23], захищає ґрунти від вітрової та водної ерозії [1; 3]. Крім того, фіксація атмосферного азоту робить її незамінним попередником для інших сільськогосподарських культур.

Люцерна зростає в широкому діапазоні кліматичних умов, від екватора і майже до арктичних полярних кіл [29]. Проте згідно з численними прогнозами глобальна зміна клімату призведе до підвищення температури, зміни географічної структури опадів і в майбутньому до збільшення частоти екстремальних кліматичних явищ [2; 17], що вже спостерігається в умовах Півдня України. Посуха – найбільш поширена екологічна проблема, оскільки обмежує можливості сільськогосподарських рослин, знижуючи їх продуктивність [18; 27]. Пагубні наслідки посухи є серйозним обмеженням для вирощування цієї культури [34; 36]. Але вона за рахунок потужної і розгалуженої кореневої системи вважається культурою з високою посухостійкістю й широкою адаптивністю до посушливих умов [24; 33]. Проте, як і будь-яка інша культура, вона негативно реагує на посуху і, щоб адаптуватися в стресових умовах, у неї виникають морфологічні, фізіологічні, біохімічні або молекулярні зміни, що необхідно враховувати при створенні посухостійких сортів з одночасним підвищенням врожайності та якості продукції.

За настання посушливого періоду рослини люцерни (*Medicago*), скорочують надземну вегетативну масу [11; 12], що обмежує індекс площі листя, і внаслідок чого зменшується продуктивність біомаси. Тому для стабілізації і підвищення продуктивності люцерни потрібно збільшити посухостійкість рослин люцерни, а дослідження цієї ознаки є важливим етапом у селекційних програмах [37].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Величина втрати вологи від евапотранспірації неухильно зростає, і ця тенденція в майбутньому буде тільки погіршуватися [2], тому зниження врожайності, є головною проблемою і в той же час підставою для селекціонерів з посилення робіт з адаптації сільськогосподарських культур до зміни клімату і відповідно підвищення їх продуктивності в стресових умовах [8]. Чутливість рослин до посухи визначається як функція зниження врожайності при водному стресі [20], в порівнянні з потенційною врожайністю. Тому для диференціації генотипів з посухостійкості використовуються різні математичні індекси, які ґрунтуються на продуктивності рослин в оптимальних і стресових умовах [15; 25] для відбору посухостійких генотипів [7; 26; 38].

Rosielle A.A. et al. [31] запропонували використовувати індекс толерантності (TOL), як різницю між врожайністю при зрошенні і врожайністю в умовах природного зволоження, а також середню врожайність (MP), як середнє арифметичне значення врожайності в стресо-

вих і оптимальних умовах. Blum A. [4; 5] визначив індекс посухостійкості (DI), який був загальноприйнятим для визначення генотипів, що забезпечують високу врожайність, як в стресових, так і в кращих умовах. Fisher R. A. et al. [15] рекомендують застосовувати індекс сприйнятливості до стресу (SSI) для визначення стабільності продуктивності рослин, який фіксує значення врожайності в оптимальних і стресових умовах. Fernandez C. J. [14] та Saba J. et al. [32] радять вживати індекс толерантності до стресу (STI) та рекомендують використовувати його в селекційних програмах для скринінгу високоврожайних генотипів в умовах стресу і його відсутності. Для визначення сприйнятливості сортів до стресу через різну інтенсивність посухи в різні роки Fernandez C. J. [14] та Kristin A.S. et al. [21] запропонували використовувати середньогеометричну продуктивність (GMP) сортів в обох середовищах. Крім того, Gavuzzi et al. [16], Bouslama M. et al. [6] та Choukan R. et al. [10] запропонували використовувати індекс врожайності (YI), індекс стабільності врожайності (YSI) і індекс зниження врожайності (YRI) відповідно.

З метою підвищення ефективності індексу STI Farshadfar E. et al. [13] запропонували модифіковані індекси стійкості до стресу (M_1STI, M_2STI), які коригують STI. Для скринінгу посухостійких генотипів в різних умовах середовища Moosavi S.S. et al. [28] представили процентний індекс схильності до стресу (SSPI).

Tyshchenko A.V. et al. [40] запропонували індекс стійкості до стресу ISR, який на їх думку характеризує генотипи за стійкістю до стресу не тільки за меншою різницею врожайності в оптимальних та лімітуючих умовах, але й враховує високу продуктивність при стресі [35; 39].

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

Мета. Провести оцінку реакції сортів і популяцій люцерни за різних середовищ та визначити кращі не тільки за посухостійкістю, а й за продуктивністю в умовах стресу з подальшим використанням їх в селекційному процесі.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в Інституті зрошуваного землеробства НААН (Україна, м. Херсон, сел. Наддніпрянське, 46°44'50.1"N 32°42'30.0"E), що розташоване на Інгулецькому зрошуваному масиві, протягом 2017-2019 рр. у польових умовах. Об'єктом вивчення були сорти та популяції люцерни за насіннєвого використання на травостої першого року. Продуктивність та посухостійкість визначали з використанням різних індексів розроблених різними авторами: індекс середньої врожайності MP, індекс толерантності до посухи TOL [31], індекс чутливості до посухи SSI, індекс відносної посухостійкості RDI [15], індекс стабільності врожаю YSI [6], індекс урожайності YI [16; 25], індекс толерантності до стресу STI [14], середня геометрична урожайність GMP [14; 21], індекс посухостійкості DI [4, 5, 22], індекс схильності до стресу SSPI [28], модифіковані індекси толерантності до стресу M_1STI, M_2STI, MSTI [17], гармонійна продуктивність HMP [9; 19; 21] та індексом стійкості до стресу ISR [35; 39; 40].

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

Результати досліджень та їх обговорення. Погодні умови за роки проведення досліджень різнилися як за температурним режимом, так і за кількістю та характером опадів, що дало можливість проаналізувати сорти та популяції люцерни на стійкість до стресових (посушливих) умов. Найбільший урожай насіння на травостої люцерни першого року життя було отримано у 2019 році (весняний посів) (ГТК – 0,88), тоді як найгірший – у 2018 році (весняний посів) (ГТК – 0,51).

Аналіз стійкості сортів і популяцій люцерни до стресу також проводили за допомогою 14 різних індексів посухостійкості: MP, SSI, TOL, YSI, YI, STI, GMP, RDI, DI, SSPI, M_1STI, M_2STI, ATI, HMP та індексом стійкості до стресу ISR, розробленого нами.

Отримані експериментальні дані дозволили виділити три популяції люцерни, що характеризувалися високим показником індексу MP: M.g. / П. п. – 251,1, Сін(с). / Приморка – 247,4 та M. g. / ЦП-11 – 259,6 з високою урожайністю насіння (395,0; 376,2 й 364,3 кг/га, відповідно), отриманою за сприятливих погодних умов. Але за гірших умов зволоження перші дві популяції мали нижчу продуктивність (107,1 й 118,6 кг/га, відповідно), порівнюючи з M. g. / ЦП-11, у якої вона становила 154,8 кг/га (табл. 1).

Найнижчими індексами чутливості до посухи (SSI) характеризувалися популяції M.g. / ЦП-11, Ж. / ЦП-11 та Т. / Емерауде з показниками 0,83, 0,85 і 0,88, відповідно, але індекс толерантності до посухи (TOL) найменшим (168,6) був у генотипу Ж. / ЦП-11, тоді як M.g. / ЦП-11 і Т. / Емерауде характеризувались більш високими показниками: 209,5 й 190,5, відповідно.

Індекс стабільності урожаю (YSI) – показник, який визначається відношенням урожайності в умовах стресу до урожайності в оптимальних умовах. За результатами проведених досліджень встановлено, що діапазон його варіювання серед генотипів становив від 0,22 до 0,42. Найвищий YSI мали дві популяції: Ж. / ЦП-11 та M.g. / ЦП-11 з показниками 0,41–0,42. Вони характеризувалися і високою відносною посухостійкістю (RDI) з показниками індексу 1,35 й 1,40, відповідно

Крім того, популяція M.g. / ЦП-11 характеризувалася високими значеннями ряду індексів: урожайності (YI) – 159,3, толерантності до стресу (STI) – 0,55, середньої геометричної урожайності (GMP) – 237, посухостійкості (DI) – 0,68, гармонійної продуктивності (HMP) – 217, стійкості до стресу (ISR) – 468 та модифікованими індексами толерантності до стресу (M_1STI, M_2STI й MSTI) – 0,71, 1,40 й 1,00, відповідно.

Найнижче значенням (26,4) індексу схильності до стресу (SSPI) мала популяція Ж. / ЦП-11.

Таблиця 1

Урожайність насіння популяцій люцерни першого року в умовах природного зволоження та показники індексів посухостійкості (2017–2019 рр.)

Назва	Позначення	Yp	Ys	MP	SSI	TOL	YSI	YI	STI	GMP	RDI	DI	SSPI	M_1STI	M_2STI	MSTI	ATI	HMP	ISR
Унітро, стандарт	G1	269,0	83,3	176,2	0,99	185,7	0,31	85,7	0,22	150	1,02	0,27	29,0	0,15	0,16	0,02	8442	127	175
Елегія	G2	300,0	95,2	197,6	0,98	204,8	0,32	98,0	0,28	169	1,04	0,31	32,0	0,25	0,27	0,07	10511	145	204
Приморка	G3	300,0	107,1	203,6	0,92	192,9	0,36	110,2	0,31	179	1,18	0,39	30,1	0,28	0,38	0,11	10501	158	259
M.g. / П.п.	G4	395,0	107,1	251,1	1,05	287,9	0,27	110,2	0,41	206	0,89	0,30	45,0	0,63	0,50	0,32	17984	169	202
Сін(с). /Приморка	G5	376,2	118,6	247,4	0,98	257,6	0,32	122,0	0,44	211	1,04	0,38	40,3	0,60	0,65	0,39	16525	180	253
LR/ H	G6	324,3	71,4	197,9	1,12	252,9	0,22	73,5	0,23	152	0,72	0,16	39,5	0,23	0,12	0,03	11688	117	117
Приморка / Сін(с).	G7	321,4	71,4	196,4	1,12	250,0	0,22	73,5	0,22	151	0,73	0,16	39,1	0,23	0,12	0,03	11502	117	118
A.-H. d. № 114	G8	333,3	83,3	208,3	1,08	250,0	0,25	85,7	0,27	167	0,82	0,21	39,1	0,29	0,20	0,06	12651	133	148
A.-H.d. № 15	G9	352,4	131,0	241,7	0,90	221,4	0,37	134,8	0,45	215	1,22	0,50	34,6	0,55	0,82	0,45	14447	191	332
A.-H. d. № 38	G10	339,0	119,0	229,0	0,93	220,0	0,35	122,5	0,39	201	1,16	0,43	34,4	0,44	0,59	0,26	13420	176	283
Добір за к.с.	G11	304,8	71,4	188,1	1,10	233,4	0,23	73,5	0,21	148	0,77	0,17	36,5	0,19	0,11	0,02	10457	116	122
Ram. d.	G12	297,6	83,8	190,7	1,03	213,8	0,28	86,2	0,24	158	0,93	0,24	33,4	0,21	0,18	0,04	10254	131	162
(Емерауде / Т.)^2	G13	304,8	71,4	188,1	1,10	233,4	0,23	73,5	0,21	148	0,77	0,17	36,5	0,19	0,11	0,02	10457	116	122
Т. / Емерауде	G14	309,5	119,0	214,3	0,88	190,5	0,38	122,5	0,36	192	1,27	0,47	29,8	0,34	0,54	0,18	11103	172	314
M.g. / ЦП-11	G15	364,3	154,8	259,6	0,83	209,5	0,42	159,3	0,55	237	1,40	0,68	32,7	0,71	1,40	1,00	15110	217	468
Зимостійка / М.К.	G16	309,5	95,2	202,4	0,99	214,3	0,31	98,0	0,29	172	1,01	0,30	33,5	0,27	0,28	0,07	11172	146	199
M.agr. / С.	G17	328,6	77,6	203,1	1,10	251,0	0,24	79,9	0,25	160	0,78	0,19	39,2	0,26	0,16	0,04	12173	126	133
A.r. d.	G18	269,0	75,7	172,4	1,03	193,3	0,28	77,9	0,20	143	0,93	0,22	30,2	0,14	0,12	0,02	8377	118	147
M.g. / M.agr.	G19	333,3	85,7	209,5	1,07	247,6	0,26	88,2	0,28	169	0,85	0,23	38,7	0,30	0,22	0,07	12709	136	155
M.g. d.	G20	333,3	95,2	214,3	1,03	238,1	0,29	98,0	0,31	178	0,94	0,28	37,2	0,34	0,30	0,10	12881	148	187
ФХНВ^2	G21	297,6	85,7	191,7	1,02	211,9	0,29	88,2	0,25	160	0,95	0,25	33,1	0,22	0,19	0,04	10278	133	169
В.11 / П. d.	G22	345,2	119,0	232,1	0,94	226,2	0,34	122,5	0,40	203	1,14	0,42	35,4	0,47	0,60	0,28	13924	177	277
Ж. / ЦП-11	G23	285,7	117,1	201,4	0,85	168,6	0,41	120,5	0,33	183	1,35	0,49	26,4	0,26	0,47	0,12	9366	166	336
Сибір. 8, d.	G24	285,7	93,3	189,5	0,97	192,4	0,33	96,0	0,26	163	1,08	0,31	30,1	0,21	0,24	0,05	9540	141	206
Середньопопуляційна		**320,0**	**97,2**	**208,6**	**1,00**	**222,8**	**0,30**	**100,0**	**0,31**	**176**	**1,00**	**0,31**	**34,8**	**0,32**	**0,36**	**0,16**	**11895**	**148**	**212**
Медіана		***315,5***	***94,3***	***202,7***	*1,01*	*220,7*	*0,30*	*97,0*	*0,28*	*169*	*0,98*	*0,29*	*34,5*	*0,27*	*0,26*	*0,07*	*11337*	*143*	*193*
V, %		10,0	22,8	11,3	8,55	12,7	19,36	22,8	29,97	14,5	19,57	42,18	12,7	49,11	82,45	138,64	20,4	18,6	41,5
$Sx_{абс.}$		6,5	4,5	4,8	0,02	5,8	0,01	4,7	0,02	5,2	0,04	0,03	0,9	0,03	0,06	0,04	494,5	5,6	17,9
$Sx_{віднос.}$		2,0	4,7	2,3	1,75	2,6	3,95	4,7	6,12	3,0	3,99	8,61	2,6	10,02	16,83	28,30	4,2	3,8	8,5
$НІР_{01}$		20,7	14,3	15,2	0,06	18,4	0,04	14,8	0,06	16,5	0,13	0,09	2,9	0,10	0,19	0,14	1567,5	17,9	56,9
$НІР_{05}$		14,9	10,4	11,0	0,04	13,3	0,03	10,7	0,04	11,9	0,09	0,06	2,1	0,07	0,14	0,10	1132,4	12,9	41,1

Таблиця 2

Матриця кореляційних зв'язків між урожайністю насіння люцерни першого року життя за умов природного зволоження та індексами посухостійкості (2017–2019 рр.)

	Y_P	Ys	MP	SSI	TOL	YSI	YI	STI	GMP	RDI	DI	SSPI	M_1STI	M_2STI	MSTI	ATI	HMP	ISR
Y_P	1,000	0,498	0,913	-0,051	0,736	0,051	0,498	0,733	0,733	0,051	0,313	0,736	0,886	0,584	0,644	0,994	0,588	0,323
Ys	0,498	1,000	0,809	-0,889	-0,221	0,889	1,000	0,953	0,954	0,889	0,976	-0,221	0,820	0,954	0,863	0,540	0,994	0,971
MP	0,913	0,809	1,000	-0,453	0,395	0,453	0,809	0,946	0,947	0,453	0,672	0,395	0,987	0,845	0,843	0,928	0,867	0,677
SSI	-0,051	-0,889	-0,453	1,000	0,636	-1,000	-0,889	-0,708	-0,714	-1,000	-0,955	0,636	-0,475	-0,773	-0,627	-0,105	-0,835	-0,944
TOL	0,736	-0,221	0,395	0,636	1,000	-0,636	-0,221	0,081	0,080	-0,636	-0,410	1,000	0,356	-0,088	0,051	0,696	-0,114	-0,395
YSI	0,051	0,889	0,453	-1,000	-0,636	1,000	0,889	0,708	0,714	1,000	0,955	-0,636	0,475	0,773	0,627	0,105	0,835	0,944
YI	0,498	1,000	0,809	-0,889	-0,221	0,889	1,000	0,953	0,954	0,889	0,976	-0,221	0,820	0,954	0,863	0,540	0,994	0,971
STI	0,733	0,953	0,946	-0,708	0,081	0,708	0,953	1,000	0,998	0,708	0,871	0,081	0,954	0,959	0,918	0,765	0,978	0,871
GMP	0,733	0,954	0,947	-0,714	0,080	0,714	0,954	0,998	1,000	0,714	0,869	0,080	0,947	0,942	0,889	0,767	0,981	0,867
RDI	0,051	0,889	0,453	-1,000	-0,636	1,000	0,889	0,708	0,714	1,000	0,955	-0,636	0,475	0,773	0,627	0,105	0,835	0,944
DI	0,313	0,976	0,672	-0,955	-0,410	0,955	0,976	0,871	0,869	0,955	1,000	-0,410	0,691	0,922	0,815	0,353	0,945	0,998
SSPI	0,736	-0,221	0,395	0,636	1,000	-0,636	-0,221	0,081	0,080	-0,636	-0,410	1,000	0,356	-0,088	0,051	0,696	-0,114	-0,395
M_1STI	0,886	0,820	0,987	-0,475	0,356	0,475	0,820	0,954	0,947	0,475	0,691	0,356	1,000	0,875	0,890	0,911	0,875	0,696
M_2STI	0,584	0,954	0,845	-0,773	-0,088	0,773	0,954	0,959	0,942	0,773	0,922	-0,088	0,875	1,000	0,972	0,609	0,955	0,932
MSTI	0,644	0,863	0,843	-0,627	0,051	0,627	0,863	0,918	0,889	0,627	0,815	0,051	0,890	0,972	1,000	0,661	0,875	0,833
ATI	0,994	0,540	0,928	-0,105	0,696	0,105	0,540	0,765	0,767	0,105	0,353	0,696	0,911	0,609	0,661	1,000	0,629	0,358
HMP	0,588	0,994	0,867	-0,835	-0,114	0,835	0,994	0,978	0,981	0,835	0,945	-0,114	0,875	0,955	0,875	0,629	1,000	0,940
ISR	0,323	0,971	0,677	-0,944	-0,395	0,944	0,971	0,871	0,867	0,944	0,998	-0,395	0,696	0,932	0,833	0,358	0,940	1,000

За індексом абіотичної толерантності (ATI) були виділені популяції M.g. / П.п. та Сін(с). / Приморка, що мали найвищі значення 17984 й 16525, відповідно. Розмах варіювання цього індексу серед генотипів був великим: 8377–17984.

Індекси MP, STI, GMP, M_1STI мали високу кореляцію (0,913; 0,733; 0,733 та 0,886, відповідно) з врожайністю насіння за кращих умов (Yp) та високу залежність (0,809; 0,953; 0,954 та 0,820, відповідно) з врожайністю насіння за гірших умов (Ys), що призводить до відбору сортів з високою врожайністю при оптимальних умовах, які менш толерантні до стресу (табл. 2).

Урожайність насіння селекційних номерів люцерни за гірших умов (Ys) має високий кореляційний зв'язок (1,000; 0,976; 0,954; 0,863; 0,994 та 0,971, відповідно) з індексами YI, DI, M_2STI, MSTI, HMP та ISR, проте з врожайністю насіння за кращих умов (Yp) вони мають середню залежність (0,498; 0,313; 0,584; 0,644; 0,588 та 0,323, відповідно). Індекси SSI, YSI, RDI характеризувалися також високою залежністю (-0,889; 0,889 та 0,889, відповідно) з врожайністю насіння за гірших умов (Ys), проте з врожайністю насіння за кращих умов (Yp) вони мають середню залежність (-0,051; 0,051 та 0,051, відповідно).

Середній зв'язок (r = 0,540) існує між урожайністю насіння, отриманого за гірших умов та індексом абіотичної толерантності (ATI), проте він має високий (0,994) за кращих умов, що обумовлено спрямованістю цього показника до відбору популяцій, вирощених за кращих умов. Висока кореляційна залежність (r = 0,736) спостерігалася у Yp з індексами TOL та SSPI та низька відємна (r = -0,221) з урожайністю насіння, отриманого за гірших умов. На першому році життя між урожайностями насіння, вирощеного за різних умов (сприятливі і несприятливі) має місце середня позитивна кореляційна залежність (r = 0,498).

За результатами GGE біплот-аналізу на травостої першого року життя виділялася більш стійка до посухи популяція G15 – M. g. / ЦП-11, що знаходиться в одній чверті з вектором урожайності насіння за гірших умов (Ys) та максимально наближена до його вершини (рис. 1).

Генотипи G9 – A.-H.d. № 15, G10 – A.-H. d. № 38, G14 – T. / Емерауде та G22 – B.11 / П. d. також перебувають в одній чверті з вектором урожайності насіння за гірших умов (Ys) та мають високу продуктивність, але поступаються популяції M. g. / ЦП-11.

Популяція G4 – M.g./ П.п. та G5 – Син (с)./ Приморка, що розміщуються в одній чверті з вектором урожайності насіння за кращих умов, добре відгукуються на поліпшення умов зволоження, але показують зниження урожайності за гірших умов.

Заслуговує на увагу генотип G23 – Ж./ ЦП-11, що розташований майже на осі ординат між пер-

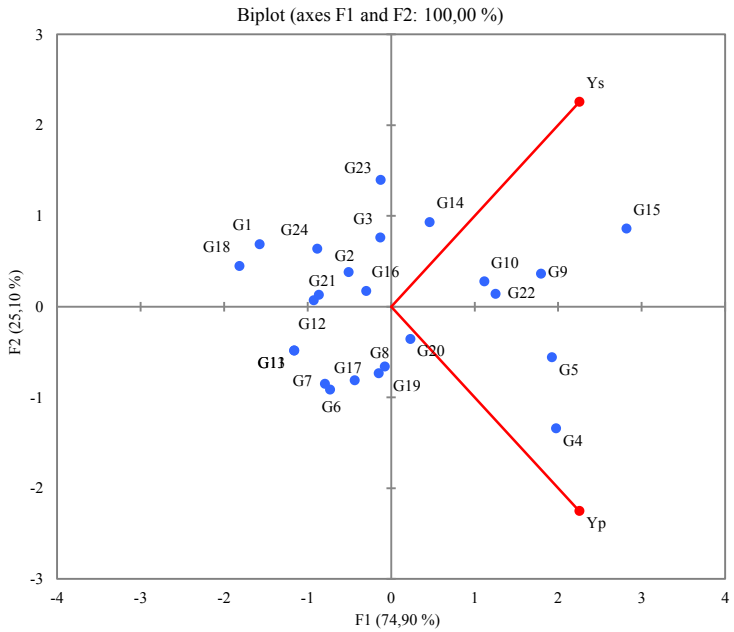


Рис. 1. Генотип-середовищна взаємодія популяцій люцерни і середовищ (метод біплот-аналіз). Лініями показані власні вектори провідних факторних навантажень для середовищ: ● – умови зволоження; ● – генотип

шою та четвертою чвертями. Він має низьку (285,7 кг/га) насіннєву продуктивність за кращих умов та високу (117,1 кг/га) – при гірших, тобто його можна вважати найбільш стабільним за урожайністю насіння.

Висновки. За кореляційним аналізом було відібрано дев'ять індексів: SSI, YI, YSI, DI, RDI, M_2STI, MSTI, HMP та ISR.

За індексами посухостійкості та біплот-аналізом генотипи люцерни були поділені на групи для різних умов вирощування:

– популяція Ж./ ЦП-11 найслабкіше реагує на погіршення умов зволоження;

– популяція M.g. / ЦП-11 є пластичною та може формувати високі врожаї як при кращих (364,30 кг/га), так і гірших (154,80) умовах;

– популяції M.g./ П.п. та Син (с). / Приморка вибагливі до умов зволоження, тому найбільшу урожайність насіння формують при зрошенні.

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. Aleksandrov V. Climate change on the Balkan Peninsula. *Ecology and future.* 2002. Vol. I, № 2-4. P. 26-30.
3. Annicchiarico P., Pecetti L., Abdelguerfi A., Bouizgaren A., Carroni A. M., Hayek T., et al. Adaptation of landrace and variety germplasm and selection strategies for lucerne in the Mediterraneanbasin. *Field Crops Research.* 31 January 2011. Volume 120, Issue 2. P. 283-291. doi:10.1016/j.fcr.2010.11.003.
4. Blum A. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential – are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research.* 2005. Vol. 56, № 11. P. 1159–1168. https://doi.org/10.1071/AR05069
5. Blum A. Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 1988.
6. Bouslama M., Schapaugh W. T. Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science.* 1984. Vol. 24, № 5. P. 933–937. doi:10.2135/cropsci1984.0011183X002400050026x
7. Boussen H., BenSalem M., Slama A., Mallek-Maalej E., Rezgui S. Evaluation of drought tolerance indices in durum wheat recombinant inbred lines. *Options Mediterraneennes*. 2010. 95, 79-83. http://om.ciheam.org/om/pdf/a95/00801329.pdf
8. Cattivelli L., Rizza F., Badeck F. W., Mazzucotelli E., Mastrangelo A. M., Francia E., Marè C., Tondelliand A., Stanca A. M. Drough ttolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research.* 2008. 105. P. 1-14. doi:10.1016/j.fcr.2007.07.004
9. Chakherchaman S. A., Mostafaei H., Imanparast L., Eivazian M. R. Evaluation of drought tolerance in lentil advanced genotypes in Ardabil region. *Journal of Food Agriculture and Environment.* 2009. 7:283-288.
10. Choukan R., Taherkhani T., Ghannadha M. R., Khodarahmi M. Evaluation of drought tolerance in grain maize in bred lines using drought tolerance indices. *Iran. J. Agric. Sci.* 2006. Vol. 8, Issue 1. P. 79-89.
11. Djamal Bellague, Mahfoud M'Hammedi-Bouzina, Aïssa Abdelguerfi. Measuring the performance of perennial alfalfa with drough ttolerance indices. *Chilean journal of agricultural*. 76 (3). 2016. p. 273-284. doi:10.4067/S0718-58392016000300003
12. Durand J. L. Les effets du stress hydrique sur la plante: The effects of water stress on the plant: Physiological aspects. Fourrages, 190, 2007. P. 181-195.

13. Farshadfar E., Sutka J. Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. *Cereal Res Commun*. 2002. 31. P. 33-40. https://www.jstor.org/stable/23787201
14. Fernandez C. J. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Aug. 13–16. Shanhua, Taiwan, 1992. P. 257–270.
15. Fisher R. A., Maurer R. Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1978. Vol. 29, № 5. P. 897–912. doi.org/10.1071/AR9780897
16. Gavuzzi P., Rizza F., Palumbo M. et al. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Canadian Journals of Plant Science.* 1997. Vol. 77, № 4. P. 523–531.
17. Harrison M. T., Tardieu F., Dong Z., Messina C. D., Hammer G. L. Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions. *Glob. Change Biol.* 2014. Volume 20, Issue 3. P. 867-878. Doi:10.1111/gcb.12381.
18. Hussain S.S., Raza H., Afzal I., Kayani M.A. Transgenic plants for abiotic stress tolerance: Current status. *Archives of Agronomy and Soil Science.* 2012. Volume 58, Issue 7. P. 693-721. doi:10.1080/03650340.2010.540010.
19. Jafari A., Paknejad F., Jami Al-Ahmadi M. Evaluation of selection indices for drought tolerance of corn (*Zea mays* L.) hybrids. *Inter J Plant Prod*. 2009. 3(4):33-38.
20. Koleva M., Dimitrova V. Evaluation of drought Tolerance in new cotton cultivars using stress tolerance indices. *Agrofor International Journal*. 2018. Vol. 3, Issue 1. P. 11-17. Doi:10.7251/AGRENG1801011K
21. Kristin A. S., Serna R. R., Perez F. I., Enriquez B. C., Gallegos J. A. A., Vallejo P. R., Wassimi N., Kelley J. D. Improving common bean performance under drought stress. *CropSci*. 1997. 37. P. 43-50.
22. Lan J. Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*. 1998. Vol. 7. P. 85–87.
23. Latrach L., Farissi M., Mouradi M., Makoudi B., Bouizgaren A., Ghoulam C. Growth and nodulation of alfalfa-rhizobia symbiosis under salinity: electrolyte leakage, stomatal conductance, and chlorophyll fluorescence. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2014. 38. P. 320-326. doi:10.3906/tar-1305-52
24. Lemaire G. La luzerne: Alfalfa. Productivity and quality. In Abdelguerfi, A. (ed.) forage Fabaceae diversity and their symbionts: biotechnological, agronomic and environmental applications. International Workshop, Algiers, Algeria. 2006. p. 174-182.
25. Lin C. S., Binns M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar × location data. *Can. J. PlantSci*. 1988. 68. P. 193–198. https://doi.org/10.4141/cjps88-018
26. Mitra J. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. *Current Sci.* 2001. 80. P. 758-762.
27. Mollasadeghi V., Valizadeh M., Shahryari R., Imani A. A. Evaluation of end drought tolerance of 12 wheat genotypes by stress indices. *World Applied Sciences Journal.* 2011. Volume 13, Issue 3. P. 545-551.
28. Moosavi S. S., Yazdi-Samadi B., Naghavi M. R., Zali A. A., Dashti H., Pourshahbazi A. Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes. 2008. Desert 12. P. 165-178.
29. Muthukumar Bagavathiannan, Rene C. Van Acker. The Biology and Ecology of Feral Alfalfa (*Medicago sativa* L.) and Its Implications for Novel Trait Confinement in North America. March 2009. *Critical Reviews in Plant Sciences.* 2009. Volume 28, Issue 1-2. P. 69-87. DOI: 10.1080/07352680902753613
30. Naeemi M., Akbari G., Shirani Rad A. H., Modares Sanavi S. A. M., Sadat Nuri S. A., Jabari H. Evaluation of drought tolerance in different Canola cultivars based on stress evaluation indices in terminal growth duration. *Electronic J. Crop Prod.* 2008. 1(3): 83-98. (www.ejcp.info) (In Persian).
31. 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
32. Saba J., Moghaddam M., Ghassemi K., Nishabouri M. R. Genetic properties of drought resistance indices. *J. Agric. Sci. Technol.* 2001. 3. P. 43-49.
33. Shuo Li, Liqiang Wan, Zhongnan Nie, Xianglin Li. Fractaland Topological Analyses and Antioxidant Defense Systems of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Root System under Drought and Rehydration Regimes. *Agronomy*. 2020. Volume 10, Issue 6. P. 1-21. Doi:10.3390/agronomy10060805.
34. Vasconcelos E. S. D., Barioni Junior W., Cruz C. D., Ferreira R. D. P., Rassini J. B., Vilela D. Alfalfa genotype selection for adaptability and stability of dry matter production. *Acta Sci. Agron.* 2008. Vol. 30, № 3. P. 339–343. Doi: 10.4025/actasciagron.v30i3.3511.
35. Vozhehova Raisa, Tyshchenko Andrii, Tyshchenko Olena, Dymov Oleksandr, Piliarska Olena, Lykhovyd Pavlo. Evaluation of breeding indices for drought tolerance in alfalfa (*Medicago*) genotypes. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2021. Vol. LXIV, No. 2, P. 435-444.
36. Wang Z., Ke Q., Kim M. D., Kim S. H., Ji C. Y., Jeong J. C. et al. Transgenic alfalfa plants expressing the sweet potato orange gene exhibit enhanced abiotic stress tolerance. *PLoS ONE.* 2015. 10. Doi: 10.1371/journal.pone.0126050.
37. Yu L-X. Identification of Single-Nucleotide Polymorphic Loci Associated with Biomass Yield under Water Deficit in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Using Genome-Wide Sequencing and Association Mapping. *Front. Plant Sci.* June 2017, Volume 8. P. 1152 Doi: 10.3389/fpls.2017.01152
38. Zou G. H., Liu H. Y., Mei H. W., Liu G. L., Yu X. Q., Li M. S., Wu J. H., Chen L., Luo L. J. Screening for Drought Resistance of Rice Recombinant Inbred Populations in the Field. *J. Integr. Plant Biol.* 2007. 49(10), 1508–1516.
39. Вожегова Р. А., Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Димов О. М., Люта Ю. О. Особливості прояву адаптивних ознак у селекційних популяцій люцерни при вирощуванні на насіння. *Вісник СумНАУ. Серія «Агрономія і біологія».* 2021. Випуск 2 (44). С. 3-11. DOI https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.1
40. 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

REFERENCES:

1. Abdelguerfi, A., & Abdelguerfi-Laouar, M. (2002). Forage and pasture species: The uses in Maghreb (Algeria, Morocco, and Tunisia). FAO, Rome, Italy
2. Aleksandrov, V. (2002). Climate change on the Balkan Peninsula. *Ecology and Future. Vol. 1(2-4), 26-30*
3. Annicchiarico, P. et al. (2011). Adaptation of landrace and variety germplasm and selection strategies for lucerne in the Mediterranean basin. *Field Crops Research*, 120(2), 283-291
4. Blum, A. (2005). Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential – are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research, 56*(11), 1159–1168
5. Blum, A. (1988). Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. ISBN 9781351075718
6. Bouslama, M., & Schapaugh, W. T. (1984). Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science*, *24*(5), 933–937
7. Boussen, H. et al. (2010). Evaluation of drought tolerance indices in durum wheat recombinant inbred lines. In Proceeding of Second International Conference on Drought Management FAO-CIHEAM, Istanbul, Turkey (pp. 4-6).
8. Cattivelli, L. et al. (2008). Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. *Field crops research*, 105(1-2), 1-14
9. Chakherchaman, S.A., Mostafaei H., Imanparast L., & Eivazian, M.R. (2009). Evaluation of drought tolerance in lentil advanced genotypes in Ardabil region. *Journal of food, agriculture & environment (JFAE), 7,* 283-288
10. Choukan, R., Taherkhani, T., Ghanadha, M.R., & Khodarahmi, M. (2006). Evaluation of drought tolerance in grain maize inbred lines using drought tolerance indices. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 8(1), 79-89
11. Bellague, D., M'Hammedi-Bouzina, M., & Abdelguerfi, A. (2016). Measuring the performance of perennial alfalfa with drought tolerance indices. *Chilean journal of agricultural research*, 76(3), 273-284
12. Durand, J.L. (2007). Les effets du stress hydrique sur la plante: The effects of water stress on the plant: Physiological aspects. *Fourrages*, 190, 181-195
13. Farshadfar, E., & Sutka, J. (2002). Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. *Cereal Res Commun.* Vol. 31. P. 33–40. https://www.jstor.org/stable/23787201
14. Fernandez, C.J. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. *Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress*. Aug. 13–16. Shanhua, Taiwan, P. 257–270
15. Fisher, R.A., & Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research.* Vol. 29, № 5. P. 897–912. doi.org/10.1071/AR9780897 [in English].
16. Gavuzzi, P. et al. (1997). Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Canadian Journals of Plant Science*. Vol. 77. № 4. P. 523–531
17. Harrison, M.T. et al. (2014). Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions. *Global change biology*, 20(3), 867-878
18. Hussain, S.S., Raza, H., Afzal, I., & Kayani, M.A. (2012). Transgenic plants for abiotic stress tolerance: current status. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58(7), 693-721
19. Jafari, A., Farzad, P., & Jami Al-Ahmadi, M. (2009). Evaluation of selection indices for drought tolerance of corn (*Zea mays* L.) hybrids. *International Journal of Plant Production, 3*(4), 33–38
20. Koleva, M., & Dimitrova, V. (2018). Evaluation of drought tolerance in new cotton cultivars using stress tolerance indices. *AGROFOR*, 3(1), 11-17
21. Kristin, A.S. et al. (1997). Improving common bean performance under drought stress. *CropSci.* 37, P. 43-50
22. Lan, J. (1998). Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*. Vol. 7. P. 85–87
23. Latrach, L., et al. (2014). Growth and nodulation of alfalfa-rhizobia symbiosis under salinity: electrolyte leakage, stomatal conductance, and chlorophyll fluorescence. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(3), 320-326
24. Lemaire, G. (2006). La luzerne: Alfalfa. Productivity and quality. In: Forage Fabaceae diversity and their symbionts: biotechnological, agronomic and environmental applications. International Workshop, Algiers, Algeria, pp. 174-182
25. Lin, C.S., & Binns, M.R. (1988). A superiority measure of cultivar performance for cultivar × location data. *Can. J. PlantSci*. 68, P. 193–198. https://doi.org/10.4141/cjps88-018
26. Mitra, J. (2001). Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. *Current Science*, 80, 758-763
27. Mollasadeghi, V., Valizadeh, M., Shahryari, R., & Imani, A.A. (2011). Evaluation of end drought tolerance of 12 wheat genotypes by stress indices. *World Applied Sciences Journal*, 13(3), 545-551
28. Moosavi, S.S. et al. (2008). Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes. *H. Dashti's Lab*., *12,* 165–178
29. Bagavathiannan, M.V., & Van Acker, R.C. (2009). The biology and ecology of feral alfalfa (*Medicago sativa* L.) and its implications for novel trait confinement in North America. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 28(1-2), 69-87
30. Naeemi, M. et al. (2008). Evaluation of drought tolerance in different canola cultivars based on stress evaluation indices in terminal growth duration. Electronic Journal of Crop Production, 1(3):83-98
31. Rosielle, A.A., & Hamblin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science.* Vol. 21, № 6. P. 943–946. doi:10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x
32. Saba, J., Moghadam, M., Ghasemi, K., & Nishabouri, M. R. (2001). Genetic properties of drought resistance indices. *Journal of Agricultural Science technology*, 3, 43-49
33. Li, S., Wan, L., Nie, Z., & Li, X. (2020). Fractal and topological analyses and antioxidant defense systems of alfalfa (*Medicago sativa* L.) root system under drought and rehydration regimes. *Agronomy*, 10(6), 805
34. Vasconcelos, E.S.D. et al. (2008). Alfalfa genotype selection for adaptability and stability of dry matter production. Acta Scientiarum. *Agronomy*, 30(3), 339-343
35. Vozhehova, R. et al. (2021). Evaluation of breeding indices for drought tolerance in alfalfa (*Medicago*) geno-

types. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LXIV, No. 2, P. 435-444
36. Wang, Z., et al. (2015). Transgenic alfalfa plants expressing the sweetpotato Orange gene exhibit enhanced abiotic stress tolerance. *PLoS One*, 10(5), e0126050.
37. Yu, L.X. (2017). Identification of single-nucleotide polymorphic loci associated with biomass yield under water deficit in alfalfa (*Medicago sativa* L.) using genome-wide sequencing and association mapping. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1152
38. Zou, G.H. et al. (2007). Screening for drought resistance of rice recombinant inbred populations in the field. *Journal of Integrative Plant Biology*, 49(10), 1508-1516
39. 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].
40. Tyshchenko, A.V., Tyshchenko, O.D. & Lyuta, Yu.O. (2021). Otsinka henotypiv liutserny za nasinnievoiu produktyvnistiu na posukhostiikist [Evaluation of alfalfa genotypes by seed productivity for drought resistance]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Kherson: VD «Helvetyka» – Taurian Scientific Bulletin. Kherson: Helvetica*, 120, 155–168. DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21 [in Ukrainian].

Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Гальченко Н.М. Оцінка посухостійкості популяцій люцерни за насіннєвого використання в рік сівби

Мета. Провести оцінку реакції сортів і популяцій люцерни за різних середовищ та визначити кращі не тільки за посухостійкістю, а й за продуктивністю в умовах стресу з подальшим використанням їх в селекційному процесі. **Методи.** Дослідження проводили в Інституті зрошуваного землеробства НААН (Україна, м. Херсон, сел. Наддніпрянське, 46°44'50.1"N 32°42'30.0"E), що розташований на Інгулецькому зрошуваному масиві, протягом 2017–2019 рр. у польових умовах. Об'єктом вивчення були сорти та популяції люцерни. Продуктивність та посухостійкість визначали з використанням індексів: середня урожайність (MP), індекс сприятливості до посухи (SSI), індекс толерантності до посухи (TOL), індекс стабільності урожаю (YSI), індекс урожайності (YI), індекс толерантності до стресу (STI), середня геометрична (пропорційна) урожайність (GMP), індекс відносної стійкості до посухи (RDI), індекс посухостійкості (DI), індекс схильності до стресу (SSPI), модифіковані індекси толерантності до стресу (M_1STI, M_2STI, MSTI), індекс абіотичної толерантності (ATI), гармонійна середня продуктивність (HMP) та індекс стійкості до стресу (ISR). **Результати**. Погодні умови за роки проведення досліджень різнилися як за температурним режимом, так і за кількістю та характером опадів, що дало можливість проаналізувати сорти та популяції люцерни за насіннєвою продуктивністю на стійкість до стресових (посушливих) умов вирощування. Найнижчими індексами чутливості до посухи (SSI) характеризувалися популяції M.g. / ЦП-11, Ж. / ЦП-11 та Т. / Емерауде з показниками 0,83, 0,85 і 0,88. Найвищий YSI мали дві популяції: Ж. / ЦП-11 та M.g. / ЦП-11 з показниками 0,41–0,42. Вони характеризувалися і високою відносною посухостійкістю (RDI) з показниками індексу 1,35 й 1,40, відповідно. Крім того, популяція M.g. / ЦП-11 характеризувалася високими значеннями ряду індексів: урожайності (YI) – 159,3, толерантності до стресу (STI) – 0,55, середньої геометричної урожайності (GMP) – 237, посухостійкості (DI) – 0,68, гармонійної продуктивності (HMP) – 217, стійкості до стресу (ISR) – 468 та модифікованими індексами толерантності до стресу (M_1STI, M_2STI й MSTI) – 0,71, 1,40 й 1,00, відповідно. **Висновки.** За кореляційним аналізом було відібрано дев'ять індексів: SSI, YI, YSI, DI, RDI, M_2STI, MSTI, HMP та ISR. За індексами посухостійкості та біплот-аналізом була виділена популяція Ж./ ЦП-11, що найслабкіше реагує на погіршення умов зволоження.

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

Vozhehova R.A., Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Piliarska O.O., Fundyrat K.S., Halchenko N.M. Estimation of drought resistance of alfalfa populations by seed use in the year of sowing

Purpose. Assess the response of alfalfa varieties and populations in different environments and determine the best not only in terms of drought resistance, but also in terms of productivity under stress with their subsequent use in the breeding process. **Methods.** The research was conducted at the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS (Ukraine, Kherson, Naddnipryanske village, 46° 44'50.1" N 32° 42'30.0" E), located on the Ingulets irrigated massif, during 2017–2019 in the field. Lucerne varieties and populations were studied. Productivity and drought resistance were determined using the following indices: average yield (MP), drought tolerance index (SSI), drought tolerance index (TOL), yield stability index (YSI), yield index (YI), stress tolerance index (STI), geometric mean (proportional) yield (GMP), relative drought resistance index (RDI), drought resistance index (DI), stress tolerance index (SSPI), modified stress tolerance indices (M_1STI, M_2STI, MSTI), abiotic tolerance index (ATI), harmonic average performance (HMP) and stress resilience index (ISR). **Results.** Weather conditions over the years of research differed both in temperature and in the amount and nature of precipitation, which made it possible to analyze alfalfa varieties and populations for seed productivity for resistance to stressful (arid) growing conditions. The lowest drought susceptibility indices (SSI) were characterized by populations of M.g. / CP-11, J. / CP-11 and T. / Emeraude with indicators of 0.83, 0.85 and 0.88. Two populations had the highest YSI: J. / CP-11 and M.g. / CPU-11 with indicators of 0.41-0.42. They were also characterized by high relative drought resistance (RDI) with index values of 1.35 and 1.40, respectively. In addition, the population of M.g. / CP-11 was characterized by high values of a number of indices: yield (YI) - 159.3, stress tolerance (STI) – 0.55, geometric mean yield (GMP) – 237, drought resistance (DI) – 0.68, harmonious productivity (HMP) – 217, stress resistance (ISR) – 468 and modified stress tolerance indices (M_1STI, M_2STI and MSTI) – 0.71, 1.40 and 1.00, respectively. **Conclusions.** Nine indices were selected for correlation analysis: SSI, YI, YSI, DI, RDI, M_2STI, MSTI, HMP and ISR. According to the drought resistance indices and biplot analysis, the population of J. / CP-11 was selected, which reacts the weakest to the deterioration of humidification conditions.

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

УДК 633.15:631.52:581.5(477)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.15

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ З ПІДВИЩЕНИМ АДАПТИВНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ДО НЕСПРИЯТЛИВИХ УМОВ ДОВКІЛЛЯ

ГАВРИЛЮК В.М. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-0635-9036
Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України
КОВАЛЕНКО Н.П. – доктор історичних наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-0996-0732
Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України
КРИВЕНКО А.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-2133-3010
Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України
ОРЕХІВСЬКИЙ В.Д. – доктор історичних наук
orcid.org/0000-0002-3216-0514
Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України
ВАКУЛЕНКО В.В. – аспірант
orcid.org/0000-0002-8460-4148
Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України

Постановка проблеми. Кукурудза – це високопродуктивна культура, яку широко використовують у різних галузях сільського господарства та промисловості. Зокрема, для виробництва продуктів харчування; як високоенергетичний корм для тваринництва і птахівництва; як сировину для виробництва біопалива і біогазу, а також для фармацевтичної, хімічної та інших галузей промисловості; у якості цінних зелених добрив та інше [1–2]. Вагомим є агротехнічне значення кукурудзи, оскільки вона очищує ґрунт від бур'янів та є ефективним попередником для сільськогосподарських культур у сівозміні [3–4]. Цінні властивості кукурудзи забезпечують її стабільно високий попит на світовому ринку.

Важливу роль у підвищенні та стабілізації виробництва зерна кукурудзи відіграє освоєння досягнень селекції [5]. Виробництву запропоновано високопродуктивні гібриди вітчизняної та зарубіжної селекції, серед яких гібриди Інституту фізіології рослин і генетики НАН України. Наприклад, фактична урожайність створених гібридів Зорень, Поліський 177МВ, Явір 180СВ, Суботівський 190СВ, Тарас, Титан 220СВ, Тясмин МВ, Переяславський 230СВ, Богун, Боян 277МВ, Чигиринський 267СВ, Корсунський 297МВ, Комета МВ, Достаток 300МВ, Богдан, Метеор 317МВ, Орлик 330МВ, Атлант 400МВ, Башкіровець, Аметист та інших у державному сортовипробуванні становила 8,0–16,4 т/га [6].

Незважаючи на значну кількість гібридів кукурудзи вітчизняної та зарубіжної селекції, сучасне виробництво вимагає більш урожайних, холодостійких, посухостійких, стійких проти вилягання, хвороб і шкідників, високопродуктивних та високоякісних гібридів різного сільськогосподарського призначення. Важливим у селекції кукурудзи стало виведення гібридів не тільки з високою продуктивністю, а й стабільністю урожайності за роками у різних екологічних умовах. Особливо в умовах, які характеризуються нестійким зволоженням і нерівномірним розподілом опадів упродовж вегетаційного періоду [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Різні напрями вибору оптимальних гібридів кукурудзи висвітлено у наукових працях українських вчених [8–10]. Приділено увагу дослідженню аспектів підвищення адаптивної стійкості кукурудзи у посушливих умовах України [11–12]. Доведено, що одним із основних чинників підвищення урожайності зернових культур є використання високопродуктивних сортів і гібридів у науково обґрунтованих сівозмінах, що забезпечує зростання виробництва зерна на 10–20% [13]. Проте, на сьогодні залишається актуальним пошук нових технологій вирощування високопродуктивних гібридів кукурудзи з підвищеним адаптивним потенціалом до несприятливих умов довкілля, особливо через посушливість клімату та воєнні дії.

Мета дослідження – удосконалити елементи технології вирощування сучасних стійких до посухи, хвороб та шкідників, з високою насіннєвою продуктивністю гібридів кукурудзи та дослідити їх реакцію на несприятливі умови навколишнього середовища в Україні.

Матеріали та методика виконання досліджень. Польові експериментальні досліди виконували упродовж 2017–2019 рр. в опорному пункті Інституту фізіології рослин і генетики Національної академії наук України – Благовіщенській філії Державного підприємства «Центр сертифікації та експертизи насіння і садивного матеріалу», яка розташована у с. Новоселиця Благовіщенського району Кіровоградської області. Вона знаходиться у південній частині Правобережного Лісостепу України, що плавно переходить у Північний Степ. Ґрунти дослідних ділянок – деградовані чорноземи із вмістом гумусу 4,2–4,6%. Орний шар ґрунту характеризується такими агрохімічними показниками: pH сольової витяжки – 6,5–6,9, гідролітична кислотність – 1,1 мг-екв./100 г ґрунту, гідролітичний азот (за Конфілдом) – 11,8–12,4, рухомі форми фосфору (за Чириковим) – 13,4–13,8 мг/100 г сухого ґрунту.

Для регіону характерна достатня теплозабезпеченість. Середньомісячна температура повітря стано-

вить 8,1°С, сума річних середньодобових температур – 3700°С. Річна кількість опадів – 457 мм, з них 172 мм випадає у літній період. У посушливі роки кількість опадів зменшується до 280–320 мм. У травні-вересні бувають посухи до 50 днів із суховіями та відносною вологістю повітря, яка нижча за 30%.

Погодні умови у роки виконання досліджень у період вегетації (квітень-вересень) були досить контрастними за зволоженням. Наприклад, у травні 2017 р. випало 22,1 мм опадів, а у серпні лише 13,3 мм. У червні 2018 р. випало 165,0 мм опадів, а в серпні тільки 1,0 мм. У липні 2019 р. випало 21,8 мм опадів, що на 47,1 мм менше середньої багаторічної норми. Це сприяло всебічному оцінюванню селекційного матеріалу кукурудзи на посухостійкість.

Використовували польовий і лабораторно-аналітичний методи дослідження. Польовий – для інцухтування селекційних зразків кукурудзи, добору та оцінювання ліній на різних етапах інбридингу. Лабораторно-аналітичний – для визначення генетичної чистоти ліній, схожості та енергії проростання отриманого насіння під час інцухтування та добору. Польові досліди виконували за методикою Державного сортовипробування сільськогосподарських культур [14–15]. Вихідним матеріалом стали самозапильні лінії кукурудзи (*Zea mays* L.), генерації I_1-I_{10}, створені за участі ліній генетичних плазм Mo_{17}, B_{73}.

Результати досліджень. Для створення нових гібридів кукурудзи використано лінії світової колекції та селекції Інституту фізіології рослин і генетики Національної академії наук України, які отримані на основі кращих вітчизняних та зарубіжних гібридів. Сучасна гетерозисна селекція базується на використанні різноманітних за кількісними ознаками самозапильних ліній. Селекційна та генетична цінність самозапильних ліній визначається вихідним матеріалом, який взяли для самозапилення. Разом з тим генетична основа для подальшої селекції ліній значно звужується, має місце загроза зниження ефекту гетерозису при схрещуванні. Здійснено самозапилення і добір потомства до 5–6 генерації за схемою качан-ряд. Кожне самозапилене потомство висівається окремим рядком з наступною браковкою і добором рослин.

Об'єми інцухтування качанів за 2017 р. у дослідах «Колекція ліній» і «Селекція ліній» наведено у табл. 1, 2. У 2018 р. у досліді «Колекція ліній» у польових умо-

Таблиця 1

Обсяги польових досліджень кукурудзи у досліді «Колекція ліній», 2017 р.

Польовий № у 2017 р.	Шифр	Назва	План інцухтів, шт.	Фактична кількість інцухтів після добору, шт.	% добору від планового показника
1-53	2-5	Лінії плазми B_{73}	35	38	108
54-72	2-7	Лінії плазми $Ук_{132}$	10	13	130
73-115		Лінії плазми Mo_{17}	20	-	-
116-205	2-6	Нові лінії	90	81	90
206-222	2-9	Лінії плазми Id	30	21	70
223-230		Лінії плазми	5	7	140
231-248	2-2	Лінії плазми	130	95	73
249-259	2-4	Лінії плазми Mo_{17}	90	63	70
260	2-5	Лінії плазми $Ук_{132}$	10	10	100
261-283	2-6	Невідома плазма	240	50	20
284-305	2-9-1	Лінії нового надходження	240	142	59
306-381		Лінії з генетичного банку	375	322	85
Всього			1275	842	66

Таблиця 2

Обсяги польових досліджень кукурудзи у досліді «Селекція ліній», 2017 р.

Польовий № у 2017 р.	Шифр	Назва	План інцухтів, шт.	Фактична кількість інцухтів після добору, шт.	% добору від планового показника
381-385	4-10	Самозапилені лінії I_1	175	56	32
386-390	4-11	Самозапилені лінії I_2-I_3	135	70	51
391-450	4-12А	Самозапилені лінії I_2-I_4	310	232	75
451-476	4-14	Самозапилені лінії I_3-I_5	280	217	77
477-491	4-16	Нове надходження	250	216	86
492-496	4-1	Спеціальна програма з селекції на скоростиглість	30	24	80
497-507	4-2	Лінії плазми Id	30	29	96
508-563	4-3	Лінії плазми B_{73}	10	3	30

Продовження таблиці 2

564-572		Лінії плазми B_{73} урожаю 2013–2014 рр.	230	153	66
573-597	4-4	Лінії плазми Mo_{17}	280	220	78
598-639	4-5	Лінії плазми $Ук_{132}$	210	154	73
640-643	4-7	Лінії змішаної плазми	40	37	92
644	4-8	Лінії плазми Італія	10	8	80
645-658	4-9	Нові лінії	110	40	36
659-739	4-10	Самозапилені лінії I_2	240	180	75
740-761	4-10	Самозапилені лінії I_2-I_3	180	143	79
762-789	4-13	Самозапилені лінії I_3-I_6	220	132	60
790-794	4-1	Селекція ліній плазми Id	20	10	50
795-823	4-2	Лінії плазми B_{73}	40	15	37
824-839		Лінії плазми Mo_{17}	150	69	46
840-856	4-4	Лінії плазми $Ук_{132}$	210	115	54
857-858	4-7	Лінії плазми Італія	-	-	-
859-877	4-9	Лінії I_2	695	457	65
878-887	4-11	Самозапилені лінії I_3	40	16	40
888-979	4-1	Спеціальна програма на ранньостиглість	400	188	47
980-1037	4-13	Нове надходження минулих років	465	338	72
1038-1051	4-19	Нове надходження	500	406	81
Всього			5250	3528	67

Таблиця 3

Експериментальні польові дослідження кукурудзи у досліді «Колекція ліній», 2018 р.

№ п/п	Назва	Кількість ліній	Кількість рядків	Площа 1 рядка, $м^2$	Загальна площа соток	План інцухтів шт.	Фактично отримано інцухтів, шт.	% до плану
1-1	Лінія плазми B_{73}	20	46	4,9	2,3	285	243	89
1-2	Лінія плазми $Ук_{132}$	10	23	4,9	1,2	155	142	91
1-3	Лінія плазми Mo_{17}	10	21	4,9	1,0	150	137	91
1-4	Нові лінії	17	57	4,9	2,8	320	295	92
1-5	Нові лінії урожаю 2016 р.	15	32	4,9	1,6	290	210	72
1-6	Нові лінії урожаю 2017 р.	13	68	4,9	3,3	100	92	92
1-7	Лінії плазми Idyp. 2017 р.	4	14	4,9	1,0	-	-	-
1-8	Невідома плазма	8	33	4,9	1,6	120	118	98
1-9	Нові надходження урожаю 2017 р.	12	47	4,9	2,4	20	17	85
1-10	Колекція ліній генетичного банку	13	39	4,9	1,9	150	123	82
1-11	Пересів колекції ліній генетичного банку	400	800	4,9	40,0	2000	1457	73
Разом у досліді «Колекція ліній»					60,1	3590	2786	78

вах фактично отримано після добору 2786 інцухтованих качанів (табл. 3).

У 2018 р. у досліді «Селекція ліній» досліджено 5010 інбредів. Здійснено оцінку цілеспрямованого добору на ранньостиглість. У польових умовах виділено 4071 інбредних качанів (табл. 4). У 2019 р. фактично отримано після добору 2927 інцухтованих качанів для подальшої селекційної роботи (табл. 5). Використання сучасних гібридів, які мають генетично зумовлені: високий потенціал урожайності, стійкість до температурних і гідростресів, проти ураження хворобами і пошкодження фітофагами, навіть за стресових умов забезпечує отримання високих урожаїв кукурудзи [16].

Таким чином, відібрано нові лінії кукурудзи, стійкі проти пухирчастої сажки: Ук 1639/29-130, Ук 1902А/126, Ук 2090/29А, Ук 1886А, Ук 824/6-126, Ук 42/17, Ук 2761, Ук 6128/17, Ук 736/130-12, Ук 812/17, Ук 849/29-132, Дк 1186/29, Ук 976/126, Ук 912/17, Ук 937-2/132, Ук 187/2-73, Ук 796/126.

Для гетерозисної селекції виділено високопродуктивні лінії з великим качаном, 14–16 рядками зерен. Лінії цієї групи репрезентують виключно перспективний напрям у селекції високопродуктивних гетерозисних гібридів кукурудзи. До цієї групи ліній належать – Ук 796А/126, Ук 127/12-73, Ук 1902/126, Ук 1021/6-126, Ук 821, Ук 25/15, Ук 55/15, Ук 249/15, Ук 1221/73, Ук 2124/12-132, Ук 2279/74-М700, Ук 30В/47, Дк 547/73, Ук 736/130-12, Ук 1021/6-126, Ук 1221, Ук 163/12, Ук 178/12, Ук 224/12, Ук 236/12, Ук 779/17, Ук 737/130-12, Ук 874/74МВ, Ук 1864/29, Ук 126, Чк 454/47р, Чк 1879/128, Чк 1769/29, Чк 128, Чк 1745/73-2, АФХ 1940.

Виділено лінії з джерелами цінних господарських

Таблиця 4

Результати експериментальних польових досліджень кукурудзи у досліді «Селекція ліній», 2018 р.

№ п/п	Назва	Кількість ліній	Кількість рядків	Площа рядка, м^2	Загальна площа соток	План інцухтів шт.	Фактично отримано інцухтів, шт.	% до плану
2-1	Самозапильні лінії $Ул_{17}$	6	25	4,9	1,2	140	97	69
2-2	Самозапильні лінії J_3-J_4	5	18	4,9	0,8	135	106	78
2-3	Самозапильні лінії J_3-J_5	29	140	4,9	6,8	630	544	86
2-4	Селекція ліній J_4-J_6	20	71	4,9	3,4	360	300	83
2-5	Лінії плазми Jd	10	20	4,9	0,9	60	50	83
2-6	Лінії плазми B_{73}	36	129	4,9	6,3	480	468	97
2-7	Лінії плазми $Мо_{17}$	10	33	4,9	1,6	170	152	89
2-8	Лінії плазми $Ук_{132}$	26	102	4,9	440	384	87	
2-9	Лінії змішаної плазми $Ул_{17}$	13	69	4,9	3,3	350	239	68
2-10	Плазма Італії $Ул_{17}$	2	10	4,9	0,4	50	55	110
2-11	Нові лінії $Ул_{17}$	1	3	4,9	0,1	30	22	73
2-12	Самозапильні лінії J_2	36	116	4,9	5,6	555	394	70
2-13	Самозапильні лінії J_2-J_3	11	52	4,9	2,5	165	101	61
2-14	Самозапильні лінії J_3-J_5	9	38	4,9	1,8	140	130	92
2-15	Лінії плазми B_{73}	5	18	4,9	0,8	70	60	85
2-16	Лінії плазми $Ук_{132}$	10	34	4,9	1,6	180	122	67
2-17	Лінії плазми Італія	1	4	4,9	0,2	20	19	95
2-18	Самозапильні лінії J_3	22	164	4,9	8,0	-	-	-
2-19	Самозапильні лінії J_3	11	63	4,9	3,0	155	91	58
2-19А	Нове находження	55	88	4,9	4,3	200	141	70
2-20	Цукрова і розлусна	3	116	4,9	5,6	30	41	136
2-21	Батьківські компоненти	15	188	4,9	9,2	650	495	76
Разом у досліді «Селекція ліній»					62,3	5010	4071	80
Всього по колекції і селекції ліній					122,4			
Доріжки і захисні полоси 30%					36,7			
Загальна площа під кукурудзу у 2018 р.					159,1			

Таблиця 5

Результати селекції самозапилених ліній кукурудзи, 2019 р.

№ п/п	Назва	Кількість зразків	Кількість рядків	План інцухтів, шт.	Фактично відібрано інцухтованих качанів, шт.	Відсоток добору
1-1	Колекція ліній плазми Id	8	18	110	96	87
1-2	Лінії плазми B_{73}	23	48	305	264	86
1-3	Лінії плазми $Мо_{17}$	11	22	95	79	83
1-4	Лінії плазми $Ук_{132}$	13	28	215	196	91
1-5	Невідома плазма	29	74	420	335	79
1-6	Пересів генетичної колекції урожаю	108	216	500	454	90
2-1	Самозапилені лінії різної плазми	57	285	785	698	88
2.2.2	Самозапилені лінії J_5-J_7	11	33	40	32	80
2.3	Самозапилені лінії J_5	3	12	-	-	-
2.4	Самозапилені лінії J_6	1	6	-	-	-
2.5	Самозапилені лінії J_4-J_6	5	10	35	15	42
2-6	Самозапилені лінії J_4	4	10	15	10	66
2-7	Самозапилені лінії J_3	27	87	205	125	60
2-8	Самозапилені лінії J_4	6	16	100	74	74
2-9	Самозапилені лінії J_3	11	34	280	196	70
2-10	Самозапилені лінії нового надходження	27	52	110	80	72
2-11	Нове надходження	8	34	90	57	63
2-12	Розлусна та цукрова кукурудза	4	57	30	40	133
2-13	Розмноження гібридних комбінацій	14	117	F_{320} 160	315 152	98 95
2-14	Зразки для генетичного банку	8	35	30	24	84
Всього		390	1295	F_{320} 3485	315 2927	98 83

ознак за результатами комплексного дослідження нових ліній. За ознакою «довгий качан» нами отримані нові інбредні форми кукурудзи: Ук 1864/29-132, Ук 849/29-132, Ук 237/12-17, Ук 1011/126-130, Ук 971А, Л155МВ-4, Дк 27, Дк 16, Ук 23/15, Ук 70/15, Ук 6130/17МВ, Ук 1379/14, Ук 1544/29-130, Ук 912, Ук 6130А/17, Ук 2329/17, Ук 442А, Дк 3А, Ук 1222/29, Дк 8АЗ, Ук 210/12, Ук 211/12, Ук 212/12, Ук 222/12, Ук 252/12, Ук 976, Ук 149/12, МС 244, Ук 2761/17, Ук 863, Ук 813, Ук 132зс, Чк 55. Їх рекомендовано для схрещування з іншими батьківськими формами з метою отримання гетерозисних гібридів. Адже формування елементів продуктивності визначають найбільш пластичні ознаки – число зерен у ряду, довжина качана, які гарантують формування максимальної урожайності.

Для створення скоростиглих гібридів кукурудзи південного екотипу необхідна стійкість їх вихідних форм до посухи і спеки. У світі існує лише 10% площ, де рослинам не загрожують стресові фактори, близько 26% площ зі стресами, де загрожує посуха [17]. Основними наслідками жорсткої посухи є наявність безплідних рослин та зниження величини структурних одиниць урожаю, а спеки – черезсерниця. Тому, серед новостворених ліній виділено форми, які у поєднанні з господарсько-цінними ознаками мають високу посухостійкість: Чк 637, Ук 752/73, Ук 796/126, Ук 1221/2/29, Ук 821, Ук 44/12, Ук 6130/17МВ, Ук 379/14, Ук 2279/74-М700, Ук 1902А/126, Ук 2090/29А, Ук 1886А, Ук 2761, Ук 2329/17, Ук 442А, Мейагро, Ук 950.

Потрібно відмітити, що стійкі до загущення лінії мають відповідний габітус рослин: еректоїдне розташування листя, міцне стебло, середній за величиною качан, вузький лист. Серед нових селекційних форм виділено лінії з еректоїдним розміщенням листків: Ук 1221/2/29, Ук 860, Ук 1011/126-130, Ук 971, Ук 1639/29-130, Ук 912, Ук 2026/132-29, Аргентина 07, Мейагро, W641, Ук 6130А/17МВ, Ук 1379/14, Ук 42/17, Ук 752/73, Ук 1186/130-12, Ук 2279/74-М700, ХМ 4456,Ук 30В/47, Ук 824/6-126, Ук 1902А/126, Ук 796/126, Ук 2329/17, Ук 442А, Ук 2269/132-29, Дк 16, Ук 869, Дк 8АЗ, Ук 131/12, Ук 212/12, Ук 224/12, Гк 170, МС 380СВ, Ук 637, Ук 976, Ук 779/17, Ук 144/12, Ук 1003/17-132, Дк 20. Такі лінії при оптимальній густоті формують досить високий урожай у неполивних умовах. Створення конкурентоспроможних гібридів кукурудзи з еректоїдним розміщенням листків – одне з актуальних завдань селекції посухостійких гібридів кукурудзи, стійких до загущення посівів.

Експериментально досліджено гібриди кукурудзи різних груп стиглості за комплексом показників, які впливають на отримання крохмаленосної сировини, що забезпечило виявлення найкращих із них. Це, зокрема, нові гібриди Київський 197, Черкаський 227МВ і Черкаський 287МВ. При наочному співставленні кращих гібридів кукурудзи української селекції, встановлено беззаперечну перевагу нового гібриду Черкаський 227МВ у порівнянні з гібридом Переяславський 230СВ. Зазначені гібриди належать до однієї групи стиглості та призначення, однак Черкаський 227МВ за всіма показниками перевершує Переяславський 230СВ. Зокрема, більш посухо- і жаростійкий, значно продуктивніший, а також краще втрачає вологу, що є прогресивним напрямом у селекції. Можна спрогнозувати, що ефективне вирощування гібрида кукурудзи Черкаський 227МВ розшириться на значній частині посушливих і негарантованих умов виробництва кукурудзи.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Встановлено, що при створенні нових високопродуктивних гібридів кукурудзи, необхідно добирати вихідний матеріал із врахуванням адаптивної здатності генотипів, які краще пристосовуються до змін навколишнього середовища. Використання сучасних гібридів, які мають генетично зумовлені: високий потенціал урожайності, стійкість до температурних і гідростресів, проти ураження хворобами і пошкодження фітофагами, навіть за стресових умов забезпечує отримання високих урожаїв кукурудзи.

При наочному співставленні кращих гібридів кукурудзи української селекції, встановлено беззаперечну перевагу нового гібриду Черкаський 227МВ у порівнянні з гібридом Переяславський 230СВ. Зокрема, новий гібрид Черкаський 227МВ більш посухо- і жаростійкий, значно продуктивніший, а також краще втрачає вологу, що є прогресивним напрямом у селекції. Ефективне його вирощування розшириться на значній частині посушливих і негарантованих умов виробництва кукурудзи, особливо в умовах посухи та воєнних дій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шпаар Д. Гінапп К., Дрегер Д., Захарченко А. Кукурудза: вирощування, збирання, консервування і використання. Київ : Альфа-стевія ЛТД, 2009. 398 с.
2. Бойко П. І. Кукурудза в інтенсивних сівозмінах : монографія. Київ : Урожай, 1990. 142 с.
3. Коваленко Н. П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок XXI ст.) : монографія. Київ : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.
4. Демиденко О. В., Бойко П. І., Блащук М. І., Шаповал І. С., Коваленко Н. П. Сівозміни та родючість чорнозему Лівобережного Лісостепу : монографія. Сміла : Чорнобаївське КПП, 2019. 484 с.
5. Чучмий И. П., Моргун В. В. Генетические основы и методы селекции скороспелых гибридов кукурузы. Киев : Наукова думка, 1990. 284 с.
6. Гаврилюк В. М., Загинайло М. І., Лівандовський А. А., Таганцова М. М. Динаміка сортового районування гібридів кукурудзи. *Насінництво.* 2016. № 1–3. С. 8–11.
7. Моргун В. В., Гаврилюк М. М. Клуб 100 центнерів. *Сучасні сорти й гібриди та системи живлення і захисту рослин.* Київ : Логос, 2018. 112 с.
8. Гаврилюк В. М., Загинайло М. І., Лівандовський А. А., Таганцова М. М. Динаміка сортового районування гібридів кукурудзи. *Насінництво.* 2016. № 1–3. С. 8–11.
9. Гаврилюк В. М., Блащук М. І., Семерунь Т. Б. Який гібрид вибрати. *Пропозиція.* 2018. № 2. С. 72–73.
10. Черчель В. Характеристики гібридів. Вибір оптимального типу. *Агрономія сьогодні: кукурудза.* 2019. С. 38–43.
11. Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Писаренко П. В. Кукурудза на зрошувальних землях півдня України: монографія. Херсон : Айлант, 2009. 428 с.

12. Філіпов Г. Л. Аспекти підвищення адаптивної стійкості кукурудзи в Степу. *Хранение и переработка зерна*. 2010. № 10. С. 21–23.
13. Вожегова Р. А., Влащук А. М., Дробіт О. С., Шебанін В. С., Дробітько А. В. Удосконалення елементів технології виробництва насіння високих репродукцій зернових культур на зрошуваних землях. *Аграрні інновації*. 2020. № 1. С. 84–90. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.14.
14. Ткачик С. О. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Вінниця : Нілан-ЛТД. 2016. 82 с.
15. Ткачик С. О. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових на відмінність, однорідність і стабільність. Вінниця : Нілан-ЛТД. 2016. 164 с.
16. Вихватнюк С. І., Годованюк М. Є., Гаврилюк В. М. Насіння кукурудзи: в умовах фермерського господарства. *Насінництво.* 2012. №9. С. 15–16.
17. Керечки Б., Зарич Л., Лазич-Янчич В. Некоторые физиологические показатели устойчивости кукурузы к засухе и высоким температурам. *Кукуруза и сорго.* 1994. № 4. С. 21–23.

REFERENCES:

1. Shpaar, D., Hinapp, K., Dreher, D., & Zakharchenko, A. (2009). *Kukurudza: vyroshchuvannia, zbyrannia, konservuvannia i vykorystannia [Corn: cultivation, harvesting, preservation and use].* Kyiv : Alfa-steviia LTD, 398 [in Ukrainian].
2. Boiko, P. I. (1990). *Kukurudza v intensyvnykh sivozminakh: monohrafiia [Corn in intensive crop rotations: monograph].* Kyiv : Urozhai, 142 [in Ukrainian].
3. Kovalenko, N. P. (2014). *Stanovlennia ta rozvytok naukovo-orhanizatsiinykh osnov zastosuvannia vitchyznianykh sivozmin u systemakh zemlerobstva (druha polovyna XIX – pochatok XXI st.)* [Formation and development of the scientific and organizational foundations of the application of domestic crop rotations in agricultural systems (second half of the 19th – beginning of the 21st century)]. Kyiv : TOV «Nilan-LTD», 490 [in Ukrainian].
4. Demydenko, O. V., Boiko, P. I., Blashchuk, M. I., Shapoval, I. S. & Kovalenko, N. P. (2019). *Sivozminy ta rodiuchist chornozemu Livoberezhnoho Lisostepu [Crop rotations and fertility of chernozem of the Left Bank Forest Steppe].* Smila : Chornobaivske KPP, 484 [in Ukrainian].
5. Chuchmiy, I. P., & Morgun, V. V. (1990). *Geneticheskie osnovy i metody selektsii skorospelyh gibridov kukuruzy [Genetic bases and breeding methods for early maturing corn hybrids].* Kiev : Naukova dumka, 284 [in Russian].
6. Havryliuk, V. M., Zahynailo, M. I., Livandovskyi, A. A., & Tahantsova, M. M. (2016). Dynamika sortovoho raionuvannia hibrydiv kukurudzy [Dynamics of varietal zoning of corn hybrids]. *Nasinnytstvo,* 1–3, 8–11 [in Ukrainian].
7. Morhun, V. V., & Havryliuk, M. M. (2018). *Klub 100 tsentneriv* [Club of 100 centners]. *Suchasni sorty y hibrydy ta systemy zhyvlennia i zakhystu roslyn.* Kyiv : Lohos, 112 [in Ukrainian].
8. Havryliuk, V. M., Zahynailo, M. I., Livandovskyi, A. A., & Tahantsova, M. M. (2016). Dynamika sortovoho raionuvannia hibrydiv kukurudzy [Dynamics of varietal zoning of corn hybrids]. *Nasinnytstvo,* 1–3, 8–11 [in Ukrainian].
9. Havryliuk, V. M., Blashchuk, M. I., & Semerun, T. B. (2018). Yakyi hibryd vybraty [Which hybrid to choose]. *Propozytsiia,* 2, 72–73 [in Ukrainian].
10. Cherchel, V. (2019). Kharakterystyky hibrydiv. Vybir optymalnoho typu [Characteristics of hybrids. Choosing the optimal type]. *Ahronomiia sohodni: kukurudza,* 38–43 [in Ukrainian].
11. Lavrynenko, Yu. O., Kokovikhin, S. V., & Pysarenko, P. V. (2009). *Kukurudza na zroshuvalnykh zemliakh pivdnia Ukrainy* [Corn on irrigated lands of southern Ukraine]. Kherson : Ailant, 428 [in Ukrainian].
12. Filipov, H. L. (2010). Aspekty pidvyshchennia adaptyvnoi stiikosti kukurudzy v Stepu [Aspects of increasing the adaptive resistance of corn in the Steppe]. *Khranenie i pererabotka zerna,* 10, 21–23 [in Ukrainian].
13. Vozhehova, R. A., Vlashchuk, A. M., Drobit, O. S., Shebanin, V. S., & Drobitko, A. V. (2020). Udoskonalennia elementiv tekhnolohii vyrobnytstva nasinnia vysokykh reproduktsii zernovykh kultur na zroshuvanykh zemliakh [Improvement of the elements of technology for the production of seeds of high reproduction of grain crops on irrigated lands]. *Ahrarni innovatsii,* 1, 84–90. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.14 [in Ukrainian].
14. Tkachyk, S. O. (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methodology for examination of plant varieties of the cereal, grain and leguminous group for suitability for distribution in Ukraine].* Vinnytsia : Nilan-LTD, 82 [in Ukrainian].
15. Tkachyk, S. O. (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovykh na vidminnist, odnoridnist i stabilnist [Methodology of examination of plant varieties of the cereal group for distinction, homogeneity and stability].* Vinnytsia : Nilan-LTD, 164 [in Ukrainian].
16. Vykhvatniuk, S. I., Hodovaniuk, M. Ye., & Havryliuk, V. M. (2012). Nasinnia kukurudzy: v umovakh fermerskoho hospodarstva [Corn seeds: in farming conditions]. *Nasinnytstvo,* 9, 15–16 [in Ukrainian].
17. Kerechky, B., Zarych, L., & Lazych-Yanchych, V. (1994). Nekotorye fiziolohicheskie pokazateli ustoichivosti kukuruzy k zasukhe i vysokim temperaturam [Some physiological indicators of maize resistance to drought and high temperatures]. *Kukuruza i sorho,* 4, 21–23 [in Russian].

Гаврилюк В.М., Коваленко Н.П., Кривенко А.І., Орехівський В.Д., Вакуленко В.В. Ефективність вирощування високопродуктивних гібридів кукурудзи з підвищеним адаптивним потенціалом до несприятливих умов довкілля

Мета. Удосконалити елементи технології вирощування сучасних стійких до посухи, хвороб та шкідників, з високою насіннєвою продуктивністю гібридів кукурудзи та дослідити їх реакцію на несприятливі умови навколишнього середовища в Україні. **Методи.** Дослідження виконували в опорному пункті Інституту фізіології рослин і генетики Національної академії наук України – Благовіщенській філії Державного підприємства «Центр сертифікації та експертизи насіння і садивного матеріалу», яка знаходиться у південній частині Правобережного Лісостепу та Північному Степу України. Планування та виконання досліджень здійснювали згідно із загально-

прийнятими методиками виконання польового досліду, методиками Державного сортовипробування сільськогосподарських культур. **Результати.** Відібрано нові лінії кукурудзи, стійкі до пухирчастої сажки: Ук 976/126, Ук 912/17, Ук 937-2/132, Ук 187/12-73, Ук 796/126, Ук 849/29-132. Отримано інбредні лінії за ознакою «довгий качан»: Чк 6128, Дк 16/17, Дк 8А3, Ук 813/73, Чк 55, Дк 27, А 155/4МВ, Ук 132зс. Їх рекомендовано для схрещування з іншими батьківськими формами з метою отримання гетерозисних гібридів. Виділено високопродуктивні лінії з багаторядним качаном: Ук 126, Чк 454/47р, Чк 1879/128, Чк 1769/29, Чк 128, Чк 1745/73-2. Лінії цієї групи репрезентують виключно перспективний напрям у селекції високопродуктивних гетерозисних гібридів кукурудзи. За ознакою «висока посухостійкість» відібрано лінії: Ук 950, Чк 637, Ук 1379/14, Ук 442А/17. Виділені інбредні лінії доцільно використовувати в селекційних програмах схрещувань з метою отримання гетерозисних посухостійких гібридів кукурудзи. Встановлено беззаперечну перевагу нового гібриду кукурудзи Черкаський 227МВ у порівнянні з гібридом Переяславський 230СВ. Зокрема, його більшу посухо- і жаростійкість, вищу продуктивність, а також швидшу втрату вологи, що є прогресивним напрямом у селекції. Важливим є розширення його вирощування на значній частині посушливих і негарантованих умов виробництва кукурудзи, особливо в умовах посухи та воєнних дій. **Висновки.** Встановлено, що при створенні нових високопродуктивних гібридів кукурудзи, необхідно добирати вихідний матеріал із врахуванням адаптивної здатності генотипів, які краще пристосовуються до змін навколишнього середовища. Використання сучасних гібридів, які мають генетично зумовлені: високий потенціал урожайності, стійкість до температурних і гідростресів, проти ураження хворобами і пошкодження фітофагами, навіть за стресових умов забезпечує отримання високих урожаїв кукурудзи.

Ключові слова: гібриди кукурудзи, селекція, інбредні лінії, стійкість до хвороб, посухостійкість, урожайність.

Gavrylyuk V.M., Kovalenko N.P., Kryvenko A.I., Orekhivskyi V.D., Vakulenko V.V. The efficiency of growing high-yielding corn hybrids with increased adaptive potential to adverse environmental conditions

Purpose. To improve the elements of the technology of growing modern drought-resistant, disease- resistant and pest-resistant, high-seeded corn hybrids and to investigate their reaction to adverse environmental conditions in Ukraine. **Methods.** The research was carried out at the reference point of the Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine – the Blagovishchensk branch of the State Enterprise «Center for Certification and Examination of Seeds and Planting Material», which is located in the southern part of the Right Bank Forest Steppe and the Northern Steppe of Ukraine. The planning and implementation of research was carried out in accordance with generally accepted methods of conducting field experiments, methods of State variety testing of agricultural crops. **Results.** New corn lines resistant to blistering slag were selected: Uk 976/126, Uk 912/17, Uk 937-2/132, Uk 187/12-73, Uk 796/126, Uk 849/29-132. Inbred lines were obtained for the trait «long head»: Chk 6128, Dk 16/17, Dk 8A3, Uk 813/73, Chk 55, Dk 27, A 155/4MV, Uk 132zs. They are recommended for crossing with other parental forms in order to obtain heterozygous hybrids. Highly productive lines with a multi-row cob were selected: Uk 126, Chk 454/47r, Chk 1879/128, Chk 1769/29, Chk 128, Chk 1745/73-2. The lines of this group represent an extremely promising direction in the selection of high-yielding heterosis hybrids of corn. The following lines were selected for «high drought resistance»: Uk 950, Chk 637, Uk 1379/14, Uk 442A/17. The isolated inbred lines should be used in breeding programs of crossings with the aim of obtaining heterosis drought-resistant corn hybrids. The indisputable superiority of the new Cherkaskyi 227MV corn hybrid compared to the Pereyaslavskyi 230SV hybrid has been established. In particular, its greater drought and heat resistance, higher productivity, as well as faster moisture loss, which is a progressive direction in breeding. It is important to expand its cultivation in a significant part of arid and non-guaranteed corn production conditions, especially in conditions of drought and military operations. **Findings.** It was established that when creating new high-yielding hybrids of corn, it is necessary to select the source material taking into account the adaptive capacity of genotypes that better adapt to environmental changes. The use of modern hybrids that have genetically determined: high yield potential, resistance to temperature and water stress, against damage by diseases and damage by phytophages, even under stressful conditions ensures high yields of corn.

Key words: corn hybrids, selection, inbred lines, resistance to diseases, drought resistance, productivity.

УДК 581.557:632.3/.4:633.854.78
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.16

ЕФЕКТ СИМБІОЗУ ГРИБІВ І БАКТЕРІЙ З КОРЕНЕВОЮ СИСТЕМОЮ РОСЛИН СОНЯШНИКУ ОДНОРІЧНОГО HELIANTHUS ANNUUS L.

ДИМИТРОВ С. Г. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-0377-9596
Український інститут експертизи сортів рослин

Постановка проблеми. Однією із світових проблем XXI ст. є глобальна енергетична криза. У зв'язку з цим важливого значення набувають дослідження, які направлені на поліпшення стабільності сільськогосподарського виробництва і зниження його втрат [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У зв'язку зі значним впливом мікоризоутворювальних грибів на рослину-господаря останнім часом активно розвивається напрям біотехнології, пов'язаний із застосуванням інокулянтів цих організмів у сільському господарстві в якості біопрепаратів-підсилювачів росту та розвитку рослин [3; 4].

Для цього використовують симбіотичні мікроорганізми з різною домінуючою функцією: мікоризоутворення, азотфіксацією, фосфатмобілізацією, захистом від фітопатогенів тощо, що сприяє покращенню їх живлення та зменшенню пестицидного навантаження на агроценози [5].

Серед мікроорганізмів особливе місце належить грибам арбускулярної мікоризи (АМ), які мають багатофункціональний характер впливу на рослини. Вони передусім сприяють збільшенню поглинальної здатності кореневої системи, що підсилює інтенсивність засвоєння сполук біогенних елементів і послаблює негативний вплив посухи та засолення ґрунтів [6].

Для рослин вода є найважливішим ресурсом і умовою існування. Водне середовище необхідне для протікання всіх типів біохімічних реакцій, які мають місце в рослинах [7].

Зміни водного балансу рослин обумовлено нестійкістю різних факторів середовища, що відтворюється на інтенсивності проходження фізіологічних процесів, які визначають формування врожаю і його якості [2].

Зменшення вмісту води викликає цілий ряд біохімічних реакцій в рослині, що природно позначається на процесі фотосинтезу. При незначній втраті води, як це встановила В. Н. Брилліант, відбувається деяке підвищення інтенсивності фотосинтезу. Це явище одержало назву «феномен Брилліант». Подальше обезводнення позначається вже несприятливо на даному процесі [8].

В усіх зелених рослин тільки частина сонячної енергії, що поглинається, витрачається на фотосинтез, а значна її частка лише нагріває листки рослин. Перешкоджає перегріванню випаровування води з поверхні листя – транспірація [9].

Рослина починає витрачати вологу з моменту проростання насіння. Проте її витрата на даному етапі в цілому незначна. Багато вологи рослина починає вбирати після появи сходів, причому майже вся вона йде на випаровування (транспірацію) [10].

За нестачі води біосинтез хлорофілу загальмовується. У посуху часто відбувається руйнація хлорофілу. Пожовтіння листків при сильних посухах є звичайним зовнішнім проявом водного дефіциту [11].

Стресова дія посухи і недостатня аерація ґрунту індукують зниження вмісту води в тканинах рослин, що призводить до уповільнення або припинення їх росту, побуріння, засихання та опадання листків. Водночас відбувається масове відмирання дрібних коренів і гальмування приростів як за дії посухи, так і після неї [12].

Використання мікоризоутворювальних грибів сприяє кращому вологозабезпеченню рослин, а відтак і поживними речовинами. Результати наших досліджень підтверджують висновки ряду авторів про те, що симбіоз грибів і бактерій з кореневою системою рослин сприяє покращенню їх росту та розвитку і підвищенню продуктивності. Зокрема в роботі Полякова О. І. (2011 р.) вказується на те, що використання окремих видів грибів викликає симбіотичний ефект з кореневою системою рослин, що позитивно позначається на їх рості та розвитку і відповідає нашим даним [13].

Мета досліджень – встановити ефект симбіозу мікоризоутворювальних грибів і азотфіксуючих бактерій з кореневою системою рослин соняшнику однорічного у покращенні їх росту та розвитку та підвищені продуктивності.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили з соняшником однорічним Helianthus annuus *L.* Досліди закладались в Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України в умовах Веселоподільської дослідно-селекційної станції (ВПДСС), яка знаходиться на Лівобережжі Дніпра в зоні типового Лісостепу. У ґрунтовому покриві переважають чорноземи солонцюваті, слабосолонцюваті та глибоко слабосолонцюваті.

Досліди проводили у польовій сівозміні в 4-х кратній повторності, розмір облікової ділянки 25 м^2. Для дослідів використовували гриби везикулярно-арбускулярної мікоризації Tuber melanosporum VITTAD. (препарат Міковітал) та *Glomus* VS і *Trichoderma harzianum* RIFAI (препарат Мікофренд) та бактерії Bucillus subtilis Cohn. (препарат Флоробацилін).

Відповідно до програми досліджень визначали масу листків і кореневої системи, площу листкової поверхні на 30, 60 і 90 дні вегетації, вологоутримуючу здатність ґрунту, його агрегатний стан та врожайність.

Зокрема, для встановлення обводненості листків рослин соняшнику однорічного через визначення їх маси проводили збір через 30, 60 і 90 днів вегетації. Відбирали по 100 листків у кожному варіанті (по 25 листків з кожної

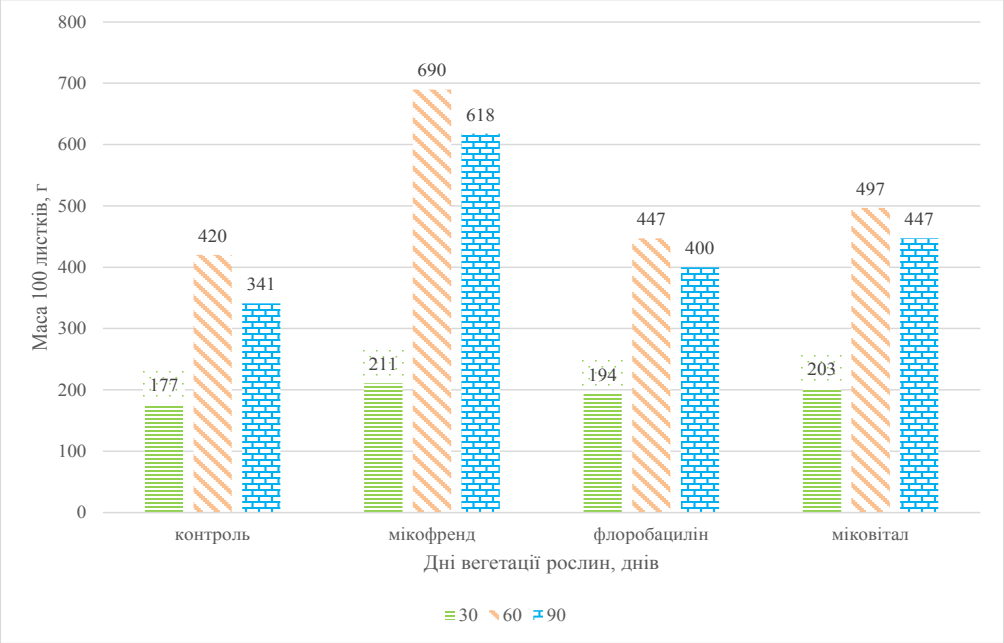


Рис. 1. Маса листків рослин соняшнику залежно від використання мікоризоутворювальних грибів та азотфіксуючих бактерій, ВПДСС, 2017–2019 рр.

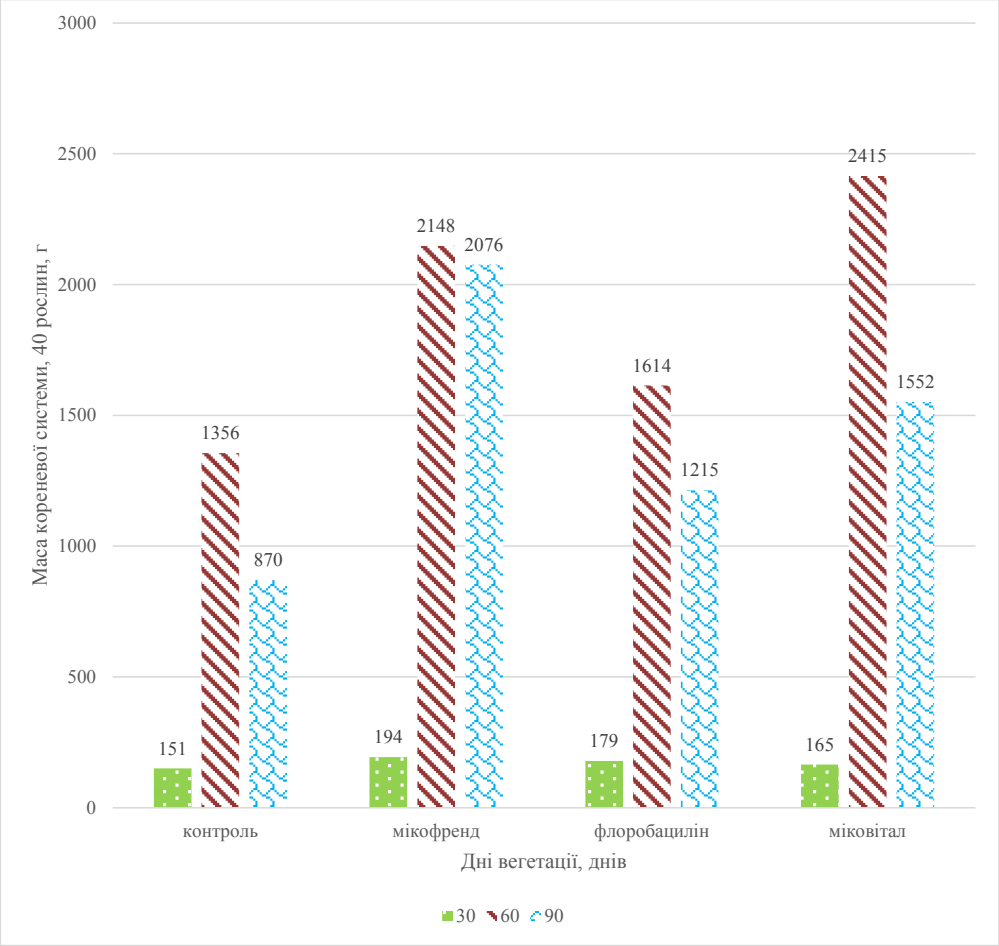


Рис. 2 Маса кореневої системи рослин соняшника залежно від використання мікоризоутворювальних грибів та азотфіксуючих бактерій, ВПДСС, 2017–2019 рр.

Таблиця 1

Площа листкової поверхні рослин соняшника за симбіозу грибів і бактерій з його кореневою системою, ВПДСС, 2017–2019 р.р.

Дні вегетації	Площа листкової поверхні										НІР$_0$ 5
	контроль, тис. м^2/га	мікофренд			флоробацилін			міковітал			
		тис. м^2/г а	+- до контролю		тис. м^2/г а	+- до контролю		тис. м^2/г а	+- до контролю		
			тис. м^2/г а	%		тис. м^2/г а	%		тис. м^2/г а	%	
30	4,26	5,14	0,88	20,5	4,68	0,41	9,7	4,80	0,54	12,6	0,39
60	24,2	41,2	17,0	70,0	28,5	4,27	17,6	32,6	8,38	34,6	3,42
90	14,2	29,4	15,2	106,4	21,0	6,77	47,5	26,2	12,0	84,0	2,89

повторності) і не пізніше години зважували на лабораторних вагах. Отриманні дані обробили з використанням методів статистичного обрахунку [14; 15].

Для визначення маси кореневої системи рослин соняшнику однорічного на захисній смузі відбирали у кожній повторності по 10 рослин у ці ж терміни. Кореневу систему викопували на глибину 30 см, обрізали до кореневої шийки, очищали від землі, промивали водою, висушували упродовж 1 години, зважували на лабораторних вагах.

Площу листкової поверхні соняшнику однорічного також визначали на 30, 60 і 90 день вегетації рослин за методикою Ничипоровича А. О. [16], а також використовуючи програмне забезпечення «Petiole» [17; 18; 19].

Визначали вологоутримуючу здатність ґрунту за використання мікоризоутворювальних грибів. Для цього на кожній повторності через 30, 60 і 90 днів вегетації рослин відбирали по одному зразку ґрунту на глибині 30 см у бювети, зважували на лабораторних вагах і поміщали у сушильну шафу за температури 100°С на

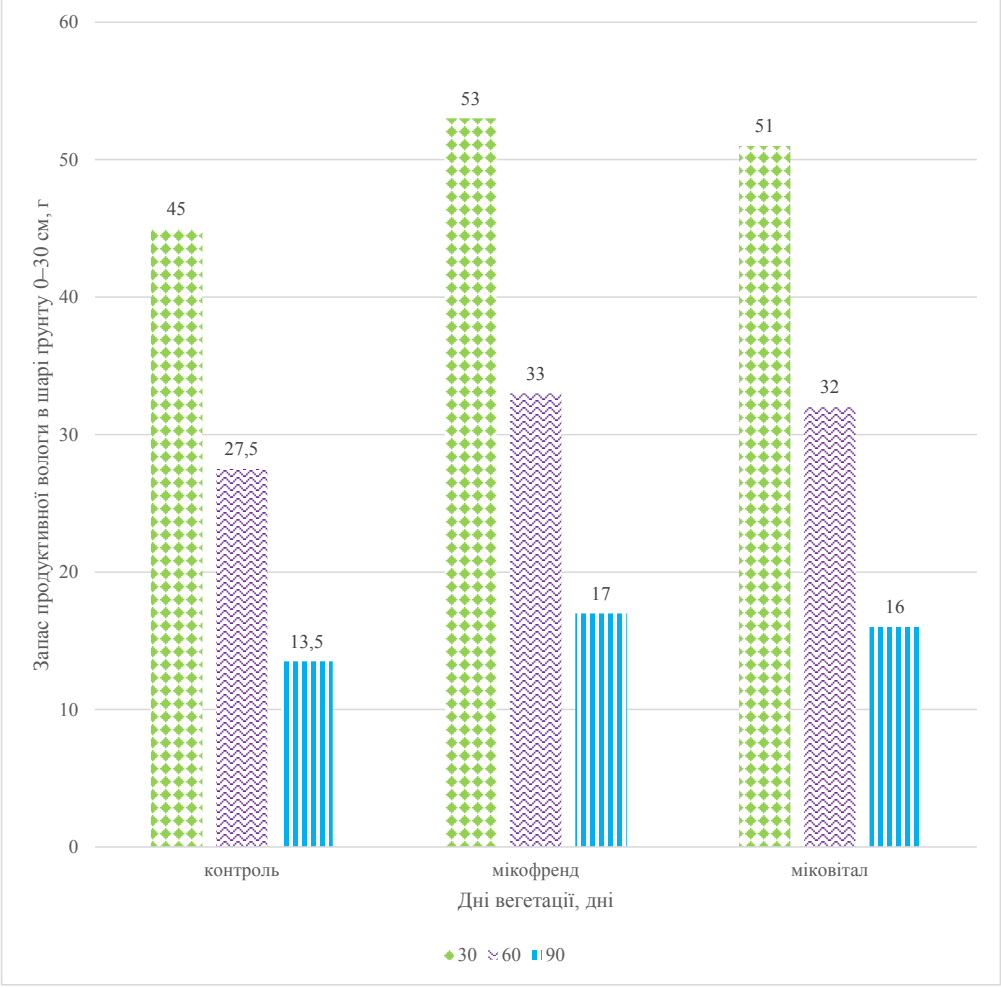


Рис. 3. Вологоутримуюча здатність ґрунту за симбіозу грибів з кореневою системою рослин соняшнику, ВПДСС, 2017–2019 рр.

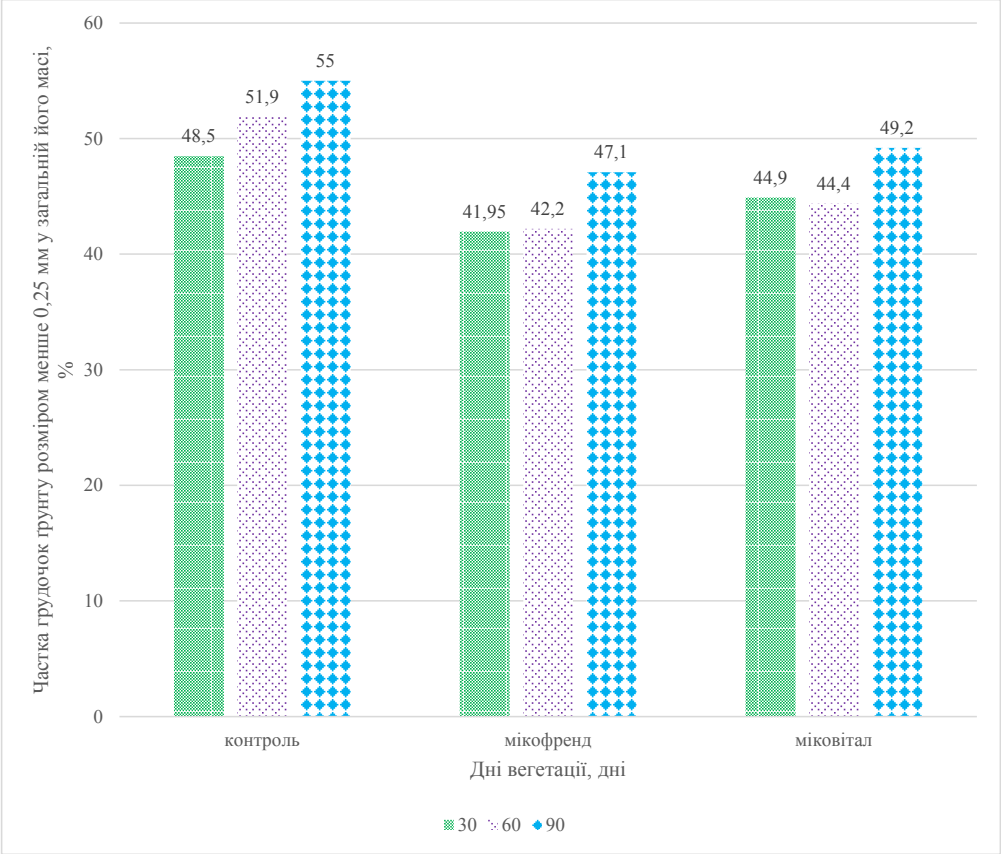


Рис. 4. Агрегатний стан ґрунту за використання мікоризоутворювальних грибів у посівах соняшника, ВПДСС, 2017– 2019 рр.

60 хв. і повторно зважували. За різницею у масі землі до висушування і після цього визначали цей показник.

Встановлювали агрегатний стан ґрунту. Для цього на кожній повторності відбирали 100–150 г. ґрунту, зважували на лабораторних вагах, просівали на ситах і визначали частку фракції менше 0,25 мм у загальний його масі.

Результати досліджень. Отримані дані за 2017–2019 рр. свідчать про те, що мікоризоутворювальні гриби та азотфіксуючі бактерії за їх симбіозу із корінням рослин соняшнику сприяють покращенню їх росту та розвитку порівняно з контролем. Зокрема, у цих варіантах відмічається значне збільшення маси листків і кореневої системи, а також площі листкового апарату рослин цієї культури упродовж усіх термінів обліків порівняно з контролем.

Так, маса 100 листків соняшника через 30 днів вегетації рослин у варіантах з грибами *Glomus* VS і *Trichoderma harzianum* Rifai. та *Tuber melanosporum* Vittad. і бактеріями *Bacillus subtilis* Cohn. була на 17–34 г більшою порівняно з контролем. На 60 і 90 дні вегетації ці показники були більшими від контрольних на 9,9–81,3%, що позитивно вплинуло на фотосинтез та накопичення сухої речовини (Рис. 1).

Подібна тенденція відмічається щодо маси кореневої системи рослин соняшнику. Як свідчать дані рисунку 2, цей показник у всі терміни обліків перевищує контрольні на 8,7–138,8%, що в свою чергу сприяє кращій забезпеченості рослин вологою та поживними речовинами і таким чином дозволяє їм конкурувати з бур'янами за використання сонячної енергії та інших засобів існування.

Таблиця 2

Урожайність насіння соняшнику за симбіозу грибів і бактерій з його кореневою системою, ВПДСС, 2017–2019 рр.

Роки	Урожайність, т/га										НІР$_{05}$
	контроль, т/га	мікофренд			флоробацилін			міковітал			
		т/га	+- до контролю	%	т/га	+- до контролю	%	т/га	+- до контролю	%	
2017	2,34	2,95	+0,61	26,0	2,40	+0,05	2,5	2,83	+0,48	20,6	0,03
2018	2,76	3,09	+0,33	12,0	2,98	+0,22	8,0	3,00	+0,24	8,7	0,04
2019	1,49	2,28	+0,79	53,0	1,96	+0,47	31,5	2,12	+0,63	42,3	0,04
середня	**2,13**	**2,69**	**+0,58**	**27,2**	**2,45**	**+0,25**	**10,2**	**2,65**	**+0,45**	**16,9**	

У цих варіантах також значно переважають показники контролю і площа листкової поверхні рослин соняшнику (Табл. 1). Так, за використання грибів *Glomus* VS і *Trichoderma harzianum* RIFAI. (препарат Мікофренд) площа листкової поверхні рослин становила 5,14–41,18 тис. м^2/га, що на 20,5–104,6 % більше ніж у контролі. За використання гриба *Tuber melanosporum* VITTAD. (препарат Міковітал) площа листкової поверхні рослин дорівнювала 4,80–32,60 тис. м^2/га, або була більшою від контролю на 12,6–84,0 %. На ділянках з використанням бактеріального препарату Флоробацилін площа листкової поверхні рослин становила 4,68–28,5 тис. м^2/га, що на 9,7–47,5 % більше від контролю.

Крім досліджень щодо впливу грибів і бактерій на ріст та розвиток рослин соняшнику нами визначалось вологоутримуюча здатність ґрунту та його агрегатний стан у посівах цієї культури. Встановлено, що у варіантах з мікоризоутворювальними грибами вологоутримуюча здатність ґрунту була на 13,4–33,3% вищою, а частка грудочок розміром менше 0,25 мм на 3,6–9,7% меншою ніж у контролі (Рис. 3, 4).

Ці показники свідчать про те, що під впливом мікоризоутворювальних грибів змінюється агрегатний стан ґрунту і його вологоутримуюча здатність. З літературних джерел відомо [20–22], що ці зміни відбуваються у першу чергу за рахунок створення міцеальної сітки і утворення клеючого компонента глюкопротеїну-гломатину який заключає частину, пилуватої фракції грунту і таким чином збільшує частку грудочок розміром 0,25–10,0 мм.

Результати досліджень показали, що допосівне нанесення на насіння соняшнику мікоризоутворювальних грибів і азотфіксувальних бактерій сприяє підвищенню його продуктивності.

Так, урожайність насіння цієї культури у варіантах з грибами *Glomus* VSi і *Trichoderma harzianum* RIFAI. і *Tuber melanosporum* VITTAD. (препарати Мікофренд і Міковітал) та бактерій *Bacillus subtilis* Cohn. (препарат Флоробацилін) вища від показників контролю на 0,25–0,58 т/га або на 10,2–27,2 % (Табл. 2).

Результати наших досліджень співпадають з висновками Вінічука М. про те, що збільшення об'єму ризосферного ґрунту відбувається за рахунок симбіозу живих організмів з кореневою системою рослин, що в свою чергу істотно впливає на їх площу листкової поверхні та вологоутримуючу здатність і агрегатний стан ґрунту.

Висновки. Використання мікоризоутворювальних грибів і азотфіксуючих бактерій за допосівного нанесення їх на насіння соняшнику сприяють збільшенню маси кореневої системи і листків, покращенню вологоутримуючої здатності та агрегатного стану ґрунту і зростанню врожайності рослин соняшнику *Helianthus annuus* L.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Романенко С. М. Актуальні питання забезпечення екологічної безпеки сільськогосподарської продукції та реалізації законодавства про органічне виробництво. *Органічне виробництво і продовольча безпека* : матер. III Міжнар. наук.-практ. конф., м. Житомир, 23 квіт. 2015 р. Житомир : Полісся, 2015. С. 186–194.
2. Маменко Т. П., Ярошенко Е. А., Якимчук Р. А. Водный статус и продуктивность озимой пшеницы при действии засухи и салициловой кислоты. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2009. Т. 41, № 5. С. 447–453.
3. Bauma C., El-Tohamy W., Gruda N. Increasing the productivity and product quality of vegetable crops using arbuscular mycorrhizal fungi: a review. *Science Horticulturae*. 2015. Vol. 187. P. 131–141. doi: 10.1016/j.scienta.2015.03.002
4. The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments / Nadeem S. M. et al. *BiotechnologyAdvances*. 2014. Vol. 32, Iss. 2. P. 429–448. doi: 10.1016/j.biotechadv.2013.12.005
5. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика : монографія / Волкогон В. В. та ін. ; за ред. В. В. Волкогона. Київ : Аграрна наука, 2006. 312 с.
6. Smith S. E. Mycorrhizal symbiosis. 3nd ed. London : Academic Press, 2008. 815 p. doi: 10.1016/B978-0-12-370526-6.X5001-6
7. Ковалевський С. Б., Кривохатько Г. А. Посухостійкість та водоутримувальна здатність рослин *Thuja occidentalis* L. та її культиварів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Т. 28, № 2. С. 77–80. doi: 10.15421/40280214
8. Розумова С. Г. Екологія рослин з основами ботаніки та фізіології : Конспект лекцій. Одеса, 2013. С. 119.
9. Скляр В. Г., Злобін Ю. А. Екологічна фізіологія рослин : підручник / за заг. ред. Ю. А. Злобіна. Суми : Університетська книга, 2015. 271 с.
10. Камінський В. Ф., Гангур В. В. Динаміка продуктивності вологи в ґрунті за вирощування пшениці озимої в сівозмінах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 3. С. 11–14. doi: 10.31210/visnyk2018.03.01
11. Присяжнюк О. І., Коровко І. І. Динаміка вмісту хлорофілів у листках цукрових буряків. *Новітні агротехнології*. 2015. № 1. doi: 10.21498/na.1(3).2015.118908
12. Колесніченко О. В. Анатомо-морфологічна будова листків *Castanea sativa* Mill. як фактор стабілізації водного режиму рослин в умовах посухи. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2015. № 5. URL: https://nd.nubip.edu.ua/2015_5/31.pdf
13. Поляков О. І. Агротехнічні і біокліматичні особливості формування урожайності і якості насіння соняшнику, сої, льону, кунжуту, рижію, молочаю в Південному Степу України : автореф. дис. … д-ра с.-г. наук : 06.01.09 / Ін-т сіл. госп-ва степ. зони НААН України. Дніпропетровськ, 2011. 38 с.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
15. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології : навч. посіб. / Царенко О. М. и др. Суми : Університетська книга, 2000. 203 с.
16. Ничипорович А. А., Куперман Ф. М. Фотосинтез и вопросы повышения урожайности растений. *Вестник с.-х. науки.* 1966. № 2. С. 1–12.
17. Petiole – Petiole Leaf Area Meter (Версия 2.0.1) : Мобильное прикладное программное обеспечение. URL: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.petioleapp.petiole

18. Polunina O. V., Maiboroda V. P., Seleznov A. Y. Evaluation methods of estimation of young apple trees leaf area. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 2. С. 80–83. doi: 10.31395/2310-0478-2018-21-80-82
19. Вплив світлового режиму на ростові параметри та пігментний склад культивованих *in vitro* рослин *Gentiana lutea* / Грицак Л. Р. та ін. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2018. Т. 9, № 2. С. 258–266. doi: 10.15421/021838
20. Kough J. L., Molina R., Linderman R. G. Mycorrhizal responsiveness of *Thuja*, *Calocedrus*, *Sequoia*, and *Sequoiadendron* species of western North America. *Canadian Journal Forest Research*. 1985. Vol. 15, Iss. 6. P. 1049–1054. doi: 10.1139/x85-170
21. Newman E. I., Reddell P. The distribution of mycorrhizas among families of vascular plants. *New Phytologist*. 1987. Vol. 106, Iss. 4. P. 745–751. doi: 10.1111/j.1469-8137.1987.tb00175.x
22. Wolff J. O. An evolutionary and behavioral perspective on dispersal and colonization of mammals in fragmented landscapes. *Mammal Community Dynamics: Management and Conservation in the Coniferous Forests of Western North America* / C. Zabel, R. Anthony (Eds.). Cambridge : Cambridge University Press. P. 614–630. doi: 10.1017/CBO9780511615757.019
23. Віннічук М. Мікоризація соняшнику арбускулярним мікоризним грибом *Funneliformis mosseae* та її вплив на перехід радіоцезію із ґрунту в рослину. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2016. Вип. 72. С. 110–119.

REFERENCES:

1. Romanenko, S. M. (2015). Aktualni pytannia zabezpechennia ekolohichnoi bezpeky silskohospodarskoi produktsii ta realizatsii zakonodavstva pro orhanichne vyrobnytstvo [Actual issues of ensuring environmental safety of agricultural products and implementation of legislation on organic production]. In *Orhanichne vyrobnytstvo i prodovolcha bezpekamep: materialy III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii* [Organic production and food safety: materials of the III International Scientific and Practical Conference] (pp. 186–194). Zhytomyr: Polissia. [in Ukrainian].
2. Mamenko, T. P., Yaroshenko, E. A., & Yakymchuk, R. A. (2009). Vodnyi status i produktyvnist ozymoi pshenytsi za dii posukhy ta salitsylovoi kysloty [Water status and yield of winter wheat under the drought and salicylic acid actions]. *Physiology and Biochemistry of Cultivated Plants*, 41(5), 447-453. [in Ukrainian].
3. Baum, C., El-Tohamy, W., & Gruda, N. (2015). Increasing the productivity and product quality of vegetable crops using arbuscular mycorrhizal fungi: a review. *Science Horticulturae*, 187, 131-141. doi: 10.1016/j.scienta.2015.03.002
4. Nadeem, S. M., Ahmad, M., Zahir, Z. A., Javaid, A., & Ashraf, M. (2014). The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments. *Biotechnology Advances*, 32(2), 429-448. doi: 10.1016/j.biotechadv.2013.12.005
5. Volkohon, V. V., Nadkernychna, O. V., Kovalevska, T. M., Tokmakova, L. M., Kopylov, Ye. P., Kozar, S. F., … Khalep, Yu. M. (2006). *Mikrobni preparaty u zemlerobstvi. Teoriia i praktyka: monohrafiia* [Microbial preparations in agriculture. Theory and practice: monograph]. V. V. Volkohon (Ed.). Kyiv: Ahrarna nauka. [in Ukrainian].
6. Smith, S. E. (2018). *Mycorrhizal symbiosis* (3nd ed.). London : Academic Press. doi: 10.1016/B978-0-12-370526-6.X5001-6
7. Kovalevskii, S. B., & Kryvokhatko, H. A. (2018). Drought resistance and water retention capacity of plants of *Th. occidentalis* L. and its cultivars. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(2), 77-80. doi: 10.15421/40280214. [in Ukrainian].
8. Rozumova, S. H. (2013). *Ekolohiia roslyn z osnovamy botaniky ta fiziolohii: Konspekt lektsii* [Ecology of plants with the basics of botany and physiology: Synopsis of lectures] (p. 119). Odesa: N.p. [in Ukrainian].
9. Skliar, V. H., & Zlobin, Yu. A. (2015). *Ekolohichna fiziolohiia roslyn: pidruchnyk* [Ecological physiology of plants: a textbook]. Yu. A. Zlobin (Ed.). Sumy: Universytetska knyha. [in Ukrainian].
10. Kaminskyi, V. F., & Hanhur, V. V. (2018). Dynamika produktyvnosti volohy v grunti za vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi v sivozminakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Dynamics of productive moisture in the soil for the cultivation of winter wheat in the crop rotations of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 11-14. doi: 10.31210/visnyk2018.03.01. [in Ukrainian].
11. Prysiazhniuk, O. I., & Korovko, I. I. (2015). Dynamic pattern of chlorophyll content in the leaves of sugar beet. *Advanced Agritechnologies*, 1. doi: 10.21498/na.1(3).2015.118908. [in Ukrainian].
12. Kolesnichenko, O. V. (2015). Anatomo-morfolohichna budova lystkiv *Castanea sativa* Mill. yak faktor stabilizatsii vodnoho rezhymu roslyn v umovakh posukhy [Anatomical and morphological structure of leaves *Castanea sativa* Mill. as a factor in the stabilization of the water regime of plants under drought conditions]. *Scientific reports of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 5. Retrieved from https://nd.nubip.edu.ua/2015_5/31.pdf. [in Ukrainian].
13. Poliakov, O. I. (2011). *Ahrotekhnichni i bioklimatychni osoblyvosti formuvannia urozhainosti i yakosti nasinnia soniashnyku, soi, lonu, kunzhutu, ryzhiiu, molochaiu v Pivdennomu Stepu Ukrainy* [Agrotechnical and bioclimatic features of formation of yield and seed quality of sunflower, soybean, flax, sesame, rye, milkweed in the Southern Steppe of Ukraine] (Abstract of Dr. Sci. (Agric.) Diss.). Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the NAAS of Ukraine, Dnipropetrovsk. [in Ukrainian].
14. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)] (5th ed., rev. and enl.). Moscow: Agropromizdat. [in Russian].
15. Tsarenko, O. M., Zlobin, Yu. A., Skliar, V. H., & Panchenko, S. M. (2000). *Kompiuterni metody v silskomu hospodarstvi ta biolohii: navchalnyi posibnyk* [Computer Methods in Agriculture and Biology: A Study Guide]. Sumy: Universytetska knyha. [in Ukrainian].
16. Nichiporovich, A. A., & Kuperman, F. M. (1966). Fotosintez i voprosy povysheniya urozhaynosti rasteniy [Photosynthesis and problems of increasing plant productivity]. *Bulletin of Agricultural Science*, 2, 1-12. [in Russian].

17. Petiole – Petiole Leaf Area Meter (Version 2.0.1): Mobile application software. Retrieved from https://play.google.com/store/apps/details?id=com.petioleapp.petiole [in Russian].
18. Polunina, O. V., Maiboroda, V. P., & Seleznov, A. Y. (2018). Evaluation methods of estimation of young apple trees leaf area. *Bulletin of Unan National University of Horticulture*, 2, 80-83. doi: 10.31395/2310-0478-2018-21-80-82. [in Ukrainian].
19. Hrytsak, L. R., Herts, A. I., Nuzhyna, N. V., Cryk, M. M., Shevchenko, V. V., & Drobyk, N. M. (2018). Vplyv svitlovoho rezhymu na rostovi parametry ta pihmentnyi sklad kultyvovanykh *in vitro* roslyn *Gentiana lutea* [The influence of light regime on the growth data and pigment composition of the plant *Gentiana lutea* cultured *in vitro*]. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 9(2), 258-266. [in Ukrainian].
20. Kough, J. L., Molina, R., & Linderman, R. G. (1985). Mycorrhizal responsiveness of *Thuja*, *Calocedrus*, *Sequoia*, and *Sequoiadendron* species of western North America. *Canadian Journal Forest Research*, 15(6), 1049-1054. doi: 10.1139/x85-170
21. Newman, E. I., & Reddell, P. (1987). The distribution of mycorrhizas among families of vascular plants. *New Phytologist*, 106(4), 745-751. doi: 10.1111/j.1469-8137.1987.tb00175.x
22. Wolff, J. (2003). An evolutionary and behavioral perspective on dispersal and colonization of mammals in fragmented landscapes. In C. Zabel, & R. Anthony (Eds.), *Mammal Community Dynamics: Management and Conservation in the Coniferous Forests of Western North America* (pp. 614- 630). Cambridge : Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9780511615757.019
23. Vinichuk, M. (2016). Mikoryzatsiia soniashnyku arbuskuliarnym mikoryznym hrybom *Funneliformis mosseae* ta yii vplyv na perekhid radiotseziiu iz gruntu v roslynu [Sunflower mycorrhization by arbuscular mycorrhizal fungus *Funneliformis mosseae* and its impact on radicesium uptake by plants]. *Visnyk of the Lviv University. Series Biology*, 72, 110-119. [in Ukrainian].

Димитров С.Г. Ефект симбіозу грибів і бактерій з кореневою системою рослин соняшнику однорічного *Helianthus annuus* L.

Мета. Встановити ефект симбіозу мікоризоутворювальних грибів і азотфіксуючих бактерій з кореневою системою рослин соняшнику однорічного у покращені їх росту і розвитку та підвищенні продуктивності. **Методи.** Польові, лабораторні, статистичні. **Результати.** За використання мікоризоутворювальних грибів і азотфіксуючих бактерій отримано позитивні результати щодо їх впливу на ріст та розвиток рослин соняшнику і формування врожаю насіння соняшникуа. Зокрема, площа його листкової поверхні у варіантах з грибами *Glomus* VS і *Trichoderma harzianum* RIFAI. (препарат Мікофренд), та *Tuber melanosporum* VITTAD. (препарат Міковітал) і бактеріями *Bacillus subtilis* Cohn. (препарат Флоробацилін) за обліків на 30, 60 і 90 дні вегетації була на 9,7–106,4% більшою порівняно з контролем. Маса листків і кореневої системи переважала показники контролю відповідно на 6,6–138,8%. Крім того, у цих варіантах підвищувалась вологоутримуюча здатність ґрунту на 8,9– 33,3%, частка грудочок ґрунту розміром менше 0,25 мм зменшилась на 2,2–9,7%. Урожайність насіння соняшнику у варіантах з цими живими організмами була на 0,25–0,58 т/га вищою порівняно з контролем. Водночас слід зазначити, що застосування грибів *Glomus* VS і *Trichoderma harzianum* RIFAI. (препарат Мікофренд) за передпосівного нанесення їх на насіння цієї культури забезпечує кращу ефективність з впливу на ріст та розвиток рослин і їх продуктивність порівняно з іншими біопрепаратами. Зокрема у варіантах з цим препаратом наростання площі листкової поверхні було більшим за контроль на 7,2–100,2%, тоді як з іншими препаратами (Міковітал і Флоробацилін) ці показники становили 2,9– 70,5%, та 4,3–29,7%. Так само прослідковується різниця між іншими показникамитаких як маса кореневої системи, висота рослин, фотосинтетичний потенціал і продуктивність фотосинтезу тощо, які були отримані у варіантах з використанням біопрепаратів Міковітал та Флоробацилін. **Висновки.** Використання мікоризоутворювальних грибів *Glomus* VS і *Tuber melanosporum* VITTAD. та *Trichoderma harzianum* RIFAI. (препарати Мікофренд і Міковітал), а також азотфіксуючих бактерій *Bacillus subtilis* Cohn. (препарат Флоробацилін) за передпосівної обробки насіння сприяє покращенню росту і розвитку рослин соняшнику та підвищенню його продуктивності.

Ключові слова: гриби, бактерії, маса листків, вологоутримуюча здатність, агрегатний склад, коренева система.

Dymytrov S.H. The effect of the symbiosis of fungi and bacteria with the sunflower (*Helianthus annuus*) root system

Purpose. To establish the effect of the symbiosis of mycorrhizal fungi and nitrogen-fixing bacteria with the root system of annual sunflower on plant growth, development, and crop productivity. **Methods.** Field, laboratory, and statistical methods were used in the study. **Results.** Mycorrhiza-forming fungi and nitrogen-fixing bacteria positively affected the growth and development of sunflower plants and the seed yield formation. In particular, the leaf area in the treatments with *Glomus* VS and *Trichoderma harzianum* Rifai. fungi (bio preparation Mycofriend), *Tuber melanosporum* Vittad. (biopreparation Mycovital), and bacteria *Bacillus subtilis* Cohn. (biopreparation Florobacillin) was 9.7–106.4% higher compared to the control on the 30th, 60th, and 90th days of cultivation. The leaf weight and root weight exceeded the control values by 6.6–138.8%, respectively. In addition, these treatments increased the soil moisture-holding capacity by 8.9–33.3% and decreased the share of soil lumps <0.25 mm by 2.2–9.7%. The yield of sunflower seeds in the treatments with these living organisms was 0.25–0.58 t/ha higher compared to the control. Noticeably also that seed treatment with *Glomus* VS and *Trichoderma harzianum* Rifai. (bio preparation Mycofriend) is more efficient in terms of impact on crop plant growth, development, and productivity compared to the others. In particular, in the treatments with Mycofriend, the increase in leaf area exceeded the control by 7.2–100.2%, while in the treatments with the other biopreparations (Mycovital and Florobacillin), the increase was 2.9–70.5% and 4.3–29.7%, respectively. In the same way, we observed the difference between other indicators, such as leaf weight, root weight, plant height, photosynthetic potential, photosynthesis productivity, etc., obtained in the treatments with Mycovital and Florobacillin. **Conclusions.** Application of mycorrhizal fungi *Glomus* VS, *Tuber melanosporum* Vittad. and *Trichoderma harzianum* Rifai. (biopreparations Mycofriend and Mycovital) together with nitrogen-fixing bacteria *Bacillus subtilis* Cohn. (biopreparation Florobacillin) for pre-sowing seed treatment improves the growth and development of sunflower plants and increases their productivity.

Key words: fungi, bacteria, leaf weight, moisture-holding capacity, aggregate composition, root system.

УДК 631
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.17

МІНЛИВІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ВРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

КУЛИК М.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0003-0241-6408
Полтавський державний аграрний університет
БІЛЯВСЬКА Л.Г. – доктор сільськогосподарських наук**,** професор
orcid.org/0000-0003-3856-7718
Полтавський державний аграрний університет
СИПЛИВА Н.О. – кандидат біологічних наук
orcid.org/0000-0003-0921-6361
Український інститут експертизи сортів рослин
УЛІЗКО П.М. – аспірант
orcid.org/0000-0002-8457-8840
Полтавський державний аграрний університет
ГАЙДАЙ А.О. – старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0001-7942-599X
Український інститут експертизи сортів рослин

Постановка проблеми. З-поміж сільськогосподарських культур, кукурудза є чи не однією з основних кормових культур. За порівняно високої врожайності її зерно використовується на продовольчі цілі (20%), технічні (15-20%) й фуражні (60-65%). Застосовують кукурудзу в медицині й переробній промисловості для виготовленні мила, лінолеуму, лакофарбових виробів тощо. Із розширенням ареалу вирощування кукурудзи і різноманітністю використання її на різні цілі значно зростають вимоги до селекції культури. Це передбачає вивчення культури за якістю, особливо зерна та продуктів його переробки. Встановлено, що «кукурудза вирізняється можливістю багатоцільового використання товарної продукції, й одним з його основних напрямів є виробництво широкого спектру харчових і технічних продуктів» [1]. Досвід використання кукурудзи у промислових масштабах закордоном доводить, що для цього найкращим є використання гібридів з високою якістю зерна. При цьому визначено, що сукупність показників якості повинно відповідати усім вимогам процесу переробки [2]. В Україні створення гібридів такого типу практично не проводиться, що досить знижує результативність рослинництва за культивування кукурудзи, а також ефективність переробної промисловості.

На даний час відбувається стабільне зниження валового збору зерна кукурудзи. Це пов'язують як із мінливими, досить часто несприятливим погодними умовами впродовж останніх років, так і недотриманням сівозміни та технології вирощування культур. Окрім того, гібриди української селекції, що характеризуються раннім та середньораннім ступенем стиглості не в повній мірі відповідають вимогам виробничників. Недостатньо гібридів ранньостиглої групи, які б успішно проходили вегетацію при нестачі тепла й вологи, а саме при лімітованих гідротермічних режимах протягом вегетаційного періоду за ранньої сівби. На даний час наявний вихідний матеріал кукурудзи відзначається однотипністю, невисокою врожайністю та є нестійким до несприятливих біотичних і абіотичних факторів навколишнього середовища [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У дослідженнях Черчеля В. Ю. та Гайдаш О. Л. наведено результати експериментальних досліджень гетерозисної селекції скоростиглих гібридів кукурудзи. Ними проведено систематизація досліджуваних тесткросів за комплексом господарсько-цінних ознак в контрастних умовах вирощування. Це дало можливість ідентифікувати групу нових цінних скоростиглих ліній. З участю цих ліній одержані високопродуктивні гібриди з високими показниками адаптивності. За рівнем продуктивності виділено 15 кращих гібридних комбінацій для подальшої селекційної роботи [1]. Основні критерії у гібридів кукурудзи за різних напрямів її застосовування – відмінні. Це необхідно враховувати за проведення генетичного поліпшення якості зерна кукурудзи. Зокрема, у гібридів харчового й технічного призначення за J. Be Miller, R.Whistler [4] вважаються вміст і фракційний склад вуглеводів, а також на думку Moreau R. A. [5] вміст і жирнокислотний склад олії. При цьому, як відмічають Лавриненко Ю. О., Найдьонов В. Г.: «необхідно враховувати не тільки диференціацію складного хімічного складу кукурудзи, а й поліпшення технологічних, фізичних і органолептичних властивостей для підвищення товарності в широкому плані і придатності до динамічних навантажень при збиранні» [6].

При цьому перевага віддається формам з відносно великим насінням, що характеризуються вирівняністю і виповненістю. Зелена маса кукурудзи повинна відрізнятися підвищеним вмістом протеїну, каротину і зольних елементів [7].

Завдяки сприяння державних та комерційних установ насіннєвий ринок кукурудзи протягом останніх років заполонили гібриди іноземної селекції [8]. На противагу українським гібридам відмічено, що зарубіжні – менш адаптовані, а окремі з них мають кращу пристосованість до зональних умов вирощування [9]. Поряд з цим, вартість насіння іноземної селекції набагато вище українського. Тому виникає потреба у державній підтримці власного українського виробника насіння кукурудзи [10].

Однак поліпшення кукурудзи за корисно-цінними ознаками потребує використання генетичного різноманіття сортів кукурудзи. Це також передбачає й створення сталого вихідного матеріалу для селекції культури. За останні 15 років отримано значну кількість українських гібридів кукурудзи. У зв'язку з чим виникла потреба у їхньому практичному застосуванні та використання в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Вищенаведене і стало передумовою наших досліджень.

Мета. Вивчення зареєстрованих гібридів кукурудзи за господарсько-цінними ознаками та врожайністю зерна.

Для досягнення мети було вирішено наступні завдання:

1. Встановити тривалість вегетаційного періоду гібридів кукурудзи.

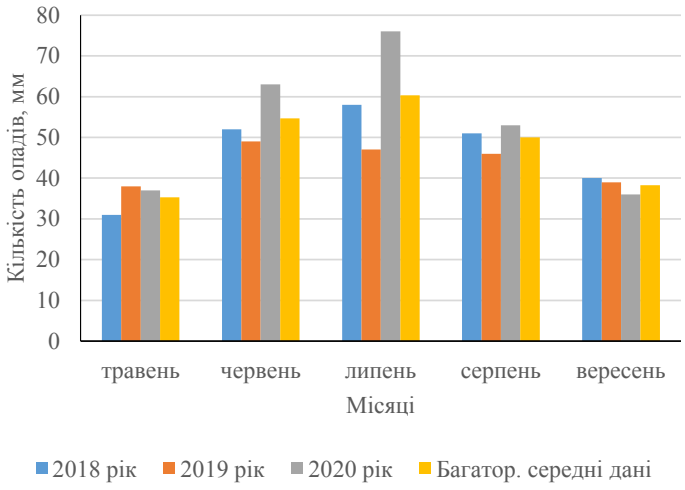
2. Визначити мінливість біометричних показників рослин кукурудзи.

3. Встановити вплив сортових властивостей на зернову врожайність кукурудзи.

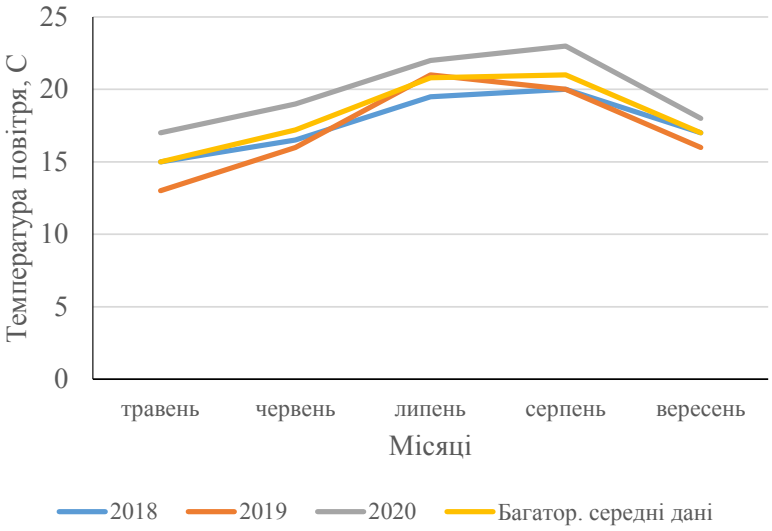
4. З'ясувати кореляційні залежності між біометричними показниками рослин й врожайністю кукурудзи за досліджуваним сортиментом.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження з вивчення гібридів кукурудзи здійснено у виробничих умовах Черкаської області. Ґрунти дослідних ділянок – чорноземи типові малогумусовані з вміст гумусу в орному шарі ґрунту 3,1S%. Для досліджень використовували зареєстровані гібриди кукурудзи: ДК 315, ДКС 5007, ДКС 3939, ДКС 5141, КВС 381 [11].

Дослід закладався за методом систематичних повторювань варіантів у двофакторному експерименті:



а



б

Рис. 1. Погодні умови за роки проведення досліджень: а – кількість опадів (мм), б – середньодобова температура повітря (°С), 2018–2020 рр.

у кожному повторенні варіанти досліду розміщувались по ділянках послідовно. Повторюваність дослідів – 4-разова. Сівбу насіння проводили на глибину 3–6 см, ширина міжряддя становила 70 см.

Досліди закладались і виконувались з урахуванням вимог методики дослідної справи в агрономії [12; 13].

У дослідах виконували планові та поточні спостереження, обліки та аналізування відповідно до загальноприйнятих та спеціальних наукових методик та рекомендацій [14; 15].

Статистичну обробку виконували за допомогою дисперсійного методу аналізування результатів дослідження з використанням комп'ютерних програм [16].

На зерно кукурудзу збирали наприкінці воскової – початку повної стиглості. Що робили в максимально стислі строки. Для цього на виробничих посівах застосовували комбайн «Херсонець-7» з очисними пристроями, зерно доводили до стандартної вологості.

Розподіл опадів і температури повітря за останні три роки змінювався в досить широких межах залежно від пори року (рис. 1).

Таким чином, погодні умови вегетаційного періоду років дослідження були задовільними для отримання сходів і нормального росту та розвитку рослин кукурудзи в подальшому. Основна вимога при цьому була – боротьба з бур'янами в початковий період, а потім рослини кукурудзи самі є добрими конкурентами в боротьбі за світло та поживні речовини.

Результати досліджень. За вивчення мінливості тривалості вегетаційного періоду гібридів кукурудзи встановлено незначне їх варіювання в умовах 2018 і 2020 років та середнє в умовах 2019 року (табл. 1).

Таблиця 1

Тривалість вегетаційного періоду гібридів кукурудзи (діб), 2018–2020 рр.

Гібрид	Роки			Середнє за роки
	2018	2019	2020	
ДК 315	109	101	95	101,7
ДКС 5007	100	105	90	98,3
ДКС 3939	112	110	101	107,7
ДКС 5141	104	97	91	97,3
КВС 381	115	107	105	109,0

В умовах 2018 року усі гібриди кукурудзи, що були поставлені на вивчення, були ранньостиглими, окрім КВС 381 та ДКС 3939 (середньоранні). Вони мали вегетаційний період, що варіював у межах – від 100 до 115 діб, у 2019 – від 97 до110 діб, а у 2020 році – від 90 до105 діб.

У середньому за три роки досліджень (у порівнянні із умовним стандартом – ДКС 315) гібрид ДКС 5007 за цим показником відрізнявся на три доби, ДКС 3939 – на дев'ять діб, ДКС 5141 – на десять діб, а КВС 381 – на п'ять діб (рис. 2).

Можна стверджувати, що досліджувані гібриди кукурудзи відносяться до ранньостиглих, окрім КВС 381 (середньоранній) й формують врожайність за проміжок часу від 90 до 115 діб.

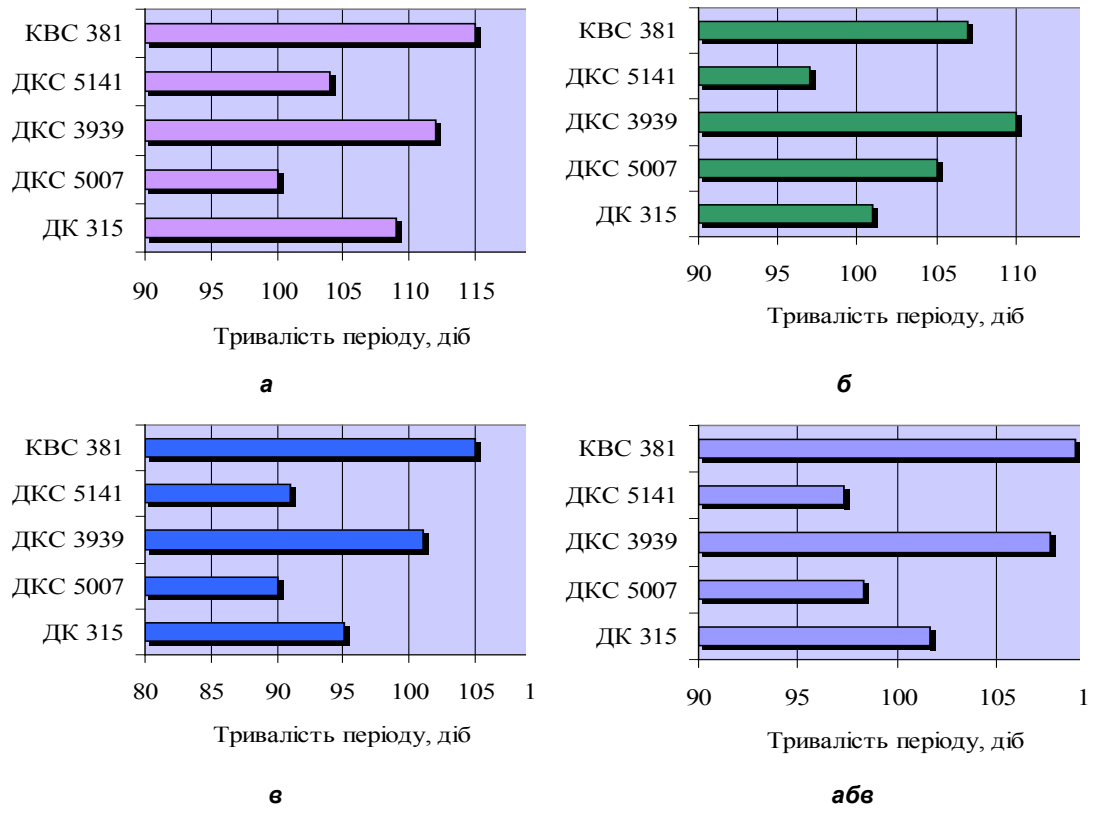


Рис. 2. Тривалість вегетаційного періоду гібридів кукурудзи (діб): а – 2018 рік, б – 2019 рік, в – 2020 рік

За формування біометричних показників рослин, як то: висота рослин, їх облиствленість, параметри початку й інші, встановлено їхню мінливість як в межах років, так і залежно від сортового різноманіття.

Аналізуючи середню висоту рослин встановлено, що для умов трьох років проведення експерименту усі гібриди кукурудзи перевищували 250 см, окрім гібридів ДК 315 й ДКС 3939 у 2019 і 2020 роках та ДКС 5141 у 2020 році (табл. 2, рис. 3).

За умов 2018 року висота рослин гібридів кукурудзи варіювала у межах від 250,3 до 300,0 см, у 2019 – від 246,8 до 297,4 см, а у 2020 році – від 235,8 до 295,3 см. Найбільш високорослими виявилися гібриди: КВС 381, меншу висоту формували рослини гібриду ДК 315, усі інші гібриди за даним показником мали посереднє значення.

Ця тенденція для гібридів кукурудзи відмічена за усі роки проведення експерименту. У середньому за три роки досліджень (у порівнянні із умовним стандартом – ДКС 315) гібрид ДКС 5007 за цим показником відрізнявся на 30 см, ДКС 3939 – на 0,9 см (був на рівні, в межах НІР05), ДКС 5141 – на 10,5 см, а КВС 381 – на 52,4 см (рис. 3).

За висотою рослин більшість гібридів кукурудзи відносимо до середньорослих (до 300 см) та високорослих (на рівні 300 см) – один представник, це КВС 381.

За визначення середньої кількості листків на рослинах кукурудзи виявлено незначне їхнє варіювання як по гібридам, так і в розрізі років дослідження. Це свідчить, що даний показник слабомінливий від умов вирощування та генетично закріплений на рівні гібридної форми культури.

Таблиця 2

Висота рослин гібридів кукурудзи (см), 2018–2020 рр.

Гібрид (фактор Б)	Рік (фактор А)			Середнє за роки
	2018	2019	2020	
ДК 315	251,3	248,3	235,8	245,1
ДКС 5007	287,0	274,0	264,3	275,1
ДКС 3939	250,3	246,8	240,8	246,0
ДКС 5141	267,5	253,3	246,0	255,6
КВС 381	300,0	297,3	295,3	297,5

$НІР_{05}$:
фактор А (рік) 13,8
фактор Б (гібрид) 6,5
фактор А і Б 2,11

Таблиця 3

Кількість листків на рослині гібридів кукурудзи (шт.), 2018–2020 рр.

Гібрид (фактор Б)	Рік (фактор А)			Середнє за роки
	2018	2019	2020	
ДК 315	13,0	11,8	12,0	12,3
ДКС 5007	13,0	13,3	13,0	13,1
ДКС 3939	13,0	13,0	11,8	12,6
ДКС 5141	11,8	11,8	12,8	12,1
КВС 381	12,0	13,0	13,0	12,7

$НІР_{05}$:
фактор А (рік) 0,64
фактор Б (гібрид) 0,52
фактор А і Б 0,97

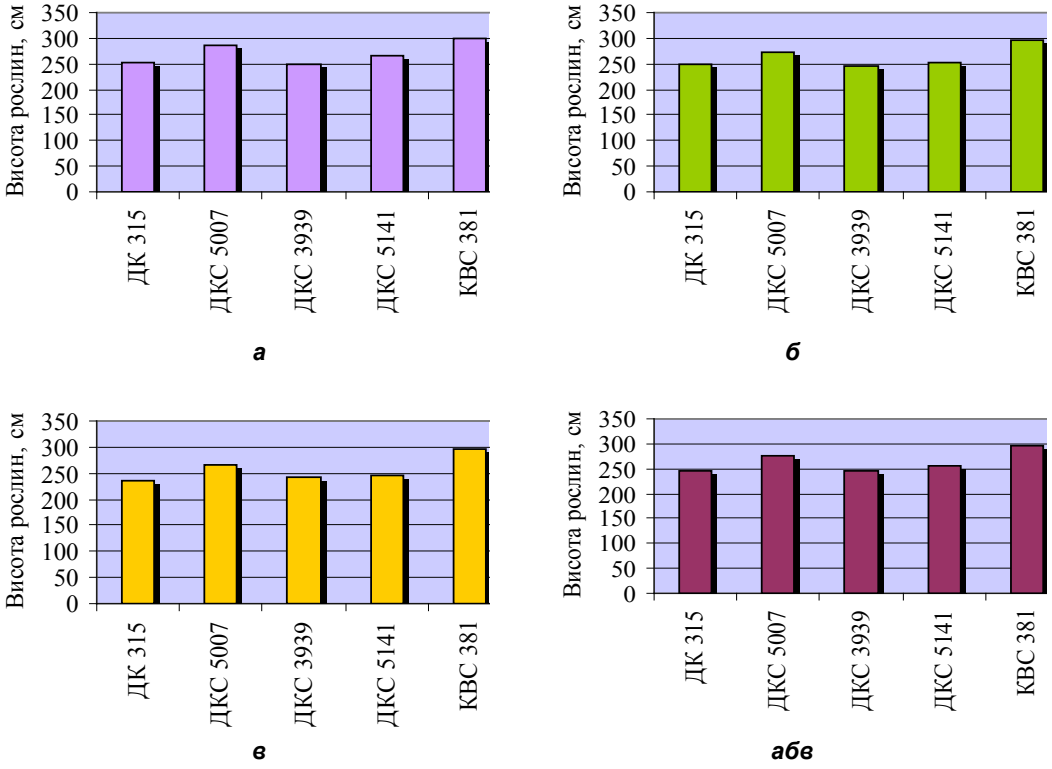


Рис. 3. Середня висота рослин гібридів кукурудзи (см): а – 2018 рік, б – 2019 рік, в – 2020 рік

За три роки (2018–2020 рр.) показник кількості листків на рослині гібридів кукурудзи в умовах років дослідження змінювався від 11,8 до 13,3 шт. (табл. 3, рис. 4)

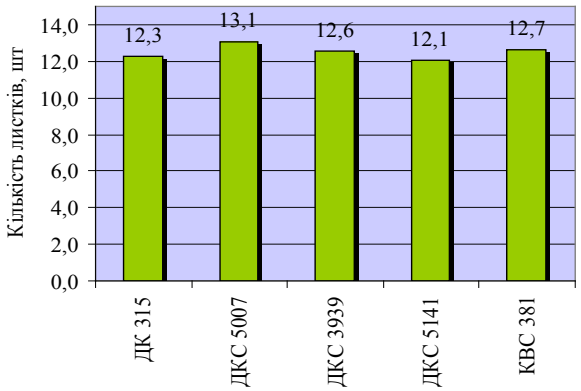


Рис. 4. Кількість листків на рослині гібридів кукурудзи (шт.), середнє за 2018–2020 рр.

За результатами обліків визначено, що середня довжина початку гібридів кукурудзи варіювала від 19,5 до 26,0 см і змінювалася за роками та варіантами досліду (табл. 4, рис. 5).

В умовах 2018 року довжина початку гібридів кукурудзи варіювала у межах – від 22,0 до 26,0 см, у 2019 – від 21,0 до 24,3 см, а у 2020 році – від 19,5 до 22,0см. Найбільшу довжину початку фомували гібриди: ДКС 5141 та ДКС 3939 й ДКС 5007, меншу – гібриди КВС 381 та ДК 315. Це характерно для гібридів кукурудзи в усі роки проведення досліджень.

Таблиця 4

Середня довжина початку гібридів кукурудзи (см), 2018–2020 рр.

Гібрид (фактор Б)	Рік (фактор А)			Середнє за роки
	2018	2019	2020	
ДК 315	22,0	21,0	20,5	21,2
ДКС 5007	24,8	23,0	21,5	23,1
ДКС 3939	25,5	24,3	22,0	23,9
ДКС 5141	26,0	24,3	21,8	24,0
КВС 381	22,8	21,5	19,5	21,3

$НІР_{05}$:
фактор А (рік) 1,36
фактор Б (гібрид) 0,96
фактор А і Б 0,98

У середньому за три роки досліджень (у порівнянні із умовним стандартом – ДКС 315) гібрид кукурудзи ДКС 5007 за цим показником відрізнявся на 2,1 см, ДКС 3939 – на 2,7 см, ДКС 5141 – на 3,8 см, а КВС 381 – на 0,1 см (на рівні $НІР_{05}$). Зміна показника середня довжина початку гібридів кукурудзи наведено на рис. 5.

Встановлено, що середня вага початку гібридів кукурудзи змінювалася від 159,3 до 391,3 г, як за роками так і за досліджуваними гібридами (табл. 5, рис. 6).

В умовах 2018 року вага початку була в межах – від 180,8 до 391,3 г, для 2019 року – від 173,3 до 376,3 г, а у 2020 році – від 159,0 до 353,3 г. В усі роки дослідження найбільше значення за даним показником мав гібрид ДКС 3939, найменше – у гібриду ДК 315, що слугував умовним стандартом у порівнянні з іншими. Встановлено, що з-поміж гібридів кукурудзи у серед-

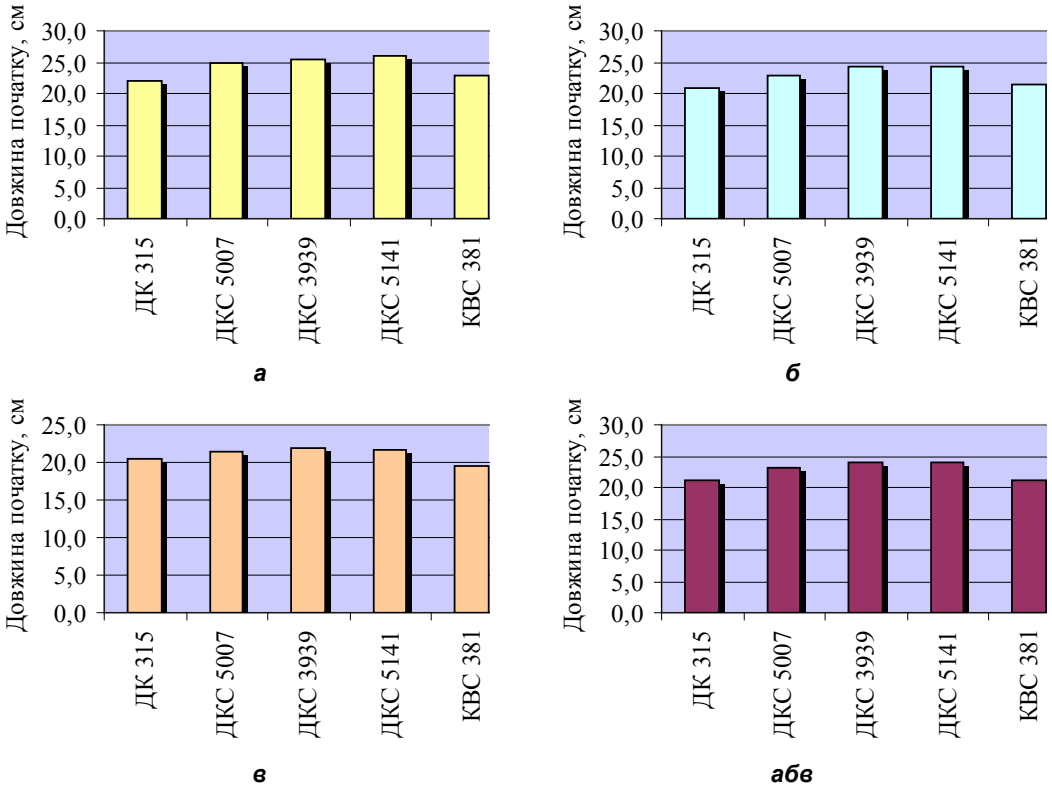


Рис. 5. Середня довжина початку гібридів кукурудзи (см): а – 2018 рік, б – 2019 рік, в – 2020 рік

Таблиця 5

Середня вага початку гібридів кукурудзи (г), 2018–2020 рр.

Гібрид (фактор Б)	Рік (фактор А)			Середнє за роки
	2018	2019	2020	
ДК 315	180,8	173,3	159,0	171,0
ДКС 5007	287,8	273,8	256,3	272,6
ДКС 3939	391,3	376,3	353,3	373,6
ДКС 5141	324,0	317,0	309,3	316,8
КВС 381	258,3	241,0	232,8	244,0

$НІР_{05}$:
фактор А (рік) 46,7
фактор Б (гібрид) 10,86
фактор А і Б 3,19

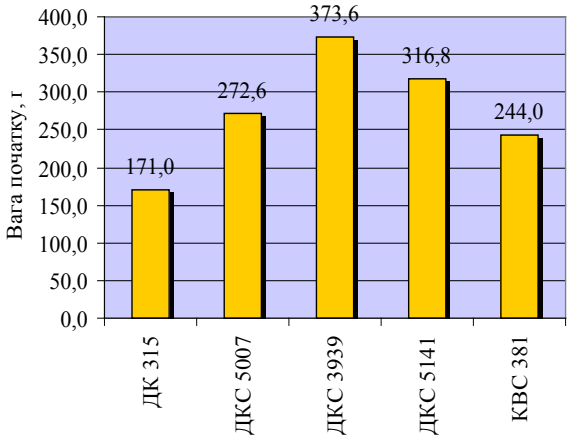


Рис. 6. Середня вага початку гібридів кукурудзи (г), середнє за 2018–2020 рр.

ньому за роки дослідження найваговитішим початок був у ДКС 3939 (373,6 г) та ДКС 5141 (373,6 г), у інших – суттєво менше.

У середньому за роки досліджень простежується динаміка збільшення ваги початку порівняно з умовних стандартом (ДК 315), що формував гібрид ДКС 3939 (на 202,6 г), ДКС 5141 (на 145,8 г) та ДКС 5007 (на 101,6 г), найменше – у гібриду КВС 381 (на 73,0 г).

Показник урожайності зерна гібридів кукурудзи виявився досить мінливим – від 7,1 до 13,6 т/га. Він залежав як від умов року, так і гібридної форми культури (табл. 6, рис. 7).

Таблиця 6

Урожайність зерна гібридів кукурудзи (т/га), 2018–2020 рр.

Гібрид (фактор Б)	Рік (фактор А)			Середнє за роки
	2018	2019	2020	
ДК 315	12,0	9,8	8,0	9,9
ДКС 5007	13,0	11,3	10,3	11,5
ДКС 3939	10,0	9,5	7,1	8,8
ДКС 5141	13,6	10,2	9,6	11,1
КВС 381	11,9	9,9	8,4	10,0

$НІР_{05}$:
фактор А (рік) 0,71
фактор Б (гібрид) 1,40
фактор А і Б 0,19

Встановлено, що в умовах першого року дослідження врожайність зерна гібридів кукурудзи варіювала – від 10,0 до 13,6 т/га, з найбільшим значенням у гібридів ДКС 5007 (13,0 т/га) та ДКС 5141 (13,6 т/га). На другий рік врожайність була в межах – від 9,5 до 11,3 т/га, при цьому виокремлено гібриди ДКС 5007

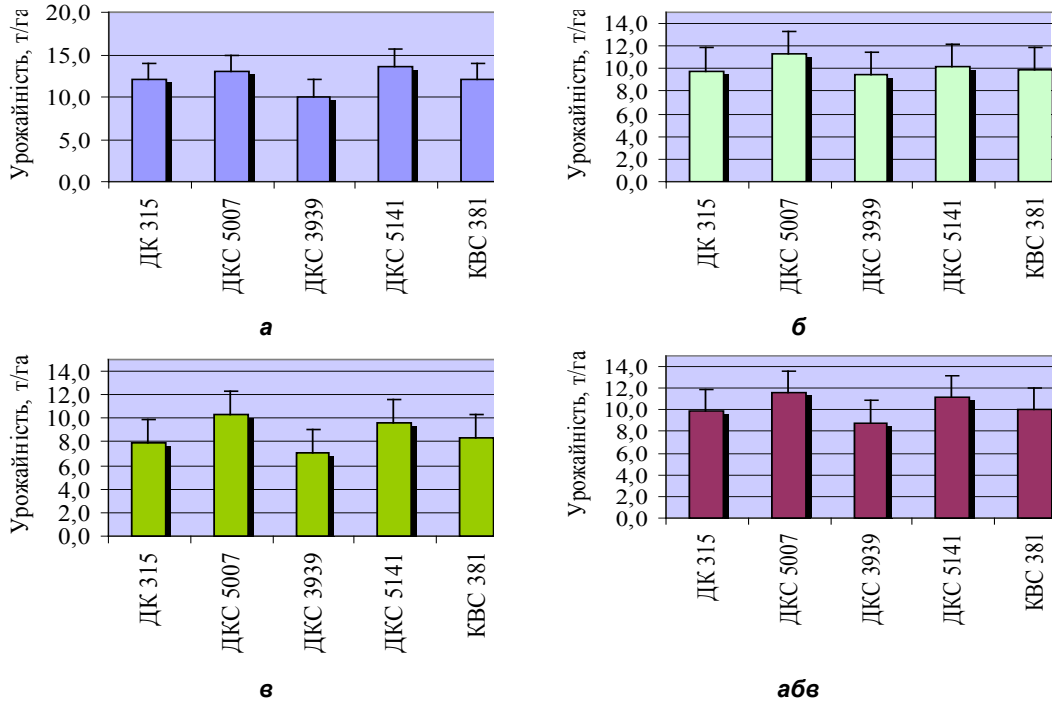


Рис. 7. Урожайність зерна гібридів кукурудзи (т/га): а – 2018 рік, б – 2019 рік, в – 2020 рік

(11,3 т/га) та ДКС 5141 (10,2 т/га). Мінливість врожайності зерна кукурудзи на третій рік проведення досліджень була від 7,1 до 10,3 т/га. Найбільше значення за даним показником мали гібриди ДКС 5007 (13,0 т/га) та ДКС 5141 (9,6 т/га).

У середньому, з-поміж досліджуваного сортименту найбільшу врожайність формували гібриди ДКС 5007 (11,5 т/га) та ДКС 5141 (11,1 т/га).

Отже, як в розрізі років так і в середньому за період дослідження з-поміж досліджуваного сортименту найбільш урожайними виявилися гібриди кукурудзи ДКС 5007 та ДКС 5141. Що підтверджується результатами дисперсійного аналізу за рівня значущості менше 0,05 (табл. 7).

Таблиця 7

Результати дисперсійного аналізу даних урожайності кукурудзи, 2018–2020 рр.

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	6363,340	1	6363,340	513632,8	< 0,05
"Var1"	119,825	2	59,913	4836,0	< 0,05
"Var2"	54,449	4	13,612	1098,7	< 0,05
"Var1"*"Var2"	10,598	8	1,325	106,9	< 0,05
Error	0,558	45	0,012	-	-

За встановлення кореляційних залежностей, виявлено суттєвий прямолінійний зв'язок між біометричними показниками рослин та врожайністю гібридів кукурудзи, на основі коефіцієнтів кореляції (табл. 8).

Встановлено, що на рівень врожайності зерна гібриду кукурудзи ДК 315 найбільший вплив мають висота рослин за коефіцієнта кореляції (r 0,90) та вага початку (r 0,96), середньою мірою на цей показник має кількість листків на рослині (r 0,60) та довжина початку (r 0,66).

Таблиця 8

Кореляційні залежності між біометричними показниками рослин та врожайністю гібридів кукурудзи, 2018–2020 рр.

Показники	ДК 315	ДКС 5007	ДКС 3939	ДКС 5141	КВС 381
Висота рослин, см	0,90	0,99	0,93	0,97	0,95
Кількість листків, шт.	0,60	0,01	0,79	0,33	0,31
Довжина початку, см	0,66	0,95	0,94	0,87	0,92
Вага початку, см	0,96	0,96	0,93	0,88	0,99

Примітка: коефіцієнти кореляції суттєві на 5-% рівні значущості.

Збільшення врожайності зерна гібриду ДКС 5007 обумовлено тісним кореляційним зв'язком між висотою рослин (r 0,99), вагою (r 0,96) та довжина початку (r 0,95).

Для гібриду ДКС 3939 встановлені наступні залежності: із збільшення усіх поставлених на вивчення біометричних показників буде зростати врожайність зерна (r > 0,70).

Збільшення врожайності зерна гібриду ДКС 5141 обумовлено тісним кореляційним зв'язком між висотою рослин (r 0,97), довжиною (r 0,87) та вагою початку (r 0,88).

На формування врожайності зерна гібриду кукурудзи КВС 381 найбільший вплив мають середня висота рослин (r 0,95), вага (r 0,92) й довжина початку (r 0,99).

Висновки.

1..Визначено, що досліджувані гібриди кукурудзи відносяться до ранньостиглих, окрім КВС 381 (середньоранній) й формують врожайність за проміжок часу від 90 до 115 діб.

2. Встановлено, що для умов трьох років проведення експерименту усі гібриди кукурудзи перевищували 250 см, окрім гібридів ДК 315 й ДКС 3939 у 2019 і 2020 роках та ДКС 5141 у 2020 році.

3. За три роки досліджень показник кількості листків на рослині гібридів кукурудзи, що вивчали змінювався в незначних межах – від 12,1 до 13,1 шт/рослину.

4. У середньому за три роки досліджень за довжиною та вагою початку виокремлено гібриди кукурудзи ДКС 5007, ДКС 3939 та ДКС 5141.

5. У середньому, з-поміж досліджуваного сортименту найбільшу врожайність зерна формували гібриди ДКС 5007 (11,5 т/га) та ДКС 5141 (11,1 т/га), інші – суттєво менше.

6. На формування врожайності зерна (за коефіцієнтами кореляції) усіх гібридів кукурудзи суттєвий вплив має висота рослин, довжина і вага початку (коефіцієнт – на рівні або більше 0,7). На формування продуктивності гібриду ДКС 3939 вагомий вплив має кількість листків на рослинах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Черчель В. Ю., Гайдаш О. Л. Селекція скоростиглих гібридів кукурудзи (Zea mays l.) на базі змішаної зародкової плазми. *Зернові культури.* Том 1, № 1, 2017. С. 10–16.
2. Гур'єва І. А., Рябчун В. К. Генетичні ресурси кукурудзи в Україні. Харків, 2007. 392 с.
3. Савіна О. І., Ковач І. П., Залізняк О. Л., та ін. Оцінка селекційної цінності вихідного матеріалу кукурудзи за господарськими ознаками та стійкістю проти шкодочинних організмів в умовах Закарпатської області. *Бюлетень Інституту зернового господарства.* 2010. № 39. С. 32–36.
4. Starch chemistry and technology, 3rd ed. / J. Be Miller, R.Whistler Eds. – Amsterdam – Boston – Heidelberg – London – New York – Oxford – Paris – San-Diego – San Francisco – Singapore : Acad. Press, Elsevier Publ., 2009. 900 p.
5. Moreau R. A. Corn oil. Bailey's industrial oil and fat products, 6th ed.; F. Shahidi Ed.-Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons Inc. 2005. V. 2. P. 149–172.
6. Лавриненко Ю. О., Найдьонов В. Г. Параметри адаптивності нових гібридів кукурудзи. *Зрошуване землеробство.* 2007. № 48. С. 42–46.
7. Голда Д. М. Генетика з основами селекції. К. : Фітосоціоцентр, 2000. 292 с.
8. Шавіньї Ф. В Україні слід вирощувати гібриди ідеально пристосовані до місцевих грунтово-кліматичних умов. *Зерно*. 2016. № 2 (119). С. 134–135.
9. Рибка В. С., Ляшенко Н. О., Черчель В. Ю. та ін. Які гібриди кукурудзи вигідніше вирощу-

вати в умовах зони степу України. *Агроном*. 2007. № 4. (18). С. 50–54.
10. Фадеев Л. В. Кукуруза: развитие культури и востребованность в Украине. *Агроном*. 2015. № 4 (50). С. 78–84.
11. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік (реєстр чинний станом на 20.03.2018). Мін-во. аграр. політики та прод-ва України. Київ, 2018, 447 с. URL: https:// sops.gov.ua/ reestr-sortiv-roslin (дата звернення: 20.03.2018)
12. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой / [Д. С. Филев, В. С. Циков, В. И. Золотов и др.]; ВНИИ кукурузы. Днепропетровск, 1980. 54 с. 47.
13. Технологія вирощування кукурудзи в різних ґрунтово-кліматичних зонах України / [А. В. Черенков, В. С. Циков, Б. В. Дзюбецький та ін.]. Науково-практичні рекомендації. Дніпропетровськ : Нова ідеологія, 2011. 51 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
15. Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи / [І. А. Гур'єва, В. К. Рябчун, Л. В. Козубенко та ін.]. Харків, 1993. 29 с.
16. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві і рослинництві: навчальний посібник [В.А. Ушкаренко, В.Л. Нікішенко, С.П. Голобородько, С.В. Коковіхін]. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.

REFERENCES:

1. Cherchel V. Yu., Haidash O. L. (2017) *Celektsiia skorostyhlykh hibrydiv kukurudzy (Zea mays L.) na bazi zmishanoi zarodkovoi plazmy* [Breeding of early maturing hybrids of maize (Zea mays L.) on the basis of mixed germplasm] Zernovi kultury, 1(1), 10–16. [in Ukrainian]
2. Hurieva I. A., Riabchun V. K. (2007) *Henetychni resursy kukurudzy v Ukraini.* [Genetic resources of maize in Ukraine]. Kharkiv. [in Ukrainian]
3. Savina O. I., Kovach I. P. & Zalizniak O. L. (2010) *Otsinka selektsiinoi tsinnosti vykhidnoho materialu kukurudzy za hospodarskymy oznakamy ta stiikistiu proty shkodochynnykh orhanizmiv v umovakh Zakarpatskoi oblasti* [Assessment of the breeding value of maize source material for economic traits and resistance to pests in the Transcarpathian region] Biuleten Instytutu zernovoho hospodarstva, 39, 32–36. [in Ukrainian]
4. Starch chemistry and technology, 3rd ed. (2009) / J. Be Miller, R. Whistler Eds. – Amsterdam – Boston – Heidelberg – London – New York – Oxford – Paris – San-Diego – San Francisco – Singapore : Acad. Press, Elsevier Publ.
5. Moreau R. A. (2005) Corn oil. Bailey's industrial oil and fat products, 6th ed.; F. Shahidi Ed.-Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
6. Lavrynenko Yu. O., Naidonov V. H. (2007) *Parametry adaptyvnosti novykh hibrydiv kukurudzy* [Adaptability parameters of new corn hybrids]. Zroshuvane zemlerobstvo, 48, 42–46. [in Ukrainian]
7. Holda D. M. (2000) *Henetyka z osnovamy selektsii* [Genetics with the basics of breeding]. K. : Fitosotsiotsentr. [in Ukrainian]
8. Shavini F. V *Ukraini slid vyroshchuvaty hibrydy idealno prystosovani do mistsevykh hruntovo-klimatychnykh umov* [Ukraine should grow hybrids ideally adapted to local soil and climatic conditions]. Zerno, 2(19), 134–135. [in Ukrainian]
9. Rybka V. S., Liashenko N. O., Cherchel V. Yu. (2007) *Yaki hibrydy kukurudzy vyhidnishe vyroshchuvaty v umovakh zony stepu Ukrainy* [Which corn hybrids are more profitable to grow in the steppe zone of Ukraine]. Ahronom, 4(18), 50–54. [in Ukrainian]
10. Fadeev L. V. (2015) *Kukuruza: razvytye kultury y vostrebovannost v Ukrayne* [Corn: development of culture and demand in Ukraine]. Ahronom, 4(50), 78–84. [in Ukrainian]
11. Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. (2018). *Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2018 rik* [State register of plant varieties suitable for dissemination in Ukraine in 2018] (the register is valid as of March 6, 2018). Kyiv : N.p. Retrieved March 20, 2018, from https://sops.gov.ua/ reestr-sortiv-roslin [in Ukrainian]
12. Fylev D. S., Tsykov V. S., Zolotov V. Y. (1980) *Metodycheskye rekomendatsyy po provedenyiu polevikh oputov s kukuruzoi* [Methodological recommendations for field experiments with corn]. Dnepropetrovsk. 54. [in Ukrainian]
13. Cherenkov A. V., Tsykov V. S., Dziubetskyi B. V. (2011) *Tekhnolohiia vyroshchuvannia kukurudzy v riznykh gruntovo-klimatychnykh zonakh Ukrainy* [Technology of corn growing in different soil and climatic zones of Ukraine]. [in Ukrainian]
14. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy* [Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)] (5th ed., rev. and enl.). Moscow: Agropromizdat. [in Russian]
15. Hurieva I. A., Riabchun V. K., Kozubenko L. V. (1993) *Metodychni rekomendatsii polovoho ta laboratornoho vyvchennia henetychnykh resursiv kukurudzy* [Methodical recommendations for field and laboratory study of maize genetic resources]. Kharkiv. [in Ukrainian]
16. 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]. Kherson: Ailant. [in Ukrainian]

Кулик М.І., Білявська Л.Г., Сиплива Н.О., Улізько П.М., Гайдай А.О. Мінливість елементів індивідуальної продуктивності та врожайності зерна гібридів кукурудзи

Метою проведення досліджень є вивчення зареєстрованих гібридів кукурудзи за господарсько-цінними ознаками та врожайністю зерна.

Методи. Дослідження проводили впродовж 2018–2020 рр. на чорноземних типових мало гумусних ґрунтах у виробничих умовах Черкаської області. Для досліджень використовували зареєстровані гібриди кукурудзи: ДК 315, ДКС 5007, ДКС 3939, ДКС 5141, КВС 381. Дослід закладався у двофакторному експерименті з урахуванням вимог методики дослідної справи в агрономії.

Результати. У результаті досліджень мінливості тривалості вегетаційного періоду гібридів кукурудзи встановлено незначне їх варіювання в умовах 2018 і 2020 років та середнє в умовах 2019 року. В умовах 2018 року усі гібриди кукурудзи, що були

поставлені на вивчення, були ранньостиглими, окрім КВС 381 та ДКС 3939 (середньоранні). Вони мали вегетаційний період, що варіював у межах – від 100 до 115 діб, у 2019 – від 97 до110 діб, а у 2020 році – від 90 до105 діб. За формування біометричних показників рослин, як то: висота рослин, їх облиствленість, параметри початку й інші, встановлено їхню мінливість як в межах років, так і залежно від сортового різноманіття. За умов 2018 року висота рослин гібридів кукурудзи варіювала у межах від 250,3 до 300,0 см, у 2019 – від 246,8 до 297,4 см, а у 2020 році – від 235,8 до 295,3 см. Ця тенденція для гібридів кукурудзи відмічена за усі роки проведення експерименту. За висотою рослин більшість гібридів кукурудзи відносимо до середньорослих (до 300 см). За визначення середньої кількості листків на рослинах кукурудзи виявлено незначне їхнє варіювання як по гібридам, так і в розрізі років дослідження. Це свідчить, що даний показник слабомінливий від умов вирощування та генетично закріплений на рівні гібридної форми культури. За роки досліджень встановлено, що показник кількості листків на рослині гібридів кукурудзи в умовах досліджень змінювався від 11,8 до 13,3 шт. За результатами обліків величини початку, визначено, що середня довжина початку гібридів кукурудзи варіювала від 19,5 до 26,0 см і змінювалася за роками та варіантами досліду. Встановлено, що середня вага початку гібридів кукурудзи змінювалася від 159,3 до 391,3 г, як за роками так і за досліджуваними гібридами. За досліджуваний період показник урожайності зерна гібридів кукурудзи виявився досить мінливим – від 7,1 до 13,6 т/га. Встановлено, що в умовах першого року дослідження врожайність зерна гібридів кукурудзи варіювала – від 10,0 до 13,6 т/га. На основі кореляційно-регресійного аналізу встановлення встановлено суттєвий прямолінійний зв'язок між біометричними показниками рослин та врожайністю гібридів кукурудзи, на основі коефіцієнтів кореляції. **Висновки**. Отже, визначено, що досліджувані гібриди кукурудзи відносяться до ранньостиглих, окрім КВС 381 (середньоранній) й формують врожайність за проміжок часу від 90 до 115 діб. У середньому за три роки досліджень за довжиною та вагою початку виокремлено гібриди кукурудзи ДКС 5007, ДКС 3939 та ДКС 5141. У середньому, з-поміж досліджуваного сортименту найбільшу врожайність зерна формували гібриди ДКС 5007 (11,5 т/га) та ДКС 5141 (11,1 т/га), інші – суттєво менше. На формування врожайності зерна (за коефіцієнтами кореляції) усіх гібридів кукурудзи суттєвий вплив має висота рослин, довжина і вага початку (коефіцієнт – на рівні або більше 0,7). На формування продуктивності гібриду ДКС 3939 вагомий вплив має кількість листків на рослинах.

Ключові слова: кукурудза, гібриди, біометричні показники рослин, врожайність зерна, кореляції.

Kulyk M.I., Biliavska, L.G., Syplyva N.A., Ulizko P.M., Gaidai A.A. Variability of elements of individual productivity and grain yield of maize hybrids

Purpose of the research is to study registered corn hybrids for economically valuable traits and grain yield. **Methods**. The research was conducted during 2018–2020 on chernozem typical low humus soils in the production conditions of Cherkasy region. Registered maize hybrids were used for the research: DK 315, DKS 5007, DKS 3939, DKS 5141, KVS 381. The experiment was laid in a two-factor experiment taking into account the requirements of the methodology of research in agronomy. **Results**. As a result of the study of the variability of the duration of the growing season of maize hybrids, a slight variation was found in the conditions of 2018 and 2020 and an average in the conditions of 2019. In the conditions of 2018, all corn hybrids that were put under study were early ripe, except for KVS 381 and DKS 3939 (medium early). They had a growing season that varied from 100 to 115 days, in 2019 – from 97 to 110 days, and in 2020 – from 90 to 105 days. For the formation of biometric parameters of plants, such as: plant height, their leafiness, parameters of the beginning and others, their variability was established both within years and depending on varietal diversity. In 2018, the height of corn hybrids varied from 250.3 to 300.0 cm, in 2019 – from 246.8 to 297.4 cm, and in 2020 – from 235.8 to 295.3 cm. This trend for corn hybrids was noted for all years of the experiment. In terms of plant height, most corn hybrids are classified as medium-sized (up to 300 cm). When determining the average number of leaves on maize plants, their insignificant variation was found both by hybrids and in the context of the years of study. This indicates that this indicator is weakly dependent on growing conditions and genetically fixed at the level of hybrid form of culture. During the years of research it was found that the number of leaves per plant of maize hybrids in the conditions of research varied from 11.8 to 13.3 pcs. According to the results of accounting of the size of the cob, it was determined that the average length of the cob of maize hybrids varied from 19.5 to 26.0 cm and varied by years and variants of the experiment. It was found that the average weight of maize hybrids cobs varied from 159.3 to 391.3 g, both by years and by studied hybrids. During the study period, the grain yield of corn hybrids was quite variable – from 7.1 to 13.6 t/ha. It was found that in the first year of research, the grain yield of corn hybrids varied from 10.0 to 13.6 t/ha. On the basis of correlation and regression analysis it was established a significant direct relationship between biometric parameters of plants and yield of maize hybrids, based on correlation coefficients. **Conclusions**. Thus, it was determined that the studied maize hybrids belong to early ripening, except for KVS 381 (mid-early) and form the yield for a period of 90 to 115 days. On average, for three years of research, corn hybrids DKS 5007, DKS 3939 and DKS 5141 were distinguished by the length and weight of the cob. On average, among the studied assortment, the highest grain yield was formed by hybrids DKS 5007 (11.5 t/ha) and DKS 5141 (11.1 t/ha), others – significantly less. The formation of grain yield (by correlation coefficients) of all maize hybrids is significantly influenced by plant height, length and weight of the cob (coefficient – at or above 0.7). The number of leaves on plants has a significant impact on the formation of productivity of hybrid DKS 3939.

Key words: corn, hybrids, biometric parameters of plants, grain yield, correlations.

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

УДК 631.572:551.5:631.528.01:633.111«324»
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.18

ВПЛИВ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ І ГЕНОТИПУ НА ФОРМУВАННЯ ПОРЯДКОВИХ МІЖВУЗЛІВ ГОЛОВНОГО СТЕБЛА В 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
ЛОЗІНСЬКИЙ М.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-6078-3209
Білоцерківський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Озима пшениця є зерновою культурою, яка забезпечує національну продовольчу безпеку України на основі сталих врожаїв і валових зборів високоякісного зерна [1]. Стабільний попит на зерно пшениці відстежується як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринку [2], а широке використання продуктів виготовлених з нього, сприяє поширенню пшениці м'якої озимої у світовому землеробстві [3]. Сучасні технології вирощування пшениці потребують сортів, що характеризуються стійкістю до вилягання, адаптивністю до несприятливих факторів довкілля, високим та стабільним проявом господарсько-цінних ознак за різних умов їх вирощування. Підвищені вимоги до стресової стійкості сучасних сортів визначають адаптивну та екологічну спрямованість селекційних досліджень [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Створення сортів з високим продуктивним потенціалом, стійких до мінливих умов навколишнього середовища, є визначальною біологічною основою підвищення врожайності пшениці та одним із першочергових завдань сучасної селекції [5, 6].

Цінність сортів, що використовуються в якості вихідного матеріалу, визначається закономірністю прояву та мінливості структурних елементів урожайності культури, стійкістю до вилягання та комплексом якісних показників. Тому, селекційна робота на підвищення рівня продуктивності проводиться в багатьох напрямах. Найбільш ефективним з них є створення сортів з вкороченою соломиною, які є стійкими до вилягання [7], що сприяє істотному підвищенню рівня зернової частини в загальному біологічному урожаї [8]. Водночас, в багатьох наукових дослідженнях доведена пряма суттєва залежність високорослості пшениці з продуктивністю.

Висота рослин, як генетично контрольована ознака, є однією з найбільш важливих характеристик, так як в онтогенезі рослин стебло пшениці виконує важливі біологічні функції [9], а його довжина та особливості будови впливають на стійкість до вилягання [10], продуктивність рослини і якість врожаю [11].

Провідне місце за обсягами використання у виробництві відводиться високоінтенсивним та універсальним сортам пшениці м'якої озимої з генетично обумовленою висотою рослин 80–110 см [12]. Проте, на думку інших дослідників, оптимальна модель сорту пшениці м'якої озимої, яка поєднує високу продуктивність та стійкість до вилягання, представлена генотипами з висотою – 81–95 см [13].

Диференціація за висотою рослин різних сортів визначається відмінностями довжини окремих міжвузлів та динамікою їх росту, а зменшення загальної висоти сортів-носіїв генів короткостебловості, відбувається за рахунок їх скорочення [11]. Однак чітка залежність між висотою рослини та довжиною нижніх міжвузлів може і не проявлятися [14].

Формування вузлів та міжвузлів пшениці м'якої озимої відбувається на I і II етапах органогенезу, до початку росту стебла, який прийнято визначати з моменту подовження першого наземного міжвузля, тобто фази виходу в трубку (IV етап органогенезу), коли на головному пагоні з'являється перший стебловий вузол на відстані 2–5 см від поверхні ґрунту. Ця фаза наступає через 25–35 днів після відновлення весняної вегетації і триває 25–30 днів. Ріст стебла у пшениці проявляється, головним чином, у значному видовженні міжвузлів (здебільшого їх п'ять) і меншою в їх потовщенні [15]. Довжина соломини, ріст якої триває до початку формування зернівки (IX етап органогенезу), контролюється генетично і водночас значно піддається впливу умов навколишнього середовища [16].

Розміри міжвузлів та швидкість їх росту обумовлюють величину запасів вуглеводів, які стають критичними в умовах посухи, дефіциту елементів мінерального живлення, що призводить до передчасного відмирання листя [17]. Найбільше накопичення цукрів відзначено у двох верхніх міжвузлях, а їх розміри обумовлюють формування та структуру елементів колоса, розміри зернівок [18].

Важливу роль у підвищенні продуктивності головного колосу та рослини, а відповідно, і врожайності зерна пшениці м'якої озимої, відіграє довжина колосоносного міжвузля [19]. Також відмічено його позитивний зв'язок з адаптивністю [13]. Стійкі генетичні кореляції спостерігаються між урожайністю та висотою рослини, а також між урожайністю та довжиною верхнього міжвузля за ранньої вегетації [20].

Метою дослідження є порівняльна оцінка різних за висотою сортів пшениці м'якої озимої за довжиною головного стебла та окремими міжвузлями, а також встановлення особливостей їх формування і мінливості, залежно від метеорологічних умов та генотипу.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили у 2019−2022 рр. в умовах дослідного поля навчально-виробничого центру Білоцерківського НАУ. Вихідним матеріалом були сорти пшениці м'якої озимої, які відповідно міжнародного класифікатора РЕВ роду *Triticum* L., згідно даних оригінаторів, були розподілені на групи за висотою рослин: низькорослі II групи (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 I групи (111−125 см) – Одеська 267, Ластівка одеська (Ластівка од.), Пилипівка і Чародійка білоцерківська (Чародійка б. ц.).

Агротехніка в дослідженнях – загальноприйнята для зони Лісостепу України. Попередник – гірчиця на зерно. Сівбу пшениці м'якої озимої проводили в останніх числах третьої декади вересня – початок жовтня. Матеріал для біометричного аналізу відбирали у фазу повної стиглості зерна.

Дослідження проводили за середнім зразком 25 рослин у трикратній повторності, згідно з методиками [21]. Статистична обробка отриманих біометричних даних проводилася з використанням комп'ютерних програм Excel 2019 та «Statistica», версія 12.0 [22].

Результати досліджень. За відновлення весняної вегетації пшениці м'якої озимої 8 березня (2019 р.), 2 березня (2021 р.), 28 березня (2021 р.) і 22 березня – 2022 р., фазу виходу в трубку встановили 3 квітня, 5 квітня, 6 травня та 21 квітня відповідно. Після відновлення весняної вегетації пшениці озимої, в кожному з досліджуваних років, ріст і розвиток рослин від 30 (2022 р.) до 40 діб (2020 р.) відбувався за недостатньої кількості опадів, що на нашу думку найбільш суттєво вплинуло на довжину порядкових міжвузлів і стебла в цілому (табл. 1).

Наші висновки узгоджуються з дослідженнями [23], якими встановлено, що весняні опади сприяють інтенсивному росту вегетативної маси.

Ріст порядкових міжвузлів у 2019 р. від виходу в трубку до цвітіння пшениці озимої відбувався за більшої кількості опадів (87,5 мм) в порівнянні з багаторічними показниками (75 мм). Середній температурний режим з часу відновлення до цвітіння пшениці перевищував середньобагаторічні показники на 1,3 °С. Водночас у першій (9,6 °С) і третій (13,2 °С) декаді квітня і другій декаді травня (18,3 °С) перевищення склало 2,6 °С, 2,8, 3,0 °С, що на нашу думку вплинуло на зменшення міжвузлів і довжини головного стебла в цілому.

У 2020 р. за квітень випало лише 13,2 мм опадів, що в порівнянні з середніми багаторічними показниками склало 28,1%. За температури повітря 9,2°С, яка перевищувала багаторічні показники на 0,8 °С. Опади перших двох декад травня (48,4 мм) покращили вологозабезпечення рослин пшениці. Таким чином ріст першого–п'ятого порядкових міжвузлів у 2020 р. відбувався за несприятливих умов щодо забезпечення вологою.

Від виходу в трубку до цвітіння у 2021 р. відмічені більш сприятливі умови в порівнянні з попередніми роками. Так, сума опадів (72,6 мм) перевищила середні багаторічні показники на 40,6 мм, а середня температура повітря (14,0°С) була меншою за багаторічну – 14,9°С.

За кількістю опадів (58,2 мм) від виходу в трубку до цвітіння пшениці у 2022 р. встановлено перевищення середніх багаторічних показників на 14,2 мм за близьких до норм температур повітря.

Аналіз гідротермічних умов 2019–2022 рр. свідчить, що формування міжвузлів стебла пшениці м'якої озимої відбувалося в складних умовах, які суттєво впливали на їх довжину. Головні пагони досліджуваних нами сортів, незалежно від висоти та метеорологічних умов, мали по п'ять сформованих надземних міжвузлів.

Аналіз сортів в 2019 р. показав, що найменша довжина стебла встановлена у низькорослого сорту II групи Смуглянка – 48,3 см, а найбільша – у високорослого I групи Пилипівка (61,5 см), за середньої по досліду 56,6 см (табл. 2).

Формування довжини порядкових міжвузлів різних за висотою сортів пшениці м'якої озимої характеризу-

Таблиця 1

Метеорологічні умови формування порядкових міжвузлів і довжини стебла в 2018–2022 рр. (за даними Білоцерківської метеостанції)

Місяць	Декада	Опади, мм					Температура повітря, °С				
		Рік				Середні багаторічні	Рік				Середня багаторічна
		2019	2020	2021	2022		2019	2020	2021	2022	
Березень	I	4,7	8,5	6,9	12,1	9	4,4	7,6	-0,2	-1,0	-2,0
	II	16,2	2,9	12,3	0,0	9	4,9	6,1	1,5	-0,9	-0,3
	III	2,5	5,8	2,0	3,9	12	4,9	4,1	4,1	7,0	3,1
Квітень	I	0,0	0,0	8,6	14,0	14	9,6	7,9	5,9	7,0	7,0
	II	14,2	5,5	13,5	7,2	17	7,3	8,0	8,1	6,5	7,8
	III	31,3	7,7	6,8	18,6	16	13,2	11,7	8,3	10,8	10,4
Травень	I	26,7	30,8	24,9	0,0	16	12,1	12,8	12,0	12,8	13,5
	II	15,3	17,6	26,5	2,7	12	18,3	13,2	14,5	14,9	15,3
	III	12,0	53,9	47,9	32,4	18	19,3	11,5	15,4	15,6	15,8

Таблиця 2

Довжина міжвузлів головного стебла пшениці м'якої озимої, 2019–2020 рр.

Сорт	Довжина стебла, см		Довжина міжвузлів, см (від низу до верху стебла)									
			2019 р.					2020 р.				
	2019 р.	2020 р.	1-е	2-е	3-е	4-е	5-е	1-е	2-е	3-е	4-е	5-е
низькорослі сорти II групи												
Б.ц. н/к.	54,5	50,5	1,7	4,0	7,0	14,9	26,0	2,2	4,7	7,4	13,3	22,8
Сонечко	59,1	56,6	1,5	4,6	7,8	14,1	31,1	1,9	5,4	9,0	15,5	24,9
Смуглянка	48,3	49,6	1,2	2,9	5,8	12,4	25,8	2,1	5,2	7,9	14,0	20,5
$\bar{x}$ по групі	54,0	52,2	1,5	3,8	6,9	13,8	27,6	2,1	5,1	8,1	14,3	22,7
середньорослі сорти I групи												
Донська н/к.	54,4	50,1	1,3	3,4	6,4	15,0	27,2	1,6	5,0	7,4	13,9	21,1
Лісова пісня	56,5	44,1	1,9	4,1	6,9	13,2	30,5	1,5	3,7	6,0	10,6	22,4
Олеся	54,0	53,2	1,5	3,4	7,3	14,0	27,6	2,0	5,6	8,4	14,1	23,1
Колос Мир.	56,7	62,0	1,1	3,2	6,7	13,8	31,9	2,7	6,1	9,3	16,3	27,8
$\bar{x}$ по групі	55,4	52,4	1,5	3,5	6,8	14,0	29,3	1,9	5,1	7,8	13,7	23,6
середньорослі сорти II групи												
Столична	57,3	56,8	3,1	6,1	9,1	13,2	25,9	2,0	5,7	9,0	14,1	26,0
Писанка	61,2	56,6	1,5	4,6	8,7	14,6	31,8	1,9	5,4	8,3	14,4	26,6
Відрада	56,3	52,6	1,5	4,0	7,5	14,0	29,4	2,8	5,6	8,1	13,1	23,1
Альбатрос од.	56,9	50,8	1,7	4,4	8,6	12,8	30,1	1,8	4,4	7,3	12,9	24,6
$\bar{x}$ по групі	57,9	54,2	1,9	4,8	8,5	13,7	29,3	2,1	5,3	8,2	13,6	25,1
високорослі сорти I групи												
Одеська 267	55,0	57,4	2,0	4,6	10,2	14,6	23,5	2,9	6,1	9,6	16,1	22,6
Ластівка од.	55,9	56,8	2,0	4,8	8,3	15,1	25,7	2,8	6,1	9,1	15,1	23,7
Пилипівка	61,5	57,4	2,4	5,3	9,1	16,8	27,8	2,7	6,3	9,9	16,3	22,2
Чародійка б.ц.	60,9	55,4	1,7	4,4	8,1	14,1	32,5	2,2	5,0	8,3	14,3	25,7
$\bar{x}$ по групі	58,3	56,7	2,0	4,8	8,9	15,2	27,4	2,7	5,9	9,3	15,5	23,6
$НІР_{0,5}$	0,86	0,38	–									

валося певними відмінностями. Так, довжина міжвузлів у формуванні стебла по досліджуваних сортах у 2019 р. становила: перше знизу – 1,1–3,1 см; друге – 2,9–6,1 см; третє – 5,8–10,2 см; четверте – 12,4–16,8 см; п'яте (колосоносне) – 23,5–32,5 см, що у загальній довжині стебла склало: 2,0–5,3%, 5,7–10,7, 11,8–18,5, 22,5–27,6, 42,7–56,2% відповідно.

Досить складний характер має мінливість довжини нижнього міжвузля [16]. У досліджуваних нами групах найменше перше міжвузля (1,5 см) визначили у низькорослих та середньорослих сортів I групи, що в загальній довжині стебла склало 2,8% та 2,7% відповідно. Дещо більшою довжина першого міжвузля була у середньорослих сортів II групи (1,9 см) та високорослих I (2,0 см), за формування довжини стебла на рівні 3,3% та 3,4% відповідно.

Найменша середньогрупова довжина другого міжвузля встановлена в I групі середньорослих (3,5 см) і II низькорослих сортів (3,8 см), з часткою у формуванні стебла 6,3 і 7,0% відповідно. Максимальна довжина другого міжвузля (4,8 см) досліджена по середньорослих сортах II групи і високорослих I, за формування довжини стебла 8,3 та 8,2% відповідно.

Мінімальний вклад третього міжвузля у довжину головного стебла визначено по I групі середньорослих сортів (12,3%) і низькорослих II (12,8%) за відповідної довжини – 6,8 і 6,9 см. Більше третє міжвузля з часткою в довжині стебла (14,7%) визначили у II групі середньорослих сортів – 8,5 см і I високорослих – 8,9 см (15,3%).

Довжина четвертого міжвузля є генетично обумовленою величиною, що характеризується низькою мінливістю та високою стабільністю за різних екологічних градієнтів, відіграючи важливу роль у формуванні елементів продуктивності генотипів та врожайності зерна в умовах Лісостепу України [24].

Найменший вклад четвертого міжвузля у довжину стебла, встановлено по середньорослих сортах II групи (23,7%) за довжини – 13,7 см і низькорослих II групи (25,6%) – 13,8 см. Дещо більшим (14,0 см) середньогрупове четверте міжвузля було у середньорослих сортів I групи, з вкладом у довжину стебла – 25,3%. Найбільша (15,2 см) середня по групі довжина, визначена у високорослих сортів, з часткою у довжині стебла – 26,1%.

Серед досліджуваних груп, найменша середня по групі довжина п'ятого міжвузля (27,4 см), з часткою в довжині стебла (47,0%), встановлена у високорослих сортів I групи, за найбільшого розмаху мінливості по сортах (23,5–32,5 см) в порівнянні з іншими досліджуваними групами, в яких внесок колосоносного міжвузля у довжині стебла становив – 50,6–52,9%.

У 2019 р. більші показники частки участі першого (5,4%) та другого (10,6%) міжвузлів у формуванні довжини стебла визначено у середньорослого сорту II групи Столична. Високорослий сорт Одеська 267 характери-

зувався найбільшим вкладом третього міжвузля (18,5%) і найменшою часткою колосоносного серед інших генотипів – 42,7%.

Аналіз головного стебла та його структурних компонентів у 2020 р. свідчить, що середня по досліджуваних генотипах довжина стебла склала 54,0 см, за варіабельності від 44,1 см (Лісова пісня) до 62,0 см – Колос Миронівщини. За метеорологічних умов, що склалися в цьому році, встановлено тенденцію в розрізі середніх показників по групах на зменшення довжини п'ятого (колосоносного) міжвузля (20,5–27,8 см) і, відповідно, його частки в довжині стебла – 41,5–46,3%. Так, по низькорослих сортах II групи зменшення склало 4,9 см; середньорослих I групи – 5,7 см; середньорослих II групи – 4,2 см; високорослих I групи – 3,8 см. Більш стабільний прояв п'ятого міжвузля, порівнюючи з 2019 р., мали високорослі сорти. Водночас, мінімальна довжина п'ятого міжвузля (22,7 см) сформована низькорослими сортами.

Серед досліджуваних груп, найбільшу частку першого міжвузля у формуванні довжини стебла встановлено у високорослих сортів I групи (4,8%), за довжини – 2,7 см. У інших групах вклад першого міжвузля був меншим (3,6–4,0%), за довжини – 1,9–2,1 см.

У 2020 р. найбільша частка другого (10,4%), третього (16,4%) та четвертого (27,3%) міжвузлів у довжині стебла, за максимальної середньогрупової довжини 5,9 см; 9,3; 15,5 см відповідно, встановлена у високорослих сортів I групи. Середньогрупові показники другого, третього і четвертого міжвузля інших груп становили – 5,1–5,3 см, 7,8–8,2 см, 13,6–14,3 см відповідно.

Встановлено, що в 2020 р., сорт Пилипівка характеризувався найбільшою часткою другого (11,0%), третього (17,2%) та четвертого (28,4%) міжвузлів у формуванні головного стебла, їх максимальною довжиною – 6,3 см; 9,9; 16,3 см відповідно, при мінімальному вкладі колосоносного міжвузля – 38,7%. За найменшої частки третього та четвертого міжвузлів (13,6 та 24,0%), сорт Лісова пісня відзначався найбільшою часткою колосоносного міжвузля (50,8%) в загальну довжину стебла і, водночас, найменшою довжиною першого–четвертого міжвузлів – 1,5 см; 3,7; 6,0 та 10,6 см відповідно.

Довжина стебла сортів пшениці м'якої озимої в 2021 р. була найбільшою – 64,8 см, за мінімальної (57,7 см) у середньорослого сорту I групи Олеся та максимальної (80,2 см) – у високорослого Чародійка білоцерківська. Зростання довжини стебла відбулося за рахунок збільшення довжини усіх міжвузлів (табл. 3).

У середньорослих сортів II групи у 2021 р. встановлено найбільшу частку першого міжвузля у формуванні стебла (5,0%) за середньогрупової довжини – 3,2 см. В інших групах частка першого міжвузля склала: низькорослі II групи – 4,5%, середньорослі I групи – 4,7%, високорослі I групи – 4,8%. Мінімальний вклад першого міжвузля (3,3%) відзначено у сорту Сонечко, за довжини – 2,0 см, а максимальний (5,9%) – Донська напівкарликова (3,9 см).

Таблиця 3

Довжина міжвузлів головного стебла пшениці м'якої озимої, 2021–2022 рр.

Сорт	Довжина стебла, см		Довжина міжвузлів, см (від низу до верху стебла)									
			2021 р.					2022 р.				
	2021 р.	2022 р.	1-е	2-е	3-е	4-е	5-е	1-е	2-е	3-е	4-е	5-е
низькорослі сорти II групи												
Б.ц. н/к.	63,2	55,4	3,3	6,7	10,3	14,7	28,2	2,8	5,0	7,8	15,1	24,4
Сонечко	60,5	62,1	2,0	5,7	9,1	14,9	28,9	1,6	4,8	8,6	16,3	30,7
Смуглянка	63,4	63,8	3,1	6,4	10,6	14,5	28,9	1,9	5,7	8,8	16,4	31,0
$\bar{x}$ по групі	62,4	60,4	2,8	6,3	10,0	14,7	28,6	2,1	5,2	8,4	15,9	28,7
середньорослі сорти I групи												
Донська н/к.	65,9	51,1	3,9	7,2	11,0	15,6	28,2	1,5	4,9	7,8	14,4	22,6
Лісова пісня	63,9	64,2	3,2	6,1	9,0	13,5	32,1	2,5	5,7	8,6	14,8	32,6
Олеся	57,7	64,0	2,2	5,4	9,2	14,1	26,8	2,0	5,7	9,3	16,2	30,9
Колос Мир.	67,1	64,3	2,6	5,8	10,5	15,8	32,4	2,6	5,8	9,3	16,5	30,1
$\bar{x}$ по групі	63,7	60,9	3,0	6,1	9,9	14,7	29,9	2,1	5,5	8,8	15,5	29,0
середньорослі сорти II групи												
Столична	62,7	61,7	3,4	6,8	9,7	14,7	28,1	2,4	6,1	9,3	16,0	27,9
Писанка	66,1	67,8	3,1	7,5	10,7	14,7	30,0	1,9	6,0	9,2	16,4	34,3
Відрада	63,7	66,7	3,1	6,3	9,2	13,5	31,6	3,7	7,0	10,2	16,1	29,4
Альбатрос од.	64,9	61,3	3,3	8,0	10,4	14,4	28,8	2,4	5,9	9,4	15,9	27,4
$\bar{x}$ % по групі	64,4	64,4	3,2	7,2	10,0	14,3	29,6	2,6	6,2	9,5	16,1	29,8
високорослі сорти I групи												
Одеська 267	63,3	58,6	3,1	7,0	11,7	15,6	25,8	3,1	6,2	9,7	16,7	22,9
Ластівка од.	62,0	65,8	2,9	7,3	10,5	13,6	27,6	2,6	7,1	10,7	15,9	29,5
Пилипівка	67,3	68,7	3,5	7,8	11,9	16,1	28,2	2,5	6,4	10,5	18,2	31,1
Чародійка б.ц.	80,2	70,5	3,6	8,5	13,2	18,6	36,3	1,7	5,6	10,0	17,7	35,5
$\bar{x}$ %по групі	68,2	65,9	3,3	7,6	11,8	16,0	29,5	2,5	6,3	10,2	17,1	29,7
$НІР_{0,5}$	0,56	0,91	–									

Найбільший вплив другого міжвузля визначено по середньорослих II групи та високорослих сортах – 11,2% та 11,1%, за довжини – 7,2 та 7,6 см відповідно. Найменша частка у формуванні стебла (9,6%) з довжиною міжвузля (6,1 см) встановлена по середньорослих сортах I групи.

Високорослі сорти формували довжину стебла за рахунок третього міжвузля на рівні 17,3%, що є найбільшою в розрізі досліджуваних груп.

Вклад четвертого міжвузля у довжині стебла в різних групах сортів не відзначався істотними відмінностями і становив 22,2–23,6%, за найбільшої середньої по групах довжини (16,0 см) у високорослих сортів і найменшої (14,3 см) – середньорослі II групи.

Найменша частка п'ятого (колосоносного) міжвузля в довжині стебла встановлена по групі високорослих сортів (43,3%), за довжини 29,5 см. Водночас, мінімальна по групі довжина п'ятого міжвузля (28,6 см) визначена у низькорослих сортів.

У 2021 р. сорт Чародійка білоцерківська формував найбільшу довжину другого–п'ятого міжвузлів, за максимальної по досліду довжини головного стебла – 80,2 см. Середньорослий сорт Лісова пісня характеризувався найменшою часткою у довжині стебла третього та четвертого міжвузля (14,1 та 21,1% відповідно) за максимального вкладу колосоносного міжвузля – 50,2%. При цьому у високорослого сорту Одеська 267 встановлено найбільшу частку третього і четвертого міжвузля (18,5 і 24,6% відповідно), за п'ятого – 40,7%.

У 2022 р. найбільша частка першого міжвузля в загальній довжині стебла, в середньому по досліджуваних групах, визначена у середньорослих сортів II групи – 4,0%, за довжини – 2,6 см. Вклад першого міжвузля у формування довжини стебла в інших групах склав: низькорослі II групи – 3,5% (2,1 см); середньорослі I групи – 3,4% (2,1 см); високорослі I групи – 3,8% (2,5 см).

Мінімальний вклад другого міжвузля (8,6%) у довжину стебла встановлено по низькорослих сортах II групи, з показником – 5,2 см, а найбільший (9,6%) у середньорослих сортів II групи – 6,2 см та високорослих I групи – 6,3 см.

Аналізуючи третє міжвузля, встановлено, що найменша частка у формуванні стебла визначена по II групі низькорослих сортів – 13,9%, з довжиною – 8,4 см, а максимальна у високорослих сортів (15,5%) – 10,2 см.

Четверте міжвузля формувало стебло від 25,0% у середньорослих сортів II групи до 26,4% у низькорослих, за довжини 15,5–17,1 см.

В розрізі досліджуваних груп частка колосоносного міжвузля у довжині головного стебла становила від 45,1% у високорослих сортів до 47,6% – середньорослі II групи.

У сорту Лісова пісня встановлена найбільша (50,8%) частка колосоносного міжвузля в загальній довжині стебла у 2022 р., за найменшого впливу третього і четвертого міжвузлів – 13,4 та 23,1% відповідно. У сорту Одеська 267 частка п'ятого міжвузля була мінімальною – 39,1%, за максимального вкладу третього та четвертого міжвузлів – 16,6 та 28,5% відповідно. Донська напівкарликова відзначилася найменшою довжиною першого (1,5 см), третього (7,8 см), четвертого (14,4 см) та п'ятого (22,6 см) міжвузлів серед усіх досліджуваних генотипів за найменшої довжини головного стебла – 51,1 см.

Таблиця 4

Довжина міжвузлів головного стебла (см) пшениці м'якої озимої, середнє за 2019–2022 рр.

Сорти	Довжина стебла, см	Довжина міжвузлів, см (від низу до верху стебла)				
		1-е	2-е	3-е	4-е	5-е
низькорослі сорти II групи						
Б.ц. н/к.	55,9	2,5	5,1	8,1	14,5	25,4
Сонечко	59,6	1,8	5,1	8,6	15,2	28,9
Смуглянка	56,3	2,1	5,0	8,3	14,3	26,6
$\bar{x}$ по групі	57,3	2,1	5,1	8,3	14,7	26,9
середньорослі сорти I групи						
Донська н/к.	55,4	2,1	5,1	8,1	14,7	24,8
Лісова пісня	57,2	2,2	4,9	7,6	13,0	29,4
Олеся	57,2	1,9	5,0	8,6	14,6	27,1
Колос Мир.	62,5	2,3	5,2	8,9	15,6	30,6
$\bar{x}$ по групі	58,1	2,1	5,1	8,3	14,5	28,0
середньорослі сорти II групи						
Столична	59,6	2,7	6,2	9,3	14,5	27,0
Писанка	62,9	2,1	5,9	9,2	15,0	30,7
Відрада	59,8	2,8	5,7	8,8	14,1	28,4
Альбатрос од.	58,5	2,3	5,7	8,9	14,0	27,7
$\bar{x}$ по групі	60,2	2,5	5,9	9,0	14,4	28,4
високорослі сорти I групи						
Одеська 267	58,6	2,8	6,0	10,3	15,8	23,7
Ластівка од.	60,1	2,6	6,3	9,7	14,9	26,6
Пилипівка	63,7	2,8	6,4	10,4	16,9	27,3
Чародійка б.ц.	66,7	2,3	5,9	9,9	16,2	32,5
$\bar{x}$ по групі	62,3	2,6	6,2	10,1	15,9	27,5

У роки проведення досліджень нами було встановлено певні тенденції формування довжини головного стебла пшениці м'якої озимої за рахунок порядкових міжвузлів. Так, в середньому за 2019–2022 рр., найменша середньогрупова довжина першого (2,1 см), другого (5,1 см) і третього (8,3 см) міжвузлів встановлена по II групі низькорослих сортів та I середньорослих. Максимальні значення довжини першого-четвертого міжвузлів – 2,6 см; 6,2; 10,1 і 15,9 см відповідно, було визначено по високорослих сортах. Середньогрупові показники довжини четвертого міжвузля середньорослих сортів II (14,4 см) і I (14,5 см) групи були найменшими. Мінімальна довжина колосоносного міжвузля сформована низькорослими сортами – 26,9 см. По II групі середньорослих сортів встановлено найбільшу довжину п'ятого міжвузля – 28,4 см (табл. 4).

Крім виявлених тенденцій в середньому по групах, нами встановлено певні генотипові відмінності. Так, у сорту Лісова пісня частка другого, третього та четвертого міжвузлів була найменшою серед досліджуваних генотипів – 8,6; 13,4 та 22,8% відповідно, за максимального вкладу колосоносного – 51,4%. Високорослий сорт Одеська 267 відзначався найбільшим впливом третього та четвертого міжвузля – 17,6 і 26,9% відповідно, за найменшої частки п'ятого у формуванні довжини стебла – 40,4%.

Висновки. Довжина порядкових міжвузлів різних за висотою сортів пшениці м'якої озимої змінюється залежно від метеорологічних умов і значно впливає на кінцеву довжину стебла. Дослідженнями встановлено, що за однакових метеорологічних умов більшість низькорослих сортів II групи і середньорослих I формують меншу довжину першого, другого і третього міжвузлів у порівнянні з середньорослими II групи і високорослими I. Водночас, максимальні показники першого-четвертого міжвузлів визначено в більшості високорослих сортів, а п'ятого в середньорослих I і II груп.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Настояща В. В. Зерновий комплекс України в контексті забезпечення продовольчої безпеки держави. *Наукові записки.* 2007. № 8. С. 235–239.
2. Бадьорна Л. Ю., Бадьорний О. П., Стасів О. Ф. Технологія в галузях рослинництва: навч. посіб. Київ : Аграрна освіта, 2009. 123 с.
3. Сайко В. Ф. Перспективи виробництва зерна в Україні. *Вісник аграрної науки*. 1997. № 9. С. 27–32.
4. Замліла Н. П., Чебаков М. П., Вологдіна Г. Б. Адаптивність нових сортів пшениці м'якої озимої залежно від строків сівби в умовах Лісостепу України. *Науково-технічний бюлетень Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН*. 2010. № 10. С. 108–118.
5. Базалій В. В. Принципи адаптивної селекції озимої пшениці. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. К. : Логос, 2001. Т. 2. С. 466–480.
6. Чепур Г. Т., Гуменюк О. В., Харченко М. В. Потенціал зразків пшениці озимої світового генофонду за тривалістю вегетаційного періоду. *Науково-технічний бюлетень Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла.* 2010. №10. С. 31–39.
7. Волощук С. І., Юрченко Т. В. Мінливість ознаки довжина стебла у гібридно-мутантних популяціях пшениці м'якої озимої. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 5. С. 36–40.
8. Єриняк М. І., Лифенко С. П., Нарган Т. П. Результати селекції короткостеблових, екологічно пластичних сортів озимої м'якої пшениці. *Таврійський науковий вісник*. 2009. № 64. С. 56–62.
9. Лозінський М. В., Устинова Г. Л., Самойлик М. О. Вплив генотипу на фенотипову мінливість довжини головного стебла пшениці м'якої озимої. *Генетика та селекція сільськогосподарських культур – від молекули до сорту*: матеріали V інтернет-конференції молодих учених, м. Київ, 21 вересня 2021 р. Київ. 2021. С. 13.
10. Орлюк А. П., Колеснікова Н. Д. Мінливість висоти рослин озимої пшениці у нащадків в різноспрямованих доборів. Сучасні проблеми генетики, біотехнології і селекції рослин. Х., 2001. С. 231.
11. Нарган Т. П. Динаміка росту міжвузля та господарсько-корисні ознаки у різних за скоростиглістю сортів пшениці озимої м'якої. *Зрошуване землеробство*. 2015. № 64. С. 168–172.
12. Лифенко С., Наконечний М., Нарган Т. Особливості селекції сортів пшениці м'якої озимої степового екотипу у зв'язку зі змінами клімату в умовах півдня України. *Вісник аграрної науки*. 2021. Т. 99. № 3. С. 53–62.
13. Хоменко Т. М., Федоренко М. В. Довжина колосоносного міжвузля та кореляційний зв'язок з господарсько цінними ознаками у мутантних ліній пшениці озимої. *Агробіологія.* 2011. №6. С. 26–31.
14. Мазур В. А., Панцирева Г. В., Копитчук Ю. М. Формування анатомо-морфологічної будови стебла озимої пшениці залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах правобережного Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. 2020. № 89. С. 93–101.
15. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Озима пшениця. Львів: НВФ «Українські технології», 2006. 216 с.
16. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В., Дубова О. А. Особливості формування довжини стебла у селекційних номерів пшениці озимої залежно від їх генотипів та умов вирощування. *Агробіологія*. 2015. № 1. С. 11–15
17. Jaleel C. A. P., Wahid A., Farooq M., Somasundaram R., Panneerselvam R. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigment composition. *Int. J. Agric. Biol.* 2009. № 11. P. 100–105.
18. Жук О. І. Ростові процеси у стеблі озимої пшениці за різного забезпечення мінеральним живленням. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2015. № 16. С. 110–113.
19. Лозінський М. В. Кореляційні взаємозв'язки довжини колосоносного міжвузля з кількісними ознаками і врожайністю зерна у пшениці м'якої озимої. *Аграрна освіта та наука: досягнення і перспективи розвитку*. Біла Церква, 2021. С. 80–83.
20. Криворучко Л. М. Мінливість господарсько-цінних ознак та особливості добору на продуктивність пшениці озимої в стресових умовах середовища : дис. … канд. с.-г. наук : 06.01.09. Суми, 2020. 153 с.
21. Гопцій Т. І., Проскурін М. В. Генетико-статистичні методи в селекції : навч. посібник. Харків, 2003. 103 с.
22. Опря А. Т., Дорогань-Писаренко Л. О., Єгорова О. В., Кононенко Ж. А. Статистика : навчальний посібник. К. : Центр учбової літератури, 2014. 536 с.

23. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво. Львів : НФВ «Українські технології», 2008. 624 с.
24. Лозінський М. В., Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінська Т. П. Адаптивність селекційних номерів пшениці м'якої озимої за довжиною другого зверху міжвузля. *Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (у рамках VI наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2021»)* : матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції. 2021. Т. 1. С. 48–62.

REFERENCES

1. Nastoiashcha, V.V. (2007). Zernovyi kompleks Ukrainy v konteksti zabezpechennia prodovolchoi bezpeky derzhavy [Grain complex of Ukraine in the context of ensuring food security of the state]. *Scientific notes*, 8, 235–239 [in Ukrainian].
2. Badorna, L.Yu., Badornyi, O.P., & Stasiv, O.F. (2009). *Tekhnolohiia v haluziakh roslynnytstva [Technology in the fields of crop production].* Kyiv: Agricultural education [in Ukrainian].
3. Saiko, V.F. (1997). Perspektyvy vyrobnytstva zerna v Ukraini [Prospects of grain production in Ukraine]. *Bulletin of Agricultural Science*, 9, 27–32 [in Ukrainian].
4. Zamlila, N.P., Chebakov, M.P., & Volohdina, H. B. (2010). Adaptyvnist novykh sortiv pshenytsi miakoi ozymoi zalezhno vid strokiv sivby v umovakh Lisostepu Ukrainy [Adaptability of new varieties of soft winter wheat depending on the timing of sowing in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Scientific and technical bulletin of the Myronivka Wheat Institute named after V.M. Remeslo*, 10, 108–118 [in Ukrainian].
5. Bazalii, V.V. (2001). *Pryntsypy adaptyvnoi selektsii ozymoi pshenytsi. Henetyka i selektsiia v Ukraini na mezhi tysiacholit [Principles of adaptive breeding of winter wheat. Genetics and breeding in Ukraine at the turn of the millennium].* Kyiv : Logos [in Ukrainian].
6. Chepur, H.T., Humeniuk, O.V., & Kharchenko, M.V. (2010). Potentsial zrazkiv pshenytsi ozymoi svitovoho henofondu za tryvalistiu vehetatsiinoho period [Potential of winter wheat accessions in the global gene pool by length of growing season]. *Scientific and technical bulletin of the Myronivka Wheat Institute named after V.M. Remeslo,* 10, 31–39 [in Ukrainian].
7. Voloshchuk, S.I., & Yurchenko, T.V. (2015). Minlyvist oznaky dovzhyna stebla u hibrydno-mutantnykh populiatsiiakh pshenytsi miakoi ozymoi [Variability of the stem length trait in hybrid mutant populations of soft winter wheat]. *Herald of agricultural science*, 5, 36–40 [in Ukrainian].
8. Yeryniak, M.I., Lyfenko, S.P., & Narhan, T.P. (2009). Rezultaty selektsii korotkosteblovykh, ekolohichno plastychnykh sortiv ozymoi miakoi pshenytsi [Results of breeding short stem, ecologically plastic winter wheat varieties]. *Taurian Scientific Herald*, 64, 56–62 [in Ukrainian].
9. Lozinskyi, M.V., Ustynova, H.L., & Samoilyk, M.O. (2021). Vplyv henotypu na fenotypovu minlyvist dovzhyny holovnoho stebla pshenytsi miakoi ozymoi [Effect of genotype on phenotypic variability in main stem length in winter bread wheat]. *Genetics and Plant Breeding – From Molecule to Variety.* Kyiv [in Ukrainian].
10. Orliuk, A.P., & Kolesnikova, N.D. (2001). Minlyvist vysoty roslyn ozymoi pshenytsi u nashchadkiv v riznospriamovanykh doboriv [Variability of the plant height of winter wheat in the progeny of multi-directional selections]. *Modern methods of genetics, biotechnology and plant breeding*. Kharkiv [in Ukrainian].
11. Narhan, T.P. (2015). Dynamika rostu mizhvuzlia ta hospodarsko-korysni oznaky u riznykh za skorostyhlistiu sortiv pshenytsi ozymoi miakoi [Dynamics of internode growth and economic traits of winter wheat varieties with different maturity]. *Irrigated farming*, 64, 168–172 [in Ukrainian].
12. Lyfenko, S., Nakonechnyi, M., & Narhan, T. (2021). Osoblyvosti selektsii sortiv pshenytsi miakoi ozymoi stepovoho ekotypu u zviazku zi zminamy klimatu v umovakh pivdnia Ukrainy [Peculiarities of the steppe ecotype of soft winter wheat varieties bred in connection with climate change in the conditions of southern Ukraine]. *Herald of agricultural science*, 3 (99), 53–62 [in Ukrainian].
13. Khomenko, T.M., & Fedorenko, M.V. (2011). Dovzhyna kolosonosnoho mizhvuzlia ta koreliatsiinyi zviazok z hospodarsko tsinnymy oznakamy u mutantnykh linii pshenytsi ozymoi [Spikelet internode length and correlation with economically valuable traits in winter wheat mutant lines]. *Agrobiology,* 6, 26–31 [in Ukrainian].
14. Mazur, V.A., Pantsyreva, H.V., & Kopytchuk, Yu.M. (2020). Formuvannia anatomo-morfolohichnoi budovy stebla ozymoi pshenytsi zalezhno vid tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu [Formation of anatomical and morphological structure of winter wheat stem in dependence on technological methods of cultivation in conditions of right bank Forest-steppe]. *Feeds and Feed Production*, 89, 93–101. [in Ukrainian].
15. Lykhochvor, V.V., & Prots, R.R. (2006). Ozyma pshenytsia [Winter wheat]. Lviv: SPC «Ukrainian Technologies» [in Ukrainian].
16. Burdeniuk-Tarasevych, L.A., Lozinskyi, M.V., & Dubova O.A. (2015). Osoblyvosti formuvannia dovzhyny stebla u selektsiinykh nomeriv pshenytsi ozymoi zalezhno vid yikh henotypiv ta umov vyroshchuvannia [Peculiarities of stem length development in winter wheat breeding accessions depending on their genotypes and growing conditions]. *Agrobiology*, 1, 11–15 [in Ukrainian].
17. Jaleel, C.A.P., Wahid, A., Farooq, M., Somasundaram, R., & Panneerselvam, R. (2009). Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigment composition. *Int. J. Agric. Biol*, 11, 100–105
18. Zhuk, O.I. (2015). Rostovi protsesy u stebli ozymoi pshenytsi za riznoho zabezpechennia mineralnym zhyvlenniam [Growth processes in the stem of winter wheat under different levels of mineral nutrition]. *Factors of experimental evolution of organisms*, 16, 110–113 [in Ukrainian].
19. Lozinskyi, M.V. (2021). Koreliatsiini vzaiemozviazky dovzhyny kolosonosnoho mizhvuzlia z kilkisnymy oznakamy i vrozhainistiu zerna u pshenytsi miakoi ozymoi [Correlations of spikelet internode length with quantitative traits and grain yield in soft winter wheat]. *Candidate's thesis.* Bila Tserkva [in Ukrainian].
20. Kryvoruchko, L.M. (2020). Minlyvist hospodarsko-tsinnykh oznak ta osoblyvosti doboru na produktyvnist pshenytsi ozymoi v stresovykh umovakh seredovysh-

cha [*Variability of agronomic-valuable traits and features of selection for productivity of winter wheat in stressful environmental conditions*]. Qualifying scientific work. Sumy National Agrarian University. Sumy [in Ukrainian].
21. Hoptsii, T.I., & Proskurin, M.V. (2003). Henetyko-statystychni metody v selektsii [Genetic and statistical methods in breeding]. Kharkiv [in Ukrainian].
22. Opria, A.T., Dorohan-Pysarenko, L.O., Yehorova, O.V., & Kononenko, Zh.A. (2014). Statystyka [Statistika]. Kyiv : Center of educational literature [in Ukrainian].
23. Lykhochvor, V.V., Petrychenko, V.F., & Ivashchuk, P.V. (2008). *Zernovyrobnytstvo [Grain production].* Lviv: SPC «Ukrainian Technologies» [in Ukrainian].
24. Lozinskyi, M.V., Burdeniuk-Tarasevych, L.A., & Lozinska, T.P. (2021). Adaptyvnist selektsiinykh nomeriv pshenytsi miakoi ozymoi za dovzhynoiu druhoho zverkhu mizhvuzlia [Adaptability of soft winter wheat breeding numbers by length of the second internode from the top]. *Basic, rare and non-traditional plant species – from study to development*. Kruty, Chernihiv region [in Ukrainian].

Філіцька О. О., Лозінський М. В. Вплив метеорологічних умов і генотипу на формування порядкових міжвузлів головного стебла в різних за висотою сортів пшениці м'якої озимої

Створення сортів з високим продуктивним потенціалом, стійких до мінливих умов навколишнього середовища, є одним із першочергових завдань сучасної селекції. **Мета дослідження.** Порівняльна оцінка різних за висотою сортів пшениці м'якої озимої за довжиною головного стебла та окремими міжвузлями, а також встановлення особливостей їх формування і мінливості, залежно від метеорологічних умов та генотипу. **Методи.** У 2019−2022 рр. в умовах дослідного поля навчально-виробничого центру Білоцерківського НАУ досліджували сорти пшениці м'якої озимої, які відповідно міжнародного класифікатора РЕВ роду *Triticum* L., згідно даних оригінаторів, були розподілені на групи за висотою рослин. Біометричний аналіз проводили за середнім зразком 25 рослин у трикратній повторності, відповідно до загальноприйнятих методик. **Результати.** Формування міжвузлів стебла пшениці м'якої озимої у 2019–2022 рр. відбувалося в складних гідротермічних умовах, які суттєво впливали на їх довжину. Довжина порядкових міжвузлів різних за висотою сортів характеризувалась певними відмінностями. У середньорослого сорту І групи Лісова пісня частка другого, третього та четвертого міжвузлів була найменшою серед усіх досліджуваних генотипів – 8,6; 13,4 та 22,8% відповідно, при цьому визначено максимальний вклад колосоносного міжвузля – 51,4%. Високорослий сорт Одеська 267 відзначався найбільшим впливом третього та четвертого міжвузля – 17,6 і 26,9% відповідно, за найменшої частки п'ятого у формуванні довжини стебла – 40,4%.

Висновки. Дослідженнями встановлено, що за однакових метеорологічних умов більшість низькорослих сортів ІІ групи і середньорослих І формують меншу довжину першого, другого і третього міжвузлів у порівнянні з середньорослими ІІ групи і високорослими. Водночас, максимальні показники першого-четвертого міжвузлів визначено в більшості високорослих сортів, а п'ятого в середньорослих І і ІІ груп.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, сорт, довжина стебла, довжина міжвузля, висота рослин, групи сортів.

Filitska O.O., Lozinskyi M.V. Influence of meteorological conditions and genotype on the formation of ordinal internodes of the main stem in different in heights varieties of soft winter wheat.

Purpose. Comparative evaluation of different groups of soft winter wheat varieties by the length of the main stem and individual internodes, as well as determination of their formation and variability, depending on meteorological conditions and genotype. **Methods.** In 2019–2022, in the experimental field of the BNAU Educational and Production Centre, soft winter wheat varieties were studied, divided into groups by plant height according to the international council for mutual economic assistance classification of the genus *Triticum* L. The biometric analysis was carried out on an average sample of 25 plants in triplicate, in accordance with generally accepted methods. **Results.** The formation of winter bread wheat stem internodes occurred under difficult hydrothermal conditions, which significantly affected their length. The length of the ordinal internodes of the different height varieties was characterised by certain differences. In the medium-sized variety of group I, Lisova Pisnia, the proportion of the second, third and fourth internodes was the smallest among all the genotypes studied – 8.6, 13.4 and 22.8%, respectively, while the maximum contribution of the spikelet internode was 51.4%. The tall variety Odeska 267 was characterised by the greatest influence of the third and fourth internodes – 17.6 and 26.9%, respectively, and the smallest contribution of the fifth internode to the development of stem length – 40.4%. **Conclusions.** Studies have shown that, under the same meteorological conditions, most short varieties of group II and medium varieties of group I form a shorter length of the first, second and third internodes than medium varieties of group II and tall varieties. At the same time, the maximum indices of the first to fourth internodes were found in most of the tall varieties, and of the fifth internode in the medium-sized varieties of groups I and II.

Key words: soft winter wheat, variety, stem length, internode length, plant height, variety groups.

УДК 631.527:633.34:631.6 (477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.19

ПРОЯВ І МІНЛИВІСТЬ ОЗНАКИ «КІЛЬКІСТЬ БОБІВ НА ПРОДУКТИВНИХ ВУЗЛАХ РОСЛИНИ» У ГІБРИДІВ ТА СОРТІВ СОЇ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ

БАЗИЛЕНКО Є.О. – здобувач наукового ступеня доктора філософії
orcid.org/0000-0002-7550-4102
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
ЛАВРИНЕНКО Ю.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0001-9442-8793
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Головна зернова бобова культура світового землеробства соя культурна (*Glycine max* (L.) Merr.), яку називають культурою XXI століття, знаходиться в центрі уваги світової аграрної науки і виробництва як важливе джерело продовольчих, кормових ресурсів і потужний біологічний фіксатор азоту атмосфери. Вона потужно увійшла в світове землеробство, відіграє стратегічну роль у розв'язанні глобальної продовольчої проблеми [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні соя за останні роки стала основною зернобобовою культурою, валовий збір якої перевищує 4 млн тонн. Приріст валових зборів забезпечується, перш за все, позитивній динаміці зростання урожайності, яка на сьогодні перевищує 2 т/га [2].

Приріст урожайності сої проходить завдяки впровадженню нових сортів, адаптованих до певних агроекологічних зон та технологій. Задача створення високопродуктивних сортів полягає в досягненні оптимального сполучення основних елементів структури врожаю, максимального контролю дії негативних факторів, можливо більшого подолання різниці між біологічною та господарською продуктивністю. Кожному сорту властиві певні прояви і взаємозв'язок елементів структури насіннєвої продуктивності рослин, ступінь мінливості і наявність найбільш характерних з них, які у межах сорту найменше змінюються. Рівень продуктивності залежить від кількісного прояву усіх елементів її структури і зв'язку їх як між собою, так і з іншими ознаками рослин, а стійкість їх прояву – від особливостей характерних елементів і ступеня їх варіювання. В селекції сої набуває актуальності створення сортів інтенсивного типу з урожайністю насіння понад 4,0–4,5 т/га [3].

Така врожайність, в межах 4–5 т/га, може бути реалізована в умовах зрошення півдня України, який характеризується високим забезпеченням тепловими ресурсами, наявністю науково-обгрунтованих технологій вирощування з оптимізованими режимами зрошення та живлення [4]. Саме тому головним чинником підвищення вурожайності сої в умовах зрошення постають селекційні розробки в напряму удосконалення методів добору сортів з високою потенційною продуктивністю. Встановлення факторіальних ознак, за якими необхідно проводити добори в гібридних популяціях на високу продуктивність, має важливе значення для підвищення результативності селекції [5; 6]. Оцінка селекційної і генетичної цінності вихідного матеріалу за макроознаками повинна бути орієнтована на конкретні програми селекції. Це передбачає, в першу чергу, оцінку за конкретними ознаками і властивостями, що є об'єктами селекції конкретних культур. Особливий підхід має бути до оцінки селекційної цінності за макроознаками, які визначають їх кореляцію з урожайністю, комерційну вартість сорту [7].

Південний регіон України, за умов зрошення, не має обмежень на тепловий, поживний і водний режими, що дозволяє використовувати генетичний потенціал сортів сої всіх груп стиглості. Одним із напрямів створення таких сортів сої є залучення в схрещування зразків контрастних за групами стиглості та відмінних за генетичним походженням. Всебічне вивчення елементів продуктивності та їх зв'язків з господарсько-цінними ознаками можуть бути використані при удосконаленні моделей сорту для конкретних агрокліматичних зон та визначенні ефективних візуальних параметрів добору за складовими ознаками продуктивності. Вивчення особливостей прояву та мінливості складових елементів продуктивності у сортів сої є основним змістом для розробки теорії добору з урахуванням специфіки агроекологічних умов зони, для якої вони створюються. Однією із головних ознак в структурі рослини, що обумовлює продуктивність сорту, є кількість бобів на продуктивних вузлах рослини.

Мета. Визначення прояву ознаки «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» у сортів сої, батьківських компонентів та гібридів, встановити рівень мінливості в гібридних комбінаціях F_1–F_4 та визначення ефективності доборів на урожайність за показником «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» з гібридних популяцій F_2–F_5.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили на експериментальній базі Інституту зрошуваного землеробства НААН (м.Херсон) протягом 2007-2021 рр. Вивчали сорти конкурсного сортови-

пробування, колекційні зразки, що різнились за групами стиглості та походженням, гібриди F_1 та гібридні популяції F_2–F_5. Добори за ознакою «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» проводились в популяціях F_2–F_5. У розсадник гібридизації включались кращі за комплексом господарсько-цінних ознак і властивостей сорти і лінії різних груп стиглості. Досліди проводилися в умовах зрошення. Методика досліджень загальноприйнята для умов зрошення та селекційних досліджень по сої [8].

Результати досліджень. Аналіз прояву та мінливості ознаки «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» у сортів конкурсного сортовипробування показав, що існує досить значна амплітуда мінливості за цим показником (табл. 1). Розмах мінливості сортів був вищим у скоростиглій та середньостиглій групі. Максимальні значення кількості бобів на вузлах рослини відмічені у сортів скоростиглої та середньостиглої групи у 2008 р. – 5,20 та 4,70 штук відповідно. Дещо поступались сорти сої за проявом ознаки у 2009 році. У групі пізньостиглих сортів були найвищі показники – 4,50 у 2008 році. Істотно поступалась за цією ознакою середньостигла та пізньостигла група сортів у посушливий 2007 рік, що стало наслідком неможливості реалізації генетичного потенціалу сортів.

Коефіцієнт генотипової варіації (Vg) менше залежав від групи стиглості і досягав високих значень, що вказує на високу можливість проведення ефективних доборів за цією ознакою. Встановлено, що у сої ознака «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» має істотну генотипову варіабельність та має значні відмінності у сортів різних груп стиглості, що може бути передумовою прогнозу ефективного добору за цією факторіальною ознакою.

Таблиця 1

Мінливість ознаки «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» у сортів сої (конкурсне сортовипробування)

2007 рік							
Групи стиглості	X, г	Sx	N	Vg,%	min, г	max, г	Sv
Скоростигла	2,50	0,11	20	20,4	1,10	3,40	3,23
Середньостигла	2,24	0,09	20	18,4	1,50	3,10	2,92
Пізньостигла	1,96	0,08	20	19,6	1,40	2,90	3,10
2008 рік							
Групи стиглості	X, г	Sx	N	Vg,%	min, г	max, г	Sv
Скоростигла	3,59	0,22	20,00	27,0	1,90	5,20	4,28
Середньостигла	3,85	0,17	20,00	19,3	2,60	4,70	3,06
Пізньостигла	3,76	0,12	20,00	14,7	2,90	4,50	2,33
2009 рік							
Групи стиглості	X, г	Sx	N	Vg,%	min, г	max, г	Sv
Скоростигла	3,58	0,07	20,00	8,9	3,00	4,10	1,42
Середньостигла	3,64	0,14	20,00	17,6	2,60	4,50	2,79
Пізньостигла	3,37	0,12	20,00	15,2	2,50	4,20	2,42

Підвищення генотипової різноманітності в популяціях досягається шляхом міжсортової гібридизації, для чого залучаються до схрещувань різні за групою стиглості генотипи. Вихідні форми істотно різнилися за висотою рослини та тривалістю періоду вегетації. До високостеблових, пізньостиглих можна віднести такі сорти як Hodgson, Витязь 50, Аполлон. Низькорослі, скоростиглі – Діона, Юг 30, Київська 91, УСХІ-6.

Важливим інформативним показником ефективності добору є коефіцієнт варіації в поколіннях, що розщеплюються (F_2–F_4). В наших дослідженнях варіювання ознаки в першому поколінні мало низькі значення (8,7–14,3%) і різко збільшуються в наступних генераціях до 23–24% (табл. 2). Особливо перспективними за генотиповою мінливістю є комбінації з залученням контрастних за висотою батьківських форм – Київська 91/Аполлон, УСХІ-6/Витязь50, Evans/Аполлон, у яких варіювання ознаки в другій-четвертій генераціях перевищувало 20%. Це передбачує високе генотипове різноманіття у цих популяцій і проведення ефективного добору. Характерним є те, що найбільш висока мінливість була зафіксована в F_3. Це може бути наслідком недостатньої гомозиготності в другому поколінні, можливого підсвідомого добору певного морфотипу у процесі пересіву та дією природного добору у напряму найбільш адаптованих до агроекологічних умов генотипів сої, що мають високий коефіцієнт розмноження.

При схрещуванні форм, що значно розрізняються за висотою рослини та групою стиглості, успадкування ознаки «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» носило переважно проміжний характер в F_1–F_4. Це такі гібриди: Юг 30/Витязь 50, Київська 91/Аполлон, УСХІ-6/Витязь50. Абсолютне значення ознаки «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» у більшості гібридів максимальним було в F_1 і поступово зменшувалось до F_4, що пов'язано з процесом розщеплення, гомозиготизації та зменшенням ефекту гетерозису.

Високий рівень генотипового варіювання ознаки «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» свідчить про можливість проведення ефективних доборів з гібридних популяцій за цією ознакою. Було встановлено високу кореляцію цієї ознаки з масою зерна з рослини ($r \geq 0,85$) та урожайністю зерна сортів сої ($r \geq 0,79$). Встановлені кореляції дозволили прогнозувати перспек-

Таблиця 2

Параметри мінливості гібридів сої і їх батьківських форм за ознакою «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» (2009–2012 рр.)

Комбінація схрещування	Кількість бобів на продуктивних вузлах рослин сої						Коефіцієнт варіації, %			
	♀	♂	F_1	F_2	F_3	F_4	F_1	F_2	F_3	F_4
Діона / Фаетон	2,67	3,67	4,76	4,50	4,37	4,40	7,1	12,1	17,3	16,4
Юг 30/3147(3)91	2,89	4,05	5,10	4,12	4,28	4,15	6,5	14,7	18,4	19,0
Юг 30/Фаетон	2,89	3,67	4,85	3,57	3,78	3,40	9,3	17,6	20,2	17,1
Юг 30/Витязь 50	2,89	4,12	4,83	4,54	4,12	4,21	8,1	15,4	21,4	19,3
Юг 40/Аполлон	3,54	4,32	4,60	4,59	4,35	4,50	73	20,1	25,7	19,4
УСХІ-6/Витязь50	3,43	4,12	5,34	5,23	5,04	4,88	9,4	18,3	22,8	18,7
УСХІ-6/Фаетон	3,43	3,67	4,62	4,45	4,53	3,79	8,9	20,2	21,6	20,6
Evans/Аполлон	4,13	4,32	5,11	5,07	5,06	4,76	8,2	18,4	24,5	21,0

тивність доборів на підвищення врожайності насіння використовуючи факторіальну ознаку «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин». Добір за цією ознакою досить простий, його можливо проводити візуально в польових умовах, оскільки немає необхідності проводити додаткові виміри. Додаткове бракування доборів можна проводити за масою зерна з рослини після обмолоту індивідуальних доборів елітних рослин, що були відібрані візуально в польових умовах.

Використання цієї ознаки в якості маркера при доборах на урожайність показало достатньо високу результативність. З гібридних популяцій F_2–F_5 за показником «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» проводили добори елітних рослин. Результати випробувань індивідуальних доборів в селекційному розсаднику показали, що у більшості гібридних популяцій більший відсоток високопродуктивних генотипів можна отримати доборами у популяціях третього та четвертого покоління (табл. 3). З доборів проведених в популяціях F_3 частка сімей, що перевищувала стандарт за врожайністю насіння, знаходилась у межах 25,8–32,6%. У другому поколінні гібридів ефективність доборів була у 1,3–1,7 разів нижчою, що пояснюється наявністю в F_2 високої гетерозиготності та можливого прояву конкурсного гетерозису, що не проявляється в наступній генерації (в селекційному розсаднику). Висока ефективність добору на урожайність насіння за показником «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» була також у популяціях F_4 та F_5. Проте, проведення доборів в пізніх поколіннях призводить до значного збільшення терміну створення сортів, а також можливої негативної дії природного негативного добору, що спрямований на виживання «дикого типу» генотипів з низькою врожайністю та високою адаптивністю на виживання.

Таблиця 3

Ефективність доборів з гібридних популяцій сої F_2 – F_5 за показником «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» (селекційний розсадник, 2011-2014 рр.)

Група стиглості	Частка сімей, що перевищили стандарт за урожайністю насіння за доборів з F_2... F_5, %				Проведено доборів сімей, шт.
	F_2	F_3	F_4	F_5	
Діона / Фаетон	15,7	27,5	26,3	24,5	180
Юг 30 / Фаетон	18,3	32,6	30,3	29,0	156
Київська 91/ Аполлон	21,0	30,5	31,0	29,7	214
УСХІ-6/ Витязь50	17,8	29,4	27,6	25,2	211
Юг 40/ Аполлон	19,4	25,8	26,3	24,1	224
УСХІ-6/ Фаетон	17,3	28,7	29,2	24,7	211
Evans/ Аполлон	16,4	27,5	25,0	24,6	206

Подальші випробування кращих ліній в контрольному розсаднику показало перспективність доборів на урожайність та технологічність за ознакою «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» (табл. 4). Кращі скоростиглі номерні лінії (Діона / Фаетон, Юг 30 / Фаетон) перевищували стандарт за урожайністю насіння на 0,19–0,66 т/га. В середньостиглій групі вдалось отримати генотипи з урожайністю насіння 4,35–4,41 т/га. Найбільш результативними добори отримані з гібридних популяцій Київська 91/Аполлон, Юг 40/Аполлон. Найбільша урожайність насіння сої була отримана в пізньостиглій групі – 5,12–5,18 т/га. Елітні лінії були добрані з гібридних популяцій УСХІ-6/Фаетон, Evans/Аполлон. Вони мали показники висоти рослин та висоти кріплення нижнього бобу відповідно до технологічних вимог.

Результати аналізу ліній досліджених в розсаднику попереднього сортовипробування показують що найбільш вдалими виявилися наступні комбінації гібридних схрещувань: Діона/Фаетон, Юг 30/Фаетон, Київська 91/Аполлон, Юг 40/Аполлон, УСХІ-6/Фаетон, Evans/Аполлон. Ці комбінації були створені за участі контрастних за походженням та тривалістю періоду вегетації

Таблиця 4

Господарсько-цінні ознаки ліній контрольного розсадника, що добрані за показником «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» (2018–2021 рр.)

Лінія	Комбінація	Період вегетації, діб		Висота, см		Урожайність, т/га	
		лінії	відхил. від станд.	Нижнього бобу	рослин	лінії	відхил. від станд.
Скоростиглий стандарт, Діона		85	×	17,4	104,7	3,39	–
(321)11	Діона /Фаетон	88	+3	17,6	116,1	3,58	+0,19
(330)11	Юг 30 /Фаетон	91	+6	15,0	112,4	4,05	+0,66
Середньостиглий стандарт, Юг 40		117	×	21,5	129,1	3,51	–
(348)11	Київська 91/Аполлон	119	+2	18,5	140,5	4,41	+0,90
(351)11	Юг 40/Аполлон	118	+1	20,2	142,7	4,35	+0,84
Пізньостиглий ст., Витязь 50		122	×	22,2	151,1	3,75	–
(372)11	УСХІ-6/Фаетон	125	+3	22,4	158,7	5,12	+1,37
(384)11	Evans/Аполлон	127	+5	23,7	159,8	5,18	+1,43
$НІР_{05}$						0,245	

батьківських компонентів. Добори з цих гібридних популяцій показали високу ефективність селекції на урожайність за факторіальним показником «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» мали найбільший вагомий відсоток виходу елітних сімей.

Висновки. Встановлено, що у сої ознака «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» має істотну генотипову варіабельність та має значні відмінності у сортів різних груп стиглості, що може дозволити прогнозувати ефективність добору за цією факторіальною ознакою. Найбільший вихід високоврожайних генотипів, що добирались за показником «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин», отримано з популяцій F_3, тому проведення інтенсивних доборів на продуктивність сої в умовах зрошення за показником «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» необхідно починати з третього покоління. Встановлені позитивні кореляції урожайності та тривалості періоду вегетації, що вказує на необхідність проведення доборів на продуктивність у відокремлених групах стиглості. Для створення нових високоврожайних сортів сої в умовах зрошення з урожайністю 3,5–5,5 т/га перспективно використовувати у схрещуваннях сортозразки, контрастні за групами стиглості та генетичним родоводом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Клубук В. В., Боровик В. О. Створення вихідного матеріалу для селекції сої на адаптивність в умовах зрошення півдня України : монографія. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. 180 с.
2. Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Шаповал О. С., Панченко С. С. Сучасний стан та перспективи насінництва сої в Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2020. № 4. С. 45–52. https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.05.
3. Кириченко В. В., Рябуха С. С., Кобизєва Л. Н., Посилаєва О. О., Чернишенко П. В. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) : монографія. Харків : Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, 2016. 400 с.
4. Vozhehova R. A., Lavrynenko Y. O., Kokovikhin S. V., Lykhovyd P. V., Biliaeva I. M., Drobitko A. V., Nesterchuk V. V. Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations. *Journal of Water and Land Development*. Polish Academy of Sciences (PAN) in Warsaw. 2018. No. 39 (X–XII). P. 147–152. DOI: 10.2478/jwld-2018-0070 http://www.itp.edu.pl/wydawnictwo/journal
5. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю. Адаптивний потенціал і стресостійкість сучасних сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 113. С. 85–91.
6. Кучеренко Є. Ю. Колекційні зразки сої як джерела високої продуктивності для селекції. *Генетичні ресурси рослин*. Харків: Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, 2017. № 20. С. 55–62.
7. Agashe Nehatai Wamanrao, Vinod Kumar and Dronkumar Meshram. Correlation and Path Coefficient Analysis of Grain Yield and its Growth Components in Soybean (*Glycine max*. L.). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 2020. Vol. 9(3). P. 2445-2451. doi: https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.903.280
8. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліду (зрошуване землеробство). Херсон : Грінь Д.С., 2014. 448 с.

REFERENCES

1. Vozhegova, R.A., Lavrynenko, Yu.O., Marchenko, T.Yu., Klubuk, V.V., & Borovyk, V.O. (2021). *Stvorennia vykhidnoho materialu dlia selektsii soi na adaptyvnist v umovakh zroshennia pivdnia Ukrainy [Creation of source material for soybean selection for adaptability under irrigation conditions of southern Ukraine].* Kherson : OLDI-PLUS, 180 [in Ukrainian].
2. Bilyavska, L.G., Bilyavskyi, Yu.V., Shapoval, O.S., & Panchenko, S.S. (2020). Suchasnyi stan ta perspektyvy nasinnytstva soi v Lisostepu Ukrainy. Current status and prospects of soybean seed production in the Forest Steppe of Ukraine. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy, 4,* 45–52. https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.05 [in Ukrainian].
3. Kirichenko, V.V., Ryabukha, S.S., Kobizuva, L.N., Posilajva, O.O., & Chernishenko, P.V. (2016). *Soia (Glycine max (L.) Merr.) [Soybean (Glycine max (L.) Merr.)].* Kharkiv: Institute of Roslinitstva im. V.Ya. Yurieva NAAN, 400 [in Ukrainian].

4. Vozhehova, R.A., Lavrynenko, Y.O., Kokovikhin, S.V., Lykhovyd,P.V.,Biliaeva,I.M.,Drobitko,A.V.,&Nesterchuk,V.V. Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations. *Journal of Water and Land Development*. Polish Academy of Sciences (PAN) in Warsaw. 2018. No. 39 (X–XII). P. 147–152. doi: 10.2478/jwld-2018-0070 [in English].
5. Melnyk, A.V., Romanko, Yu.O., & Romanko, A.Yu. (2020). Adaptyvnyi potentsial i stresostiikist suchasnykh sortiv soi [Adaptive potential and stress resistance of modern soybean varieties]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Tavrii Scientific Bulletin*, *113*, 85–91 [in Ukrainian].
6. Kucherenko, E.Yu. (2017). Kolektsiini zrazky soi yak dzherela vysokoi produktyvnosti dlia selektsii [Collection samples of soybeans as sources of high productivity for breeding]. *Henetychni resursy roslyn – Genetic resources of plants*. Kharkiv: Institute of plant breeding named after V.Ya. Yurieva, 20, 55–62 [in Ukrainian]
7. Agashe Nehatai Wamanrao, Vinod Kumar & Dronkumar Meshram. (2020). Correlation and Path Coefficient Analysis of Grain Yield and its Growth Components in Soybean (*Glycine max*. L.). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 9*(3). 2445-2451. doi: https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.903.280 [in English].
8. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2009). *Dyspersiinyi i koreliatsi – inyi analiz rezultativ polovykh doslidiv [Dispersion and correlation analysis of the results of field experiments].* Kherson: Grin D.S., 448 [in Ukrainian].

Базиленко Є. О., Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю.О. Прояв і мінливість ознаки «кількість бобів на продуктивних вузлах рослини» у гібридів та сортів сої різних груп стиглості

Мета. Визначення прояву ознаки «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» у сортів сої, батьківських компонентів та гібридів, встановити рівень мінливості в гібридних комбінаціях F_1–F_4 та визначення ефективності доборів на урожайність за показником «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» з гібридних популяцій F_2–F_5. **Методи.** Польовий дослід, методи математичної статистики. **Результати.** Максимальні значення кількості бобів на вузлах рослини відмічені у сортів скоростиглої та середньостиглої групи у 2008 р. – 5,20 та 4,70 штук відповідно. Дещо поступались сорти сої за проявом ознаки у 2009 році. У групі пізньостиглих сортів були найвищі показники – 4,50 у 2008 році. Істотно поступалась за цією ознакою середньостигла та пізньостигла група сортів у посушливий 2007 рік, що стало наслідком неможливості реалізації генетичного потенціалу сортів. Важливим інформативним показником ефективності добору є коефіцієнт варіації в поколіннях, що розщеплюються (F_2–F_4). В наших дослідженнях варіювання ознаки в першому поколінні мало низькі значення (8,7–14,3%) і різко збільшуються в наступних генераціях до 23–24% (табл. 2). Особливо перспективними за генотиповою мінливістю є комбінації з залученням контрастних за висотою батьківських форм – Київська 91/Аполлон, УСХІ-6/Витязь50, Evans/Аполлон, у яких варіювання ознаки в другій-четвертій генераціях перевищувало 20%. Це передбачує високе генотипове різноманіття у цих популяцій і проведення ефективного добору. Характерним є те, що найбільш висока мінливість була зафіксована в F_3. Це може бути наслідком недостатньої гомозиготності в другому поколінні, можливого підсвідомого добору певного морфотипу у процесі пересіву та дією природного добору у напряму найбільш адаптованих до агроекологічних умов генотипів сої, що мають високий коефіцієнт розмноження. Результати аналізу ліній досліджених в розсаднику попереднього сортовипробування показують що найбільш вдалими виявилися наступні комбінації гібридних схрещувань: Діона/Фаетон, Юг 30/Фаетон, Київська 91/Аполлон, Юг 40/Аполлон, УСХІ-6/Фаетон, Evans/Аполлон. Ці комбінації були створені за участі контрастних за походженням та тривалістю періоду вегетації батьківських компонентів. Добори з цих гібридних популяцій показали високу ефективність селекції на урожайність за факторіальним показником «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» мали найбільший вагомий відсоток виходу елітних сімей. **Висновки.** Встановлено, що у сої ознака «кількість бобів на продуктивних вузлах рослин» має істотну генотипову варіабельність та має значні відмінності у сортів різних груп стиглості, що може дозволити прогнозувати ефективність добору за цією факторіальною ознакою. Встановлені позитивні кореляції урожайності та тривалості періоду вегетації, що вказує на необхідність проведення доборів на продуктивність у відокремлених групах стиглості. Для створення нових високоврожайних сортів сої в умовах зрошення з урожайністю 3,5–5,5 т/га перспективно використовувати у схрещуваннях сортозразки, контрастні за групами стиглості та генетичним родоводом.

Ключові слова: соя, батьківська форма, гібриди, кількість бобів, урожайність, селекція.

Basilenko E. O., Marchenko T. Yu., Lavrynenko Yu. O. Manifestation and variability of the trait "number of beans on the productive nodes of the plant" in hybrids and soybean varieties of different maturity groups

The purpose determining the manifestation of the trait "number of beans on productive nodes of plants"in soybean varieties, parental components and hybrids, establishing the level of variability in hybrid combinations F1–F4 and determining the effectiveness of selections for productivity based on the indicator "number of beans on productive nodes of plants" from hybrid populations F2– F5. **Methods**. Field experiment, methods of mathematical statistics. **Results.** The maximum values of the number of beans on the nodes of the plant were noted in varieties of the early and mid-ripening group in 2008 – 5.20 and 4.70 pieces, respectively. In 2009, soybean varieties were somewhat inferior in terms of symptom manifestation. The group of late-ripening varieties had the highest indicators – 4.50 in 2008. The mid-ripening and late-ripening group of varieties was significantly inferior in terms of this feature in the dry year of 2007, which was a consequence of the impossibility of realizing the genetic potential of the varieties. An important informative indicator of selection efficiency is the coefficient of variation in the splitting generations (F2–F4). In our studies, trait variation in the first generation had low values (8.7–14.3%) and sharply increased in subsequent generations to 23–24% (Table 2). Particularly promising in terms of genotypic variability are the combinations involving height-contrasting parental forms – Kyivska 91/Apollon, USKHI-6/Vityaz50, Evans/Apollon, in which the trait variation in the second to fourth generations exceeded 20%. This implies high genotypic diversity in these populations and effective selection. It is

characteristic that the highest variability was recorded in F3. This may be a consequence of insufficient homozygosity in the second generation, possible subconscious selection of a certain morphotype in the process of reseeding, and the effect of natural selection in the direction of soybean genotypes that are most adapted to agro-ecological conditions and have a high reproduction ratio. The results of the analysis of the lines studied in the nursery of the preliminary variety test show that the following combinations of hybrid crossings turned out to be the most successful: Diona/Phaeton, Yug 30/Phaeton, Kyivska 91/Apollon, Yug 40/Apollon, USKHI-6/Phaeton, Evans/Apollon. These combinations were created with the participation of parental components contrasting in origin and duration of the vegetation period. Selections from these hybrid populations showed a high efficiency of selection for productivity according to the factorial indicator “the number of beans on the productive nodes of plants” had the highest weighted percentage of the output of elite families. **Conclusions.** It was established that in soybean, the trait “number of beans on productive nodes of plants” has significant genotypic variability and significant differences in varieties of different maturity groups, which can allow predicting the effectiveness of selection based on this factorial trait. Positive correlations of productivity and duration of the vegetation period were established, which indicates the need to carry out selections for productivity in separate maturity groups. In order to create new high-yielding soybean varieties under irrigation conditions with a yield of 3.5–5.5 t/ha, it is promising to use variety samples contrasting in maturity groups and genetic pedigree in crossings.

Key words: soy bean, parental form, hybrids, number of beans, productivity, selection.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

АЛЄКСЄЄНКО Є.В. 78
АНТАЛ Т.В. 22
БАГАН А.В. 73
БАЗИЛЕНКО Є.О. 128
БІДНИНА І.О. 5
БІЛОУСОВА З.В. 15
БІЛЯВСЬКА Л.Г. 111
ВАКУЛЕНКО В.В. 97
ВОЖЕГОВА Р.А. 5, 83, 89
ГАВРИЛЮК В.М. 97
ГАЙДАЙ А.О. 111
ГАЛЬЧЕНКО Н.М. 89
ГОВЕНЬКО Р.В. 22
ГОРЩАР В.І. 34
ГОСПОДАРЕНКО Г.М. 30
ДИМИТРОВ С. Г. 104
ІЖБОЛДІН О.О. 59
ІРЧУК Є.І. 78
КЕНЄВА В.А. 15
КІРЧУК Є.І. 78
КЛІПАКОВА Ю.О. 15
КОВАЛЕНКО Н.П. 97
КОКОВІХІНА О. С. 83
КОРШЕВНЮК С.П. 40
КРИВЕНКО А.І. 97
КУЛИК М.І. 111
ЛАВРИНЕНКО Ю.О. 128
ЛЕМІШКО С.М. 47
ЛИХОВИД П.В. 5
ЛОЗІНСЬКИЙ М. В. 120
МАРЧЕНКО Т.Ю. 128
МУСІЄНКО Л.А. 30
НАЗАРЕНКО М.М. 34, 53
ОРЕХІВСЬКИЙ В.Д. 97
ПІЛЯРСЬКА О.О. 89
СИПЛИВА Н.О. 111
СІМЧЕНКО О.О. 53
СОЛОГУБ І.М. 59
ТИЩЕНКО А.В. 89
ТИЩЕНКО О.Д. 89
УЛІЗКО П.М. 111
ФІЛІЦЬКА О. О. 120
ФУНДИРАТ К.С. 89
ЦИЛЮРИК О.І. 59
ЧЕРНИХ С.А. 47
ШАКАЛІЙ С.М. 73
ШВЕЦЬ О.М. 67
ЮРЧЕНКО С.О. 73
ЯРЧУК І.І. 47

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України є провідною науково-дослідною установою Півдня України, яка працює над виконанням фундаментальних і прикладних завдань державних науково-технічних програм у галузі зрошуваного та неполивного землеробства, насінництва, рослинництва, захисту рослин, агрохімії, меліорації, механізації та економіки.

СТВОРЮЄМО:

– кращі гібриди кукурудзи, сорти пшениці озимої, сої, помідорів, люцерни та багаторічних трав;
– новітні системи зрошуваного й неполивного землеробства відповідно до спеціалізації господарств;
– елементи раціонального природокористування, збереження родючості ґрунтів і навколишнього середовища за рахунок науково обґрунтованої структури посівних площ, системи сівозмін різної спеціалізації, ґрунтозахисних, енергозберігаючих способів обробітку ґрунту для сільськогосподарських угідь.

ПРОПОНУЄМО:

– широкий асортимент високоякісного насіння сільськогосподарських культур власної селекції та селекції провідних селекційних центрів, адаптованого до умов вирощування на зрошуваних і неполивних землях;
– агрохімічний аналіз ґрунту та технологічні аналізи зерна пшениці, рису, проса, ячменю й інших сільськогосподарських культур (вологість, засміченість, натура, вміст сирої клітковини, хлібопекарські якості борошна, склоподібність, маса 1000 насінин);
– консультації з відбору зразків ґрунту, води, сільськогосподарської продукції для аналізу;
– рекомендації з використання добрив під сільськогосподарські культури;
– консультативно-методичні послуги з питань вирощування основних сільськогосподарських культур.

Запрошуємо всіх бажаючих до співпраці з метою створення міцного науково обґрунтованого фундаменту для розвитку систем зрошуваного й неполивного землеробства у степовій зоні України!

ІНСТИТУТ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
67667, Україна, Одеська область, Одеський район,
смт. Хліободарське, вул. Маяцька дорога, 24
e mail: icsanaas@ukr.net

Наукове видання

АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

Випуск 15

Відповідальний секретар – Грановська Л.М.

Підписано до друку 31.10.2022 р. Формат 60×84 1/8.
Папір офсетний. Гарнітура Arial. Цифровий друк.
Умовно друк. арк. 15,81. Наклад 300. Зам. № 1122/483
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.