

Землеробство та рослинництво: теорія і практика

Випуск 4 (14)

Київ 2024

Наукове видання

Засновник — ННЦ «ІЗ НААН»

«Землеробство та рослинництво: теорія і практика»

науково-теоретичний журнал

Ідентифікатор медіа – R30-03454. Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення від 28.03.2024 р. №1024, протокол №12.

Журнал включено до Переліку наукових фахових видань (категорія «Б») згідно з наказом **МОН України від 07.04.2022 р. № 320.**

У журналі можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та ступеня доктора філософії. Галузь – «Сільськогосподарські науки» за спеціальністю 201 — Агрономія.

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради ННЦ «ІЗ НААН», протокол № 16 від 13 листопада 2024 р.

У журналі висвітлюються наукові статті з питань актуальних проблем аграрної науки.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

КАМІНСЬКИЙ В.Ф.

д. с.-г. н., проф., акад. НААН

Заступник головного редактора

ТКАЧЕНКО М.А.

д. с.-г. н., проф., чл.-кор. НААН

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

KAMINSKYI V.F.

Doctor of Agricultural Sciences, Prof., Acad. of NAAS

Deputy Editor-in-Chief

TKACHENKO M.A.

Doctor of Agricultural Sciences, Prof., Corresponding Member of NAAS

АДАМОВИЧ О.М., ADAMOVYCH O.,
д. с.-г. н. Doctor of Agricultural Sciences

БОЙКО П.І., BOIKO P.I., Doctor of
д. с.-г. н., проф. Agricultural Sciences, Prof.

БЕНДЕР А., BENDER A.,
д. с.-г. н. Doctor of Agricultural Sciences

ВОЛКОГОН В.В., VOLKOHON V.V.,
д. с.-г. н., проф., Doctor of Agricultural Sciences,
акад. НААН Prof., Acad. of NAAS

ГАНГУР В.В., GANGUR V.V.,
д. с.-г. н. Doctor of Agricultural Sciences

ГОЛОДНА А.В., GOLODNA A.V.,
д. с.-г. н. Doctor of Agricultural Sciences

ДЕМИДЕНКО О.В., DEMYDENKO O.V.,
д. с.-г. н. Doctor of Agricultural Sciences

ДМИТРУК Ю.М., DMYTRUK Yu.M.,
д. б. н., проф. Doctor of Biological Sciences,
Prof.

ІВАНІНА В.В., IVANINA V.V.,
д. с.-г. н. Doctor of Agricultural Sciences

КОЛЕСНИКОВ М.О., KOLESNIKOV M.O.,
к. с.-г. н. Candidate of Agricultural Sciences

КОЛОМІЄЦЬ Л.П., KOLOMIETS L.P.,
к. с.-г. н. Candidate of Agricultural Sciences

КУЛІК М., KULIK M.,
д. ф. Doctor of Philosophical Sciences

КУРГАК В.Г., KURGAK V.H.,
д. с.-г. н., проф., Doctor of Agricultural Sciences,
чл.-кор. НААН Prof., Corresponding
Member of NAAS

ЛЕВЧЕНКО О.С., LEVCHENKO O.S.,
д. ф. Doctor of Philosophical Sciences

МАЛИНОВСЬКА І.М., MALYNOVSKA I.M.,
д. с.-г. н., чл.-кор. НААН Doctor of Agricultural Sciences,
Corresponding Member of NAAS

МОЙСІЄНКО В. В., MOISIENKO V.V.,
д. с.-г. н., проф. Doctor of Agricultural Sciences,
Prof.

ПАТИКА В. П., РАТУКА V.P.,
д. б. н., проф., акад. Doctor of Biological Sciences, Prof.,
НААН Acad. of NAAS

РАФІК Іслам, RAFIK I.,
д. ф. Doctor of Philosophical Sciences

РЯБОВОЛ Л. О., RYABOVOL L.O.,
д. с.-г. н., проф. Doctor of Agricultural Sciences,
Prof.

САРУНАЙТЕ Л., SARUNAITE L.,
д. с.-г. н. Doctor of Agricultural Sciences

СЛЮСАР І.Т., д. с.-г. н., SLUSAR I.T.,
проф., чл.-кор. НААН Doctor of Agricultural Sciences,
Prof., Corresponding Member of
NAAS

ТИМОЩУК Т.М., TYMOSHCHUK T.M.,
к. с.-г. н. Candidate of Agricultural Sciences

ФЕДОРЧУК М.І., FEDORCHUK M.I.,
д. с.-г. н., проф. Doctor of Agricultural Sciences,
Prof.

ШЕВЧУК В., SHEVCHUK W.,
д. ф. Doctor of Philosophical Sciences

ШТАКАЛ М.І., SH TAKAL M.,
д. с.-г. н. Doctor of Agricultural Sciences

Адреса редакції:

08162, Київська обл., Фастівський р-н, с-ще Чабани, вул. Машинобудівників, 2-б

E-mail: zbirnik_iz@ukr.net, сайт: www.journal-agriplant.com

Зміст

ЗЕМЛЕРОБСТВО, МЕЛІОРАЦІЯ, ҐРУНТОЗНАВСТВО, АГРОХІМІЯ

Заяць П.С., Пташнік М.М., Брухаль Ф.Й., Цимбал Я.С. ОСОБЛИВОСТІ ФІТОЦЕНОТИЧНОГО ВЗАЄМОВПЛИВУ КУЛЬТУРНИХ ТА СЕГЕТАЛЬНИХ ВИДІВ РОСЛИН В ОРГАНІЧНИХ АГРОЦЕНОЗАХ	5
Демиденко О.В. ҐРУНТОТВОРЕННЯ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ТА МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ЧОРНОЗЕМУ В АГРОЦЕНОЗИ	14
Цимбал Я.С., Бойко П.І., Мартинюк І.В., Якименко Л.П., Бакумова М.В. ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В 6-7-ПІЛЬНИХ СІВОЗМІНАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ	25
Д. В. Літвінов, С.В. Поліщук, С.О.Кудря ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ У СІВОЗМІНАХ ДОВГОЇ ТА КОРОТКОЇ РОТАЦІЙ	33

РОСЛИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЛУКІВНИЦТВО

Панасюк С.С., Слюсар С.М., Крамар О.С. ОСОБЛИВОСТІ СОРТОВОЇ АГРОТЕХНІКИ БУРЯКА КОРМОВОГО В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО ЛІСОСТЕПУ	42
Юла В.М., Дрозд М.О. АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ЯРОЇ У ПІВНІЧНОМУ ЛІСОСТЕПУ	52
Райчук Т.М. ОСНОВНІ ХВОРОБИ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ТА ЗАСТОСУВАННЯ БІОФУНГЦИДІВ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	60
Шляхтурова С.П., Юла В.М., Шляхтуров Д.С. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ОЗИМОЇ ЗА ОРГАНІЧНОГО ВИРОЩУВАННЯ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ	68
Левківський І.В., Вишневська О.В. ОЦІНКА ФІТОСАНІТАРНИХ УМОВ ВИРОБНИЦТВА БАЗОВОЇ НАСІННЕВОЇ КАРТОПЛІ У ЗОНІ ПІВДЕННОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ	76

СЕЛЕКЦІЯ, ГЕНЕТИКА, БІОТЕХНОЛОГІЯ, НАСІННИЦТВО

Кириченко В.В., Луценко Т.М. СЕЛЕКЦІЙНА ОЦІНКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКА, СТІЙКИХ ДО НЕСПРАВЖНЬОЇ БОРОШНИСТОЇ РОСИ	84
Труш С.Г., Парфенюк О.О., Баланюк Л.О., Татарчук В.М. ГІБРИДИЗАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЦЧС ЛІНІЙ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ УМАНСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ В СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОГО СОРТОВИПРОБУВАННЯ «БЕТАІНТЕРКРОС»	92
Гаврилюк І.В., Ковалишина Г.М. ВПЛИВ ПОСУХИ, СПРИЧИНЕНОЇ D-МАНІТОЛОМ, НА ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ	100

Contents

AGRICULTURE, MELIORATION, SOIL SCIENCE, AGROCHEMISTRY

- Zaiats P.S., Ptashnik M.M., Brukhal F.Y., Tsymbal Ya.S.
FEATURES OF THE PHYTOCENOTIC INTERACTION OF CULTURAL AND SEGETAL SPECIES
OF PLANTS IN ORGANIC AGROCOENOSES 5
- Demydenko O.V.
SOIL FORMATION UNDER DIFFERENT METHODS OF CULTIVATION AND MINERAL FERTILIZATION
OF CHERNOZEM IN AGROCENOSIS 14
- Tsymbal Ya. S., Boiko P.I., Martyniuk I.V., Yakymenko L.P., Bakumova M.V.
PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT IN 6-7-FIELD OF THE LEFT BANK FOREST-STEPPE 25
- Litvinov D.V., Polishchuk S.V., Kudria S.O.
PHYTOSANITARY STATUS OF WINTER WHEAT SOWINGS IN LONG AND SHORT ROTATION
CROP ROTATIONS 33

PLANT PRODUCTION, FEED PRODUCTION, GRASSLAND SCIENCE

- Panasyuk S.S., Slyusar S.M., Kramar O.S.
CHARACTERISTICS OF VARIETAL AGRICULTURAL TECHNIQUES OF FORAGE BEET
IN THE CONDITIONS OF THE NORTHERN FOREST STEPPE 42
- Yula V.M., Drozd M.O.
ASPECTS OF INCREASING PRODUCTIVITY OF SOFT SPRING WHEAT
IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE 52
- Raichuk T.M.
THE MAIN DISEASES OF SPRING WHEAT AND THE USE OF BIOFUNGICIDES IN THE NORTHERN
FOREST-STEPPE OF UKRAINE 60
- Shlyakhturova S.P., Yula V.M., Shliakhturov D.S.
FEATURES OF THE WINTER WHEAT SPELT PRODUCTIVITY FORMATION UNDER ORGANIC
CULTIVATION IN THE RIGHT BANK FOREST STEPPE 68
- Levkivskyi I.V., Vyshnevskya O.V.
ASSESSMENT OF PHYTOSANITARY CONDITIONS FOR THE PRODUCTION OF BASIC SEED
POTATOES IN THE SOUTHERN POLISSYA REGION OF UKRAINE 76

PLANT BREEDING, GENETICS, BIOTECHNOLOGY, SEED PRODUCTION

- Kyrychenko V.V., Lutsenko T.M.
BREEDING ASSESSMENT OF EXPERIMENTAL DOWNY MILDEW-RESISTANT SUNFLOWER HYBRIDS 84
- Trush S.H., Parfenyuk O.O., Balanyuk L.O., Tatarchuk V.M.
THE HYBRIDIZATION POTENTIAL OF THE CMS OF SUGAR BEET LINES OF THE UMAN SELECTION
IN THE SYSTEM OF ECOLOGICAL VARIETY TESTING «BETAINTERCROSS» 92
- Havryliuk I.V., Kovalyshyna H.M.
THE EFFECT OF DROUGHT INDUCED BY D-MANNITOL ON THE SEED GERMINATION
OF WINTER WHEAT VARIETIES 100

ОСОБЛИВОСТІ ФІТОЦЕНОТИЧНОГО ВЗАЄМОВПЛИВУ КУЛЬТУРНИХ ТА СЕГЕТАЛЬНИХ ВИДІВ РОСЛИН В ОРГАНІЧНИХ АГРОЦЕНОЗАХ

П.С. Заяць, М.М. Пташнік, Ф.Й. Брухаль, Я.С. Цимбал

ННЦ «ІЗ НААН» (с-ще Чабани, Україна)

Мета. Встановити закономірність формування угруповань сегетальної рослинності у посівах колосових і бобових культур залежно від способу основного обробітку ґрунту і способу вирощування цих культур, а також основні показники і параметри фітотоксичного взаємовпливу культурних рослин і бур'янів. **Методи.** Дослідження проведені впродовж 2021–2023 рр. у стаціонарному польовому досліді на сірому лісовому крупнопилуватому легкосуглинкового ґрунту зі вмістом гумусу в шарі 0–30 см. Вміст гумусу (за Тюриним) на рівні – 1,20%, азоту, що легко гідролізується – 51 мг/кг ґрунту, P_2O_5 та K_2O (за Кірсановим) – 19,0 та 23,0 мг на 1 кг ґрунту, $pH_{КСІ}$ – 5,0 в зерновій сівозміні, яка має таке чергування культур: овес + вика яра – жито озиме + вика озима–пшениця яра + люпин вузьколистий – гречка на фоні двох способів основного обробітку (полицевий 20–22 см, безполицевий на глибину 10–12 см), з висіванням культур у чистому виді і бінарний посів із бобовим компонентом. **Результати.** Найбільше наростання вегетативної маси культури отримані в агроценозі вівса, а також за його сумісного вирощування з викою ярою – 797 і 826 г/м². Збільшення цього показника, порівняно із моновидовим посівом вівса свідчить про підвищення конкурентоспроможності бінарних посівів щодо сегетальних видів. Найвищу протибур'янову дію встановлено на фоні проведення оранки на 20–22 см у моновидових посівах жита озимого та бінарної суміші жита озимого і вики озимої, де кількість бур'янового ценозу становила відповідно 18 і 13 шт./м². Важливим фактором у наших дослідженнях був і спосіб сівби для досліджуваних культур. Так, за бінарних посівів жита індекс конкурентного тиску був найвищий і сягав за полицевого обробітку на 20–22 см – 4,33% і 6,28% за дискування на 10–12 см, що порівняно з іншими варіантами сумішок досліджуваних культур, що зумовлено вищою конкурентоспроможністю цієї культури. Тобто бобовий компонент є додатковим заходом підвищення фітоценотичної активності основної культури проти бур'янів. **Висновки.** Дослідженнями встановлено, що рівень забур'яненості в посівах залежить від біологічних особливостей культур сівозміни і умов за яких їх вирощують, це нам дає можливість рекомендувати використання особливостей жита озимого ценотично впливати на бур'яни з допомогою способу основного обробітку ґрунту в якості оранки на 20–22 см, що зменшує їх шкодочинність у цих посівах на 85,4% в чистому посіві та 90,1% в сумішці з викою озимою.

Ключові слова: монопосіви, бінарні посіви, оранка, безполицевий обробіток, конкурентоспроможність, шкодочинність.

Вступ. Сучасні методи контролювання сегетальної рослинності, які адаптуються для органічного землеробства, мають враховувати едифікаторну роль культурних рослин в агрофітоценозах, передбачати дольову участь бур'янів та частку, яку культура здатна пригнічувати в конкурентних взаємовідносинах. Традиційні механічні протибур'янові заходи мають бути доповнені ефективними ценотичними, які визначають

конкурентоспроможність культурних видів, що дає змогу раціонально використовувати біологічні особливості культур для зниження негативного впливу бур'янів [2–5].

Мета – встановити закономірність формування угруповань сегетальної рослинності у посівах колосових і бобових культур залежно від способу основного обробітку ґрунту і способу вирощування цих культур,

а також основні показники і параметри фітотоксичного взаємовпливу культурних рослин і бур'янів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найбільш поширеною формою взаємовідносин культурних рослин із бур'янами є конкуренція. Вона проявляється передусім у боротьбі за чинники життя рослин: вологу, поживні речовини, сонячну енергію. Саме недобір культурними рослинами цих чинників у процесі росту та розвитку призводить до зниження їх продуктивності [6; 7].

Здатність культур протистояти бур'янам не однакова і залежить від їх біологічних особливостей. Такі культури, як жито озиме, ріпак ярий, вико-вівсяна сумішка, пшениця озима мають високий біологічний потенціал ценотичної стійкості протистояти як однорічним, так і багаторічним бур'янам [6; 7; 10].

За даними досліджень отриманих у зоні Центрального Полісся за суцільної сівби таких культур: пшениця озима, овес + вика яра, ячмінь ярий, ріпак, жито озиме конкурентний тиск культурних рослин на бур'яни виявився значно сильнішим (89,2–92,4%), ніж у бур'янів (9,8–24,9%), що вказує на домінування культурних рослин незалежно від способу обробітку ґрунту [10].

Матеріали та методи досліджень. Дослідження з вивчення впливу обробітку ґрунту на забур'яненість одновидових і змішаних посівів злакових і бобових культур проведено у стаціонарному польовому досліді відділу обробітку ґрунту і контролювання сегетальної рослинності ННЦ «ІЗ НААН», який розташований у північній частині Правобережного Лісостепу України, який було закладено у 2011 р. Ґрунт дослідної ділянки сірий лісовий крупнопилувато-легкосуглинковий за гранулометричним складом. Вміст гумусу (за Тюриним) – 1,20%, P_2O_5 та K_2O (за Кірсановим) – 19,0 та 23,0 мг на 1 кг ґрунту, pH_{KCl} – 5,0.

Агротехніка вирощування культур ланки сівозміни загальноприйнята для зони Лісостепу. Статистичну обробку даних проводили за методиками дисперсійного аналізу з використанням пакета комп'ютерних програм статистичного аналізу AGROS 2.13:

- ступінь пригнічення бур'янів культурою визначали за співвідношенням надземної біологічної маси культури і бур'янів за методикою П. М. Лазаускаса [8];
- едифікаторну роль культури здійснювали за польовими модельними майданчиками (0,25 м²) за схемою: 1 – культура без бур'янів (контроль),

2 – культура з бур'янами, 3 – бур'яни без культури [1];

- конкурентний тиск бур'янів на культурні рослини за індексом конкурентоспроможності, що розраховується за формулою: $IK = (УЧП - УЗП) / УЧП * 100$, де ІК – індекс конкурентоспроможності, %; УЧП – урожай чистого посіву, г/м²; УЗП – урожай забур'яненого посіву, г/м² [9].

Об'єкт дослідження: стаціонарний польовий дослід проводиться за такою схемою: А – основний обробіток ґрунту: оранка на глибину 20–22 см та дискування на 10–12 см; чинник Б – вирощування культур у моновидових та змішаних (бінарних) посівах. Обробіток ґрунту виконано: оранку на 20–22 см агрегатом МТЗ–82+ПЛН–3–35; дискування на 10–12 см – МТЗ–82+АГД–2,4. Сівозміна має таке чергування культур: овес + вика яра–жито озиме + вика озима–пшениця яра + люпин вузьколистий – гречка. Норми висіву суміші зернових колосових і бобових культур сягала 4,0 млн шт./м² за співвідношення компонентів у суміші: зернові колосові – 75%; бобові – 25%. Розмір облікової ділянки – 80 м². Повторність дослідів – триразова, розміщення ділянок систематичне.

Результати та їх обговорення. Отримані результати досліджень із визначення динаміки накопичення біомаси бур'янів показали, що не залежно від способу сівби і основного обробітку ґрунту впродовж вегетації культур кількість і маса бур'янів на всіх варіантах порівняно з ділянками без культурних рослин зменшується. Бур'яни під покривом культури розвиваються слабо, або відмирають у результаті погіршення вологозабезпеченості та нестачі світла. На ділянках без культури, незважаючи на зменшення кількісного складу сегетальної рослинності їх маса була найбільшою. Найбільша маса бур'янів у роки дослідження, як за оранки, так і за дискового обробітку ґрунту формувалась у посівах вівса 975–1044 г/м². Це пов'язано із більшою вологозабезпеченістю ґрунту за відсутності культури та наявності у складі ценозу сегетальної рослинності значної кількості ранніх та пізніх ярих видів бур'янів, як-от редька дика (*Raphanus raphanistrum* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), гірчак березковидний (*Polygonum convolvulus* L.), плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli* (L.) Roem. et Schult.), мишій сизий (*Setaria glauca* L.) та серед багаторічних представників слід виділити осот польовий (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), хвощ польовий

(*Equisetum arvense* L.), березка польова (*Convolvulus arvensis* L.).

Досліджено, що за сумісного зростання культурних рослин і бур'янів їх кількісний склад і біомаса зменшується. Встановлено, що на здатність культурних рослин протистояти бур'янам значною мірою залежить від умов, в яких вони вирощуються і від способу основного обробітку ґрунту. Результати досліджень свідчать, що за оранки культурні рослини краще конкурують із бур'янами, ніж за безполіцевого обробітку. Так, у середньому за 2021–2023 рр. за загальної кількості бур'янів у моновидових посівах вівса 19 шт./м² їх повітряно-суха маса сягала 226 г/м², у моновидових посівах пшениці ярої ці показники відповідно становили 53 шт./м² і 299 г/м². За вирощування цих культур у бінарних посівах із бобовими відмічено зменшення загальної кількості бур'янів на 31,6 і 22,6%, а їхньої біомаси до 202 і 264 г/м². Найбільш конкурентоспроможним до бур'янів не залежно від способу основного обробітку і способу сівби було жито озиме. За кількості бур'янів 12:10 шт./м² їх повітряно-суха маса на час збирання урожаю за оранки сягала 117 і 93 г/м², у той час як на фоні дискування ці показники відповідно становили 18:13 шт./м² їх і 146 та 129 г/м².

Вирощування цих культур на фоні безполіцевого обробітку (дисковий обробіток на 10–12 см) виявилось менш ефективним. Однак, тенденція щодо ефективності бінарних посівів і конкурентоспроможності культур зберігається як і за проведення оранки.

Значення показників, які отримані за сумісного зростання в агроценозах культури і бур'янового компонента, інтенсивність наростання їхньої вегетативної маси, дають можливість оцінити конкурентні взаємовідносини між ними. Як показали дослідження, найбільша вегетативна маса зернових культур як на ділянках чистих від бур'янів, так і на варіантах за їх присутності формувалась на фоні використання в якості основного обробітку ґрунту оранки на 20–22 см. Найбільші значення цього показника в середньому за 2022–2023 рр. отримані в агроценозі вівса, а також за його сумісного вирощування з викою ярою – 797 і 826 г/м² (табл. 1). Збільшення маси, порівняно із моновидовим посівом вівса свідчить про підвищення конкурентоспроможності бінарних посівів щодо сегетальних видів.

В агроценозах пшениці ярої і жита озимого значення показників маси були дещо нижчими, що пояснюється несприятливими погодними умовами, проте тут також спостерігається перевага бінарних посівів. Порівнюючи показники накопичення вегетативної маси

Таблиця 1. Взаємовплив зернових культур і бур'янів за різних способів основного обробітку ґрунту і сівби на формування конкурентних відносин в агроценозах, середнє за 2021–2023 рр.

Варіанти		Повітряно-суха маса, г/м ²				Співвідношення маси культури до бур'янів	Конкурентний тиск			
		культури		бур'янів			бур'янів		культури	
обробіток	культура	без впливу бур'янів	за сумісного зростання із бур'янами	без впливу культури	за сумісного зростання із культурою	зниження маси культури до бур'янів	культури	%	зниження маси бур'янів	%
							під впливом бур'янів, г/м ²		під впливом культури, г/м ²	
Оранка (контроль), 20–22 см	овес	797	732	879	271	2,74	65	8,2	608	69,1
	овес + вика яра	826	764	868	245	3,12	62	7,5	623	71,8
Дискування на 10–12 см	овес	759	692	876	321	2,20	67	8,8	555	63,4
	овес + вика яра	783	719	873	304	2,40	64	8,2	569	65,2
Оранка (контроль), 20–22 см	пшениця яра	603	533	916	392	1,40	70	11,6	524	57,2
	пшениця яра + люпин	624	566	884	342	1,66	68	10,9	542	61,3
Дискування на 10–12 см	пшениця яра	556	484	875	435	1,11	69	12,4	440	50,3
	пшениця яра + люпин	576	508	875	409	1,27	68	11,8	476	54,4
Оранка (контроль), 20–22 см	жито	589	540	925	135	4,00	49	8,3	790	85,4
	жито + вика озима	625	578	927	92	6,28	47	7,5	835	90,1
Дискування на 10–12 см	жито	575	523	885	172	3,04	52	9,0	713	80,6
	жито + вика озима	606	556	869	115	4,83	50	8,3	754	86,8

культурних рослин і бур'янів за їх сумісного зростання в агроценозах вівса, пшениці ярої і жита озимого можна зробити висновок, що культурні рослини порівняно з бур'янами інтенсивніше накопичують вегетативну масу, що є одним із чинників підвищення їх конкурентоспроможності. В середньому за 2022–2023 рр. найвищі значення показника співвідношення маси культури до маси бур'янів зафіксовано в посівах жита озимого, де його значення, залежно від способу основного обробітку і способу сівби і становили 3,04:6,28, а найнижчі виявлені у посівах пшениці ярої – 1,11:1,66.

Здатність рослин жита озимого протистояти розвитку і поширенню сегетальної рослинності у посівах зумовлена їх можливістю краще засвоювати запаси доступної вологи і поживні речовини з ґрунту. Крім того, пригніченню сприяє ефемерний тип його розвитку, використовуючи свою здатність на початку відновлення вегетації швидкими темпами формувати потужну надземну масу, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності відносно бур'янів.

За нашими дослідженнями досить високий коефіцієнт співвідношення маси культурних рослин і бур'янової рослинності відмічено, як у моновидових посівах вівса, так і у суміші із викою ярою. У середньому за роки проведення досліджень на фоні оранки значення цього показника сягало 2,74–3,12, а на фоні проведення дискового обробітку на 10–12 см – 2,20–2,40.

З метою встановлення особливостей фітоценотичного взаємовпливу рослин жита озимого, пшениці ярої і вівса та їх змішаних посівів із бобовими культурами до бур'янів і навпаки, нами проводились дослідження з визначення параметрів конкурентного тиску бур'янів на культурні рослини, а також культурних рослин на бур'яни. Як свідчать результати наших досліджень, серед культур, які вивчали, найнижчу стійкість до бур'янів мала пшениця яра (див. табл. 1). Конкурентний тиск бур'янів на культуру на фоні оранки залежно від способу сівби становив 10,9–11,6%, дещо вище значення цього показника 11,8–12,4% відмічено на фоні дискування. Зниження маси культури на цих варіантах відповідно становило 68–70 і 68–69 г/м². Овес і, особливо, його сумішка із викою ярою проявили дещо високу стійкість проти бур'янового ценозу, оскільки їх агроценоз мав більшу щільність, а тому показник співвідношення маси культурних рослин до бур'янів був вищий. Найвищу стійкість проти бур'янів проявили рослини жита озимого, де показник конкурентного тиску становив 7,5–8,3%, що відповідає зниженню маси культури на 49–56 г/м².

Аналогічні дослідження проведені з вивчення конкурентного тиску культурних рослин на сегетальну рослинність. За результатами досліджень, усі культури мали значний конкурентний тиск на ценоз бур'янів, зменшуючи їх повітряно-суху масу на 440–835 г/м². Найвище значення цього показника отримано в посівах жита озимого, де конкурентний тиск, залежно від технології вирощування цієї культури, становив 80,6–90,1%, що підтверджує його конкурентоспроможність. Трохи нижчий вплив на бур'яни мали посіви вівса, які зменшували їх масу в агроценозах на 63,4–71,8 г/м². Найменший конкурентний тиск на бур'яни серед досліджуваних культур проявили посіви пшениці ярої, де значення цього показника сягало 50,3–61,3%, а маса бур'янів зменшилась лише на 440–542 г/м². Слід відмітити, що в посівах усіх культур найвищі значення отримані у бінарних посівах за використання в якості основного обробітку оранки на 20–22 см.

За результатами проведених досліджень 2021–2023 рр. одержана базова інформація щодо особливостей формування сегетальної рослинності у посівах сільськогосподарських культур, що дає можливість поглибити теоретичні основи та отримати вихідні дані щодо удосконалення технологічних заходів її контролювання в агроценозах Лісостепу за органічного землеробства. Як показали дослідження на початку вегетації забур'яненість посівів залежала від їх способу посіву та способу основного обробітку ґрунту (табл. 2).

Найбільше зростання кількісного складу сегетальної рослинності відмічено у посівах ярих культур на фоні дискування на 10–12 см, що пояснюється особливостями погодних умов весняного періоду. Низькі температурні показники і значна кількість опадів сприяли активному росту бур'янів, насіння яких за поверхневого обробітку зосереджено переважно у верхньому 0–10 см шарі ґрунту.

У той час як ріст ярих зернових культур затримувався, збільшувалась тривалість фаз їх розвитку, що негативно вплинуло на їх конкурентоспроможність щодо угруповань сегетальної рослинності. Так, у середньому за три роки на початку вегетації ярих і зернових культур найвищу забур'яненість відмічено у моновидових посівах пшениці ярої, де залежно від основного обробітку ґрунту, загальна кількість бур'янів становила 54–107 шт./м². У бінарних посівах із включенням бобового компоненту отримано зниження загальної кількості бур'янів до рівня 46–94 шт./м². Отже, у протибур'яновому ефекті проявилася роль

Таблиця 2. Забур'яненість моновидових і бінарних посівів зернових і зерно-бобових культур залежно від способу основного обробітку ґрунту, середнє за 2021–2023 рр.

Обробіток ґрунту	Культура	Облік	Кількість бур'янів, шт./м ²								Повітряно-суха маса бур'янів, г/м ²
			всього	в т. ч.						багаторічні	
				однодольні	дводольні	озимі	зимуючі	ранні ярі	пізні ярі		
Оранка 20–22 см	Овес	1	54	28	29	1	1	22	29	1	226
		2	19	11	8	2	1	5	8	3	
	овес + вика яра	1	46	20	26	–	1	18	26	1	202
		2	13	7	6	2	–	5	6	–	
	пшениця яра	1	63	24	39	–	1	22	39	1	299
		2	53	23	30	3	4	14	30	2	
	пшениця яра + + люпин	1	57	22	35	1	1	19	35	1	264
		2	41	18	23	2	2	11	23	3	
	жито озиме	1	18	11	7	1	3	5	7	2	117
		2	12	7	5	1	3	2	5	1	
	жито озиме + вика озима	1	13	11	2	1	2	6	2	2	93
		2	10	9	4	1	3	1	4	1	
Дискування 10–12 см	Овес	1	92	42	50	–	1	38	50	3	297
		2	30	17	13	2	1	13	13	2	
	овес + вика яра	1	72	33	39	1	–	29	39	3	272
		2	25	14	11	2	1	8	11	3	
	пшениця яра	1	107	48	59	1	1	45	59	2	323
		2	78	37	41	4	4	25	41	4	
	пшениця яра + люпин	1	94	38	56	1	1	35	56	1	278
		2	61	28	33	4	4	18	33	2	
	жито озиме	1	26	15	11	2	3	6	11	4	146
		2	18	12	6	2	5	2	6	3	
	жито озиме + + вика озима	1	18	10	8	1	2	4	8	3	125
		2	14	9	5	2	3	1	5	3	

Примітка. Обліки проведено 1 – фаза повних сходів; 2 – перед збиранням урожаю.

бобової культури, яка ущільнювала стеблостій, стримує тим самим появу та активний розвиток сходів переважно ранніх і пізніх ярих бур'янів (редька дика, лобода біла, плоскуха звичайна, мишій сизий). Найвищу протибур'янову дію визначено на фоні проведення полицевого обробітку ґрунту (оранка на 20–22 см) у моновидових посівах жита озимого та бінарної суміші жита озимого і вики озимої, де кількість бур'янового компоненту становила відповідно 18 і 13 шт./м².

У другій половині вегетації забур'яненість усіх культур, незалежно від способу вирощування і обробітку ґрунту значно зменшилась. Сприятливі

температурні показники і достатня кількість опадів упродовж періоду вегетації забезпечили активний ріст зернових колосових та бобових культур, що сприяло ущільненню стеблостою і, як наслідок, підвищенню конкурентоспроможності культур і зниженню рівня забур'яненості посівів. У середньому за три роки перед збиранням урожаю на фоні проведення оранки в одновидових і бінарних посівах вівса, загальна чисельність бур'янів сягала відповідно 19 і 13 шт./м², натомість за проведення безполицевого обробітку ґрунту ці показники були в 1,6 і 1,9 раза вищими, що

свідчить про високу провокаційну здатність мілкого дискового обробітку ґрунту порівняно з оранкою.

Протибур'янова дія посівів пшениці ярої була значно нижчою, особливо на фоні дискування, де загальна кількість бур'янів у моновидових і бінарних посівах відповідно становила 78 і 61 шт./м², що у 1,4 і 1,5 раза було нижче попереднього обліку. Зменшення кількісного складу сеgetальної рослинності відбувалось за рахунок зменшення чисельності ранніх ярих та пізніх ярих видів бур'янів, у той самий час відмічено зростання кількісного складу озимих, зимуючих та багаторічних бур'янів (волошки синьої, злинка канадської, триреберника непахучого, осоту польового, хвоща польового), особливо на фоні дискування.

Фітоценотична стійкість посівів жита озимого, незалежно від способу основного обробітку ґрунту, виявилась найвищою. Загальна кількість бур'янів залежно від способу вирощування становила 10–14 шт./м². У посівах переважали озимі (волошка синя – 2 шт./м² зимуючі (злинка канадська, триреберник непахучий, грицики звичайні) – 3–5 шт./м² та багаторічні (осот польовий, хвощ польовий, березка польова) – 3 шт./м².

Видовий склад угруповань сеgetальної рослинності у моновидових і бінарних посівах зернових колосових у 2021 і звітному 2022 рр. мав змішаний характер і вирізнявся своєю неоднорідністю. Домінувальними у досліджуваних агроценозах серед представників сеgetальної рослинності виявилися однорічні види експлерентної групи, що швидко з'являються в агроценозах, швидко захоплюють вільні місця, тобто виконують у рослинних угрупованнях функцію заповнювачів. Найчисленнішими серед них були плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli* L.), мишій сизий (*Setaria pumila* (Poir.) Roem. & Schult.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), редька дика (*Raphanus raphanistrum* L.). Серед багаторічних представників найбільшого поширення набули осот польовий (*Cirsium arvenses* L.), березка польова (*Convolvulus arvensis* L.), хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.). Видовий та таксономічний склад бур'янової синузії в агроценозах, залежно від способу сівби і основного обробітку ґрунту, майже не змінювався. Відмічено, що за проведення полицевого обробітку (оранки на 20–22 см) у складі агроценозу зростають кількісні показники участі дводольних видів бур'янів, у той час, як за безполицевого обробітку домінувальне положення займали однорічні злакові види. Слід зазначити, що встановлення особливостей формування сеgetальної рослинності в агроценозах дає можливість

обґрунтовано планувати ефективні агротехнічні заходи щодо контролювання їх чисельності і звести до мінімуму негативні наслідки їх присутності.

Встановлено, що у посівах озимих зернових за умов прохолодної та вологої весни насамперед з'являються зимуючі види сеgetальної рослинності, тоді як тепла погода сприяє одночасній появі зимуючих, ранніх і пізніх ярих бур'янів. Як свідчать результати наших досліджень у посіві вико-житньої сумішки не виявлено присутності ранніх ярих бур'янів. Бур'янове угруповання складалось лише з зимуючих та пізніх ярих видів. До того ж частка зимуючих за оранки була вдвічі більшою, ніж за дискування і сягала відповідно 30 і 8%, однак участь пізніх видів становила 40 і 46%.

На фоні проведення оранки бур'яновий ценоз був різноманітніший: якщо група пізніх ярих була представлена лише плоскухою звичайною (*Echinochloa crus-galli* L.), то із зимуючих видів приблизно в однаковій кількості триреберник непахучий (*Tripleurospermum maritimum* (L.) W.D.J.Koch), фіалка польова (*Viola arvensis* Murr.), метлюг звичайний (*Apera spicaventi* (L.) P.Beauv.). Подібна тенденція щодо співвідношення між присутніми групами бур'янів спостерігалась у посіві жита озимого. Так, за полицевої оранки 25% сягали зимуючі і 42% – пізні ярі види, тоді як за дискування 17 і 50% відповідно, а решта – 3% в однакових кількостях припадала на групи ранніх ярих, озимих і багаторічних бур'янів.

Здатність сільськогосподарських культур ценотично протистояти бур'янам визначається за умовами, в яких вони вирощуються. Одним із чинників, що впливають на цей показник є основний обробіток ґрунту та спосіб сівби. Результати досліджень з вивчення конкурентоспроможності вказують на те, що культурні рослини за оранки ефективніше конкурують із бур'янами, ніж за безполицевого способу обробітку, оскільки рівень загальної забур'яненості зменшується відносно контролю без покривної культури, що відображається на їх урожайності. Розрахунки свідчать, що індекс конкурентного тиску за оранки (контроль) у середньому за два роки в агроценозі вівса становив – 8,21%, пшениці ярої – 9,79%, жита озимого – 6,44%. На фоні дискування на 10–12 см, через підвищення рівня забур'яненості, врожайність зернових колосових культур порівняно з контролем (без бур'янів) на 7,1–11,7%, а тому значення цього показника були вищими – на 10,8%, 11,68% і 7,07 відповідно (табл. 3).

За сумісного вирощування цих культур разом із бобовими конкурентний тиск бур'янів на культурні

Таблиця 3. Шкодочинність бур'янів у посівах зернових культур за впливу способів основного обробітку ґрунту і сівби, середня 2021–2023 рр.

Спосіб обробітку ґрунту	Культура	Маса насіння, г/м ²		Індекс конкурентного тиску (ІК),%
		на чистому посіві	на забур'яненому посіві	
Оранка (контроль), 20–22 см	Овес	280	257	8,21
	овес + вика яра	299	277	7,36
Дискування на 10–12 см	овес	238	214	10,08
	овес + вика яра	250	228	8,80
Оранка (контроль), 20–22 см	пшениця яра	194	175	9,79
	пшениця яра + люпин	235	215	8,51
Дискування на 10–12 см	пшениця яра	137	121	11,68
	пшениця яра + люпин	177	160	9,60
Оранка (контроль), 20–22 см	жито	202	189	6,44
	жито + вика озима	245	232	5,31
Дискування на 10–12 см	жито	184	171	7,07
	жито + вика озима	209	196	6,22
НІР ₀₅ АВ				–
НІР ₀₅ В				–

рослини зменшилися порівняно з моновидовими посівами зернових колосових культур була 1,1–1,2 раза. Дослідженнями встановлено, що найвищий індекс конкурентного тиску на бур'яни мають бінарні посіви жита озимого, де значення цього показника за оранки на 20–22 см становило 5,31%, за дискування – 6,22%, що зумовлено вищою конкурентоспроможністю культури. Отже, за безполіцевого обробітку рівень забур'яненості у посівах зазначених культур вищий, ніж за оранки. Отримані дані вказують на те, що за безполіцевого обробітку конкурентний тиск бур'янів на культурні рослини порівняно з оранкою підвищується.

Не менш важливим чинником у наших дослідженнях був і спосіб сівби для досліджуваних культур. Так, за бінарних посівів жита індекс конкурентного тиску був найвищий і становив 4,33% за оранки і 6,28% за дискування порівняно з іншими сумішками досліджуваних культур, що зумовлено вищою

конкурентоспроможністю культури. Отже, спосіб сівби основної культури з бобовим компонентом є додатковим заходом підвищення фітоценотичної активності культур проти бур'янів.

Висновки

За результатами наших досліджень жито озиме є більш конкурентоспроможною культурою, порівняно з вівсом і пшеницею ярою, що відображається на збільшенні його врожайності у сумісному зростанні з сегетальною рослинністю. Тому, спосіб основного обробітку в якості оранки на 20–22 см та спосіб сівби (чисті та бінарні посіви), а також їх поєднання сприяли кращому забезпеченню культур вологою, світлом, елементами живлення, створення оптимальних умов росту і розвитку, а відтак, підвищення їх конкурентоспроможності до сегетальної рослинності і зниження рівня їхньої шкодочинності.

ЛІТЕРАТУРА

- Малієнко А.М., Скурятін Ю.М., Кондратюк В.В. Удосконалення методичних підходів оцінки забур'яненості ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2003. №5. С. 9–11.
- Вороб'єв Н.Е. Основы агрофитоценологии. Киев : Изд-во УСХА, 1982. 31 с.
- Злобин Ю.А. Агрофитоценология. Харьков, 1986. 173 с.
- Макух Я.П., Киричок М.І. Особливості забур'янення посівів та формування врожайності сої за різних строків конкуренції з бур'янами. *Новітні агротехнології*. 2021. № 9. Doi: <https://doi.org/10.21498/na.9.2021.258031>.
- Іващенко О.О. Бур'яни в агрофитоценозах. Проблеми практичної гербології. Київ : Інститут цукрових бур'яків УААН, 2001. 240 с.

6. Кочик Г.М., Ворона Л.І. Фітоценотичний контроль бур'янів у агроценозах зони Полісся. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН»*. 2008. Вип. 2. С. 3–10.
7. Bergh, J.P. van den and W.G. Braakhekke. Coexistence of plant species by niche differentiation. In: Structure and functioning of plant populations. A.H.J. Freyssen and J.W. Woldendorp (eds). *Versl. Kon. Ned. Akad. Wet., Afd. Natuurk. 2e reeks, North-Holland Publ. Co., Amsterdam*. 1978. № 70. S. 125–138.
8. Лазаускас П.М. Количественная зависимость между массой сорных растений и продуктивностью агрофитоценозов. В кн.: Актуальные вопросы, в борьбы с сорными растениями. Москва: ВАСХНИЛ, 1980. С. 67–73.
9. Кравченко М.С. Злобин Ю.А., Царенко О.М. Землеробство. Київ: Либідь, 2002. 496 с.
10. Вавринович О.В., Качмар О.Й. Вплив удобрення на видовий склад бур'янів у посівах гречки в короткоротаційній сівозміні. *Зернові культури*. Т. 3. № 2. 2019. С. 278–285. Doi: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0087>.

REFERENCES

1. Malienko A.M., Skurjatin Ju.M., Kondratjuk V.V. (2003). Udoskonalennja metodichnih pidhodiv ocinki zaburjanenosti gruntu [Improvement of methodical approaches to assessment of soil weediness]. *Visnik agrarnoi nauki*, 5, 9–11 [in Ukrainian].
2. Vorobev N.E. (1982). Osnovy ahrofytotosenolohyy [Fundamentals of agrophytocenology]. Kyev : Yzd-vo USKhA [in Russian].
3. Zlobin Ju.A. (1986). Agrofytocenologija [Agrophytocenology]. Harkov [in Russian].
4. Makukh Ya.P., Kyrychok M. (2021). Osoblyvosti zaburianennia posiviv ta formuvannia vrozhainosti soi za riznykh strokiv konkurentsii z burianamy [Peculiarities of weeding of crops and formation of soybean yield during different terms of competition with weeds]. *Novitni ahrotekhnolohii*. Doi: <https://doi.org/10.21498/na.9.2021.258031> [in Ukrainian].
5. Ivashhenko O.O. (2001). Burjani v agrofytocenzah. Problemi praktichnoi gerbologii [Weeds in agrophytocenoses. Problems of practical herbology]. Kyiv : Institut cukrovih burjakiv UAAN [in Ukrainian].
6. Kochik G.M., Vorona L.I. (2008). Fitocenotichnij kontrol burjaniv u agroceozah zoni Polissja [Phytocenotic control of weeds in agroceozes of the Polissia zone]. *Zbirnik naukovih prac nacionalnogo naukovogo centru «Institut zemlerobstva UAAN»*, 2, 3–10 [in Ukrainian].
7. Bergh, J.P. van den and W.G. Braakhekke (1978). Coexistence of plant species by niche differentiation. In: Structure and functioning of plant populations. A.H.J. Freyssen and J.W. Woldendorp (eds). *Versl. Kon. Ned. Akad. Wet., Afd. Natuurk. 2e reeks, 70*, 125–138 [in Ukrainian].
8. Lazauskas P.M. (1980). Kolichestvennaja zavisimost' mezhdou massoj sornyh rastenij i produktivnost'ju agrofytocenzov. V kn.: Aktualnye voprosy, v bor'by z sornymi rastenijami [Quantitative relationship between the mass of weeds and the productivity of agrophytocenoses. In the book: Topical issues in the fight against weeds]. Moskva: VASHNIL. P. 67–73 [in Russian].
9. Kravchenko M.S. Zlobin Yu.A., Tsarenko O.M. (2002). Zemlerobstvo. Kyiv: Lybid. 496 p. [in Ukrainian].
10. Vavrynovych O. V., Kachmar O. Y. (2019). Vplyv udobrennia na vydovyi sklad burianiv u posivakh hrechky v korotkorotatsiinii sivozmini. *Zernovi kultury*, 3, 2, 278–285. doi <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0087> [in Ukrainian].

Zaiats P.S., Ptashnik M.M., Brukhal F.Y., Tsybmal Ya.S.

Features of the phytocenotic interaction of cultural and segetal species of plants in organic agroceozes

Aim. To establish the regularity of the formation of groups of segetal vegetation in crops of corn and leguminous crops depending on the method of main tillage and the technique of growing these crops, as well as the main indicators and parameters of the phytotoxic interaction of cultivated plants and weeds. **Methods.** The research was carried out during 2021 – 2023 in a stationary field experiment on a gray forest coarse dusty light loamy soil with a humus content in a layer of 0–30 cm. Narrow-leaved lupine–buckwheat against the background of two methods of main cultivation (shelf 20–22 cm, shelf-less to a depth of 10–12 cm), with sowing of crops in their pure form and binary sowing with a bean component. **Results.** The greatest increase in the vegetative mass of the crop was obtained in the oat agroceozes, as well as in its simultaneous cultivation with vetch – 797 and 826 g/m². The increase of this indicator, compared with single-species sowing of oats, indicates an increase in the

*competitiveness of binary crops concerning segetal species. The highest anti-weed effect was established against the background of plowing at 20–22 cm in monospecies sowings of winter rye and a binary mixture of winter rye and winter vetch, where the amount of weed coenosis was 18 and 13 pcs/m², respectively. An important factor in our research was the method of sowing for the crops under study, for example, with binary sowing of rye, the index of competitive pressure was the highest and amounted to 4.33% for shelf cultivation at 20–22 cm and 6.28% for disking at 10–2 cm, which is compared to other versions of mixtures of the studied cultures, which is due to the higher competitiveness of this culture. That is, the leguminous component is an additional measure to increase the phytocenotic activity of the main crop against weeds. **Conclusions.** Research has established that the level of weediness in crops depends on the biological characteristics of crop rotation and the conditions under which they are grown, this allows us to recommend the use of the characteristics of winter rye to have a coenotic effect on weeds using the method of main soil cultivation as plowing for 20–22 cm, which reduces their harmfulness in these crops by 85.4% in a pure crop and 90.1% in a mixture with winter vetch.*

Key words: monocrops, binary sowings, plowing, tillage, competitiveness, harmfulness.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Заяць П.С., кандидат сільськогосподарських наук, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», e-mail: obrobitok@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2655-105X.

Пташнік М.М., кандидат сільськогосподарських наук, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», e-mail: obrobitok@ukr.net, ORCID: 0000-0001-8002-7139.

Zaiats P.S., Candidate of Agricultural Sciences, National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences», e-mail: obrobitok@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2655-105X.

Ptashnik M.M., Candidate of Agricultural Sciences, National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences», e-mail: obrobitok@ukr.net, ORCID: 0000-0001-8002-7139.

Брухаль Ф.Й., кандидат сільськогосподарських наук, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», e-mail: obrobitok@ukr.net, ORCID: 0000-0002-8736-0628.

Цимбал Я.С., кандидат сільськогосподарських наук, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», e-mail: tsimbal.ya@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0414-885X.

Brukhal F.Y., Candidate of Agricultural Sciences, National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences», e-mail: obrobitok@ukr.net, ORCID: 0000-0002-8736-0628.

Tsymbal Ya.S., candidate of agricultural sciences, National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences», e-mail: tsimbal.ya@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0414-885X.

Надійшла 18.06.2024

ГРУНТОТВОРЕННЯ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ТА МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ЧОРНОЗЕМУ В АГРОЦЕНОЗІ

О.В. Демиденко

Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція ННЦ «ІЗ НААН»
(с. Холоднлянське, Черкаський р-н, Черкаська обл., Україна)

Мета. Встановити вплив ґрунтозахисного обробітку та різних доз удобрення на формування структури загальної фітомаси сільськогосподарських культур у сівозмінах різного типу та оцінити через гумусонакопичення в товщах чорноземів рівень активності кореневих систем, як ознаку прояву культурного ґрунтоутворення в агроценозах Центрального Лісостепу. **Методи.** В роботі застосовувались методи порівняння, зіставлення і узагальнення, а основним методом був системний аналіз, в основі якого лежить опис системи, її окремих структурних складових, їхню взаємодію між собою та зовнішніми чинниками. **Результати.** Посилення гідротермічних умов зволожений чорноземів забезпечує високі темпи відтворення гумусового профілю чорнозему, а систематичне застосування безпліцевого обробітку виступає потужним чинником управління процесом гумусонакопичення, що діагностується по потемнінню (збільшенню грубизни) перехідних горизонтів ґрунтової товщі чорноземів типових від затьоків гумусу. Під дією безпліцевого обробітку вектор ґрунтоутворення спрямовується у напрямі формування більш зволожений чорноземів (посилення гідності), а виявлений ефект посилення гумусоутворення необхідно вважати детермінувальним критерієм адаптованості системи обробітку ґрунту і, загалом, системи землеробства до умов зростання посушливості клімату в агроценозах Лівобережного Лісостепу України. Загальна закономірність формування співвідношення товарної продукції до побічної, як надземної маси, так і загальної побічної продукції незалежно від виду органічних добрив, залежить від рівня удобрення, особливо азотного, і способу обробітку та криється у тому, що за оранки у структурі загальної біомаси зростає кількість побічної продукції, а частка товарної маси зменшується. **Висновки.** Ґрунтоутворення в агроценозах слід сприймати, як посилення сукупної дії біологічного чинника ґрунтоутворення в умовах сільськогосподарського використання чорноземів за рахунок покращання гідротермічних ґрунтових умов у сезонному та річному циклах під дією систематичного застосування ґрунтозахисних технологій, які базуються на безпліцевому обробітку, що забезпечує процес управління функціонально-екологічними і фаціальними закономірностями депонування органічної речовини в гумус чорнозему в агроценозах Лісостепу України.

Ключові слова: кореневі виділення, система, агроєкосистема, агробіогеоценоз, ризосфера, мінеральні добрива, органічні речовини, продукти фотосинтезу, ґрунтозахисне землеробство.

Вступ. Ґрунтова зона чорноземів Лісостепу України є територією найоптимальнішого зволоження чорноземів з періодично промивним водним режимом, на якій створені умови гумусотворення чорноземного типу [1–4]. В гумусованих горизонтах автоморфних чорноземів величина глибини гуміфікації знаходиться в прямому зв'язку з подовженістю періоду біологічної активності (ПБА), який залежить від прояву ступеня гідрофільності ґрунтових умов [Бірюкова О.Н., 1978, Пономарьова В.В., 1980]. Існує

думка [Т.А. Быстрицкая, М.И. Герасимова, 1988], що культурне ґрунтоутворення в агроценозах Лісостепу істотно змінено порівняно з природним, а сучасні чорноземи агроєкосистем – це інші чорноземи, ніж ті, що були на їх місці до розорювання [5]. Освоєння чорноземів типових відбувалося в умовах екстенсивного землеробства, а головним прийомом підвищення їх продуктивності залишається інтенсивний обробіток та зростаючі дози мінеральних добрив. Як наслідок, чорноземи втратили не тільки шар

переложної повсті, але й значну частину (30–50%) загального гумусу [5; 6].

Вирішення проблеми підвищення продуктивності сільськогосподарських культур базується на проведенні досліджень за різними напрямками [7; 8]. Останніми роками також вивчаються питання створення агрофітоценозів, які б не порушували біогеохімічні потоки речовин в агрокосистемах [9; 10]. Впровадження у виробництво результатів досліджень за цими напрямками з урахуванням технічних та інформаційних аспектів дає змогу постійно вдосконалювати технології вирощування сільськогосподарських культур [11]. В агрофітоценозах збільшення фотосинтетичного потенціалу врожайності сільськогосподарських культур за внесення мінеральних добрив відбувається за рахунок зміни видільних властивостей кореневих систем: культури в сівозмінах починають використовувати значну частину продуктів фотосинтезу на формування листової маси (побічної продукції, що пояснює, чому сучасні сорти, маючи високу продуктивність, водночас вимогливі до рівня мінерального живлення [Завалин А.А., Алферов А.А., Чернова Л.С., 2021, Воронкова Н.А., Волкова Н.А., 2022].

Для усунення депресії між фотосинтезом і ґрунтоутворенням чорноземів використовуються мінеральні добрива, але при цьому проблема не вирішується, а посилюється. Підвищуючи врожайність культурних рослин, мінеральні добрива (особливо за тривалого їхнього використання) можуть погіршувати агрофізичні, агрохімічні та агробіологічні властивості чорнозему [6]. Наукове й практичне значення розуміння взаємовпливу фотосинтезу та ґрунтоутворення полягає в тому, що воно вказує на принципово нові шляхи підвищення родючості чорноземів і врожайності сільськогосподарських культур. Ці завдання можуть бути вирішені за рахунок фізіологічної активності самої культурної рослини [Овсянников Ю.А., 2021]. Підтвердженням слугують результати досліджень деяких авторів, які спостерігали зниження видільних функцій кореневих систем за поліпшення мінерального живлення рослин [Кононов А.С., Штокова О.Н., 2017, Самина С.А., 2017]. Також є дані про зниження ефективності симбіотичної та асоціативної азотфіксації за внесення азотних добрив [Завалин А.А., Алферов А.А., Чернова Л.С., 2021].

Мета проведення досліджень. Встановити вплив ґрунтозахисного обробітку та різних доз удобрення на формування структури загальної фітомаси сільськогосподарських культур у сівозмінах різного типу та

оцінити через гумусонакопичення в товщах чорноземів рівень активності кореневих систем, як ознаку прояву культурного ґрунтоутворення в агроценозах Центрального Лісостепу.

Методика проведення досліджень. Вивчення довгострокового впливу безполицевого обробітку на відновлення родючості чорноземів типових в агроценозах Лісостепової Лівобережної фізико-географічної провінції України проводилися у Ворскло-Сульському та Середньодніпровсько-Сеймському округах [Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А., 2010]. У 1990–1996 рр. дослідження проводилися у Ворскло-Сульському окрузі, в його південній частині. Ґрунтовий покрив у межах південної частини Полтавської обл. представлено чорноземами типовими (>50%) середньогумусованими (5,55–5,65%). За вмістом фізичної глини (ФГ) та фізичного піску (ФП) чорнозем можна зарахувати до легкої глини: ФГ = 62,9–64%; та ФП = 35–37,1%. Такі технологічні показники за гранулометричним станом характерні для чорноземів типових південно-східної частини Полтавської та практично всієї території Харківської обл. [Медведев В.В., 1988 р.].

З 2016 по 2020 рр. дослідження проводилися у Середньодніпровсько-Сеймському агроґрунтовому окрузі, який охоплює землі Київської, Полтавської, Сумської, Чернігівської та Черкаської обл. Дослід закладено у Драбівському агроґрунтовому районі [Сабуров В. С., 1957] лісостепової зони Лівобережної низинної провінції, північної підпровінції на чорноземах типових малогумусованих легкосуглинкових мулувато-пилуватих. Показник структурності (ПС) становить: ПС = 25–38%. Співвідношення ФП до ФГ: 1,76–2,52, що в 3,2 раза вище порівняно з чорноземом типовим середньогумусованим легкоглинистим. Фактор потенційної агрегованості (ФПА): ФПА = 0,25–0,27, що в 2,78–2,96 раза нижче, ніж у чорноземах типових середньогумусованих легкоглинистих.

Стационарний дослід № 1. Дослідження проводилися у 1982–1992 рр. у багатофакторному стаціонарному досліді кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів Національного університету біоресурсів і природокористування України у ланці (буряк цукровий – горох – пшениця озима – кукурудза на зерно – кукурудза на силос) 10-пільної зерно-бурякової сівозміни для південної частини Лівобережного Лісостепу (зернові – до 40%, технічні – до 30%, зернобобові – до 10%, кормові – до 20%), де вивчалися 4 способи обробітку ґрунту: оранка різноглибинна (22–32 см),

безполицевий різноглибинний (22–32 см), мілкий безполицевий (10–12 см) та мінімальний безполицевий (5–6 см) на фоні 4 систем удобрення – без органічних і мінеральних добрив, 15 т/га гною + $N_{55}P_{55}K_{45}$ (низька доза); 15 т/га гною + $N_{85}P_{75}K_{65}$ (середня доза); 15 т/га гною + $N_{110}P_{100}K_{85}$ (висока доза). Варіанти розміщувалися методом розщеплених блоків, повторення – триразове. Розмір ділянок першого порядку – 928 м², другого – 232 м², облікова площа – 100 м².

Стационарний дослід № 2 (Реєстр атестатів НААН № 040 «Наукові основи побудови сівозмін, систем обробітку та удобрення в умовах Лівобережного Лісостепу України»). Дослідження проводилися у 2016–2020 рр. в багатофакторному стаціонарному досліді Черкаської державної дослідної станції ННЦ «Інститут землеробства НААН». У досліді вивчалися два типи 5-пільних сівозмін: **А:** багаторічні трави – пшениця озима – буряк цукровий – кукурудза – ячмінь + багаторічні трави (зернові – до 60%, технічні – до 20%; багаторічні трави – до 20%); **В:** горох – пшениця озима – буряк цукровий – кукурудза на зерно – кукурудза на зерно (зернові – до 60%, технічні – до 20%; зернобобові – до 20%).

Система удобрення: 2016–2020 рр.: 6,0–6,5 т/га побічної продукції; $N_{31}P_{33}K_{41}$ (середня доза); $N_{62}P_{66}K_{82}$ (подвійна доза).

Способи основного обробітку: різноглибинна оранка (22–25 см) під усі культури; безполицевий обробіток (22–25 см) під усі культури; поверхневий обробіток (8–12 см) під усі культури. В обох дослідях повторення – трикратне. Площа посівної ділянки – 250 м². Розмір облікової площі – 100 м².

Методи визначення показників об'єктів досліджень. Для визначення змін агрохімічних, фізико-хімічних та агрофізичних показників за вивчення поживного режиму, гумусного та агрофізичного станів відбиралися змішані зразки з шарів ґрунту метрової товщі поділянково через 10 см за схемами дослідів згідно з ДСТУ 7030:2009 (ГСТУ 46.001-96). Аналізи зразків ґрунту і рослинного матеріалу, обліки та розрахунки проводилися відповідно до спеціальних методик:

вологість – термогравіметричним методом за основними періодами росту культур (ДСТУ ISO 11465:2001); Уміст загального гумусу – за І. В. Тюріним у модифікації М. В. Сімакова (ДСТУ 4289:2004); pH_{KCl} – потенціометрично (ДСТУ ISO 10390:2007); гідролітична кислотність – за Г. Капеном у модифікації ЦІНАО (ГОСТ26212-91); сума увібраних основ – методом Капена–Гільковиця (ГОСТ 27821-88); ступінь насичення основами – розрахунково; рухомий фосфор – фотометрично; обмінний калій – полуменевою фотометрією (ДСТУ 4405:2005 у модифікації ННЦ «ІГА»); вміст мінерального азоту – фотометричним методом з реактивом Несслера. Статистичні розрахунки результатів досліджень здійснювали за «Методом дисперсійного аналізу» з використанням програми «STATISTICA–10» та методів статистики, кореляційного аналізу.

Для встановлення географізму гумусонакопичення в умовах Центрального Лісостепу за ґрунтозахисного обробітку використані спільні долідження [4]. У табл. 1 показані географічні координати об'єктів, де проводилися дослідження. У широтному вимірі об'єкти проведення досліджень були близькими, а за довготою відхилення були в межах 5°. Перепад висот над рівнем моря становив за довготою 52 м над рівнем моря, що і визначає темпи гумусонакопичення. Географічний вектор ґрунтоутворення в Центральному Лісостепу спрямований в північно-західному напрямку від межування Південного Лівобережного Лісостепу та Північного Степу України.

Результати та їх обговорення. Власні дослідження показують, що внесення зростаючих доз мінеральних добрив на фоні застосування 10 т/га гною за виконання різних способів обробітку чорнозему впливає на структуру загальної біомаси сільськогосподарських культур в зерно-просапної 10-пільної сівозміні. За вирощування пшениці озимої (середнє по 3-х полях) без добрив за оранки співвідношення зерна до побічної продукції становило 0,91 до 1, тоді як за мілкого безполицевого обробітку 1 до 1 за меншої кількості побічної продукції в 1,13 раза та зростанні основної продукції за оранки

Таблиця 1. Географічні координати об'єктів дослідження

Назва населеного пункту	Географічні координати		Висота над рівнем моря, м
	північної широти	східної довготи	
Обухів	50°07'48"	30°39'24"	177
Кагарлик	49°51'08"	30°48'35"	160
Шишаки	49°52'42"	34°00'15"	152
Карлівка	49°27'17"	35°07'50"	150
Драбово–Барятинське	49°57'20"	32°07'55"	125

на 0,62 т/га. За внесення $N_{55}P_{45}K_{45}$ при рівній загальній біомасі співвідношення товарної частини до побічної продукції за безполицевого обробітку зросло в 1,23 раза, а величина товарної продукції зросла на 0,7 т/га. За зростання внесення дози добрив до $N_{75}P_{60}K_{60}$ встановлена закономірність формування структури складових біомаси збереглася, але товарна частина за оранки та безполицевого обробітку збільшилась на 0,5 т/га за вищого виходу за безполицевого обробітку.

За вирощування гороху загальна біомаса за оранки мала стійку тенденцію до зростання відносно безполицевого обробітку, але співвідношення товарної маси до побічної продукції було більш широким за безполицевого обробітку, що забезпечувало зростання виходу зерна на контролі без добрив та за внесення $N_{30}P_{35}K_{40}$, тоді як за зростання дози добрив до $N_{45}P_{50}K_{50}$ величина загальної біомаси була

на користь оранки (+0,9 т/га) зі збільшенням виходу товарної частини на +0,6 т/га.

Під час вирощування кукурудзи на зерно (середнє по двох полях у сівозміні) без добрив загальна біомаса становила 31,6–31,3 т/га, а співвідношення товарної частини до побічної продукції більш широким було за безполицевого обробітку за зростання виходу товарної частини на 0,8 т/га. Внесення добрив у дозах $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{80}K_{80}$ на фоні 30 т/га гною формувало співвідношення товарної продукції до побічної за меншої дози на користь безполицевого обробітку, а на більш високій дозі добрив, навпаки, на користь зростання виходу товарної частини за оранки.

За вирощування соняшника без внесення добрив за оранки формувалася загальна біомаса, яка була вищою на 1 т/га відносно безполицевого обробітку, але співвідношення складових загальної біомаси більш

Таблиця 2 .Вплив системи обробітку чорнозему типового на структуру загальної біомаси сільськогосподарських культур у 5-пільних сівозмінах за внесення подвійних доз мінеральних добрив та побічної продукції 6–7 т/га (середнє по сівозміні А і В)

Спосіб обробітку	Загальна біомаса, т/га	Складові біомаси, т/га			А до В	А до С
		Основна продукція А	Побічна продукція В	Загальна побічна продукція С		
<i>Пшениця озима</i>						
Оранка	21,2	5,97	10,0	15,5	0,60 до 1	0,39 до 1
Безполицевий	18,3	5,55	8,44	12,8	0,66 до 1	0,44 до 1
Поверхневий	18,5	5,50	8,29	12,9	0,66 до 1	0,43 до 1
НП _{0,5}	3,00	0,43	1,55	2,5		
<i>Кукурудза</i>						
Оранка	32,0	9,15	14,9	22,8	0,61 до 1	0,40 до 1
Безполицевий	30,0	9,30	12,9	21,0	0,72 до 1	0,45 до 1
Поверхневий	29,9	8,99	12,7	20,7	0,71 до 1	0,43 до 1
НП _{0,5}	2,11	0,35	2,0	1,7		
<i>Горох</i>						
Оранка	11,5	3,42	5,00	7,89	0,68 до 1	0,43 до 1
Безполицевий	10,2	3,48	4,59	6,75	0,76 до 1	0,52 до 1
Поверхневий	10,3	3,45	4,68	6,78	0,74 до 1	0,51 до 1
НП _{0,5}	1,20	0,43	0,31	1,11		
<i>Ячмінь ярий</i>						
Оранка	13,2	3,80	6,41	19,9	0,59 до 1	0,19 до 1
Безполицевий	12,5	3,89	5,61	18,5	0,70 до 1	0,21 до 1
Поверхневий	12,6	3,99	5,70	18,6	0,70 до 1	0,22 до 1
НП _{0,5}	0,70	0,33	0,69	1,3		

широким було в останньому випадку, що забезпечувало зростання виходу товарної частини на 0,3 т/га. Внесення добрив $N_{35}P_{60}K_{45}$ забезпечувало збільшення виходу загальної біомаси за оранки на 2,8 т/га, а співвідношення складових біомаси було більш широким в 1,45 раза за безполицевого обробітку, що гарантувало зростання виходу товарної частини на 0,2 т/га. За внесення дози добрив $N_{55}P_{70}K_{60}$ вихід загальної біомаси за

оранки був вищим на 3 т/га, співвідношення складових біомаси було вужчим, а вихід товарної частини вищим на 0,1 т/га відносно безполицевого обробітку.

У 5-пільних сівозмінах за систематичної оранки вихід наземної побічної продукції порівняно з безполицевим і поверхневим обробітком був вищим (табл.2).

За вирощування пшениці озимої в 1,18–1,21 раза; кукурудзи – в 1,17–1,18 рази; гороху – в 1,08–1,07 рази;

Таблиця 3. Гумусний стан і показники гумусонакопичення чорноземів типових за різних способів обробітку в Лівобережному Лісостепу України

Система обробітку ґрунту	Глибина, см; вміст гумусу%					Показники гумусонакопичення		
	0–40	40–70	70–100	100–180	0–100	КВАГ* 0–100	КПНГ** $\frac{0-100}{100-180}$	Градація гумусонакопичення
<i>Чорнозем типовий малогумусний (Обухівський р-н Київська обл.)</i>								
1	1,27	0,91	0,54	–	0,91	<0,45	–	дуже слабка
2***	1,31	0,93	0,61	–	0,95		–	
±	+0,04	+0,02	+0,07		+0,04			
<i>Чорнозем типовий малогумусний легкосуглинковий (Жагарлицький р-н Київська обл.)</i>								
1	2,78	1,72	1,33	–	1,94	0,45	–	слабка
2***	3,14	1,87	1,43	–	2,15	0,58	–	середня
±	+0,36	+0,15	+0,10		+0,21	+0,13		
<i>Чорнозем типовий малогумусний легкосуглинковий (Шишатський р-н Полтавська обл.)</i>								
1	5,32	3,62	2,21	0,99	3,78	0,59	–	середня
2***	5,24	3,80	2,43	1,21	4,05	0,73	–	середня
±	–0,08	+0,18	+0,22	+0,22	+0,27	+0,14		
<i>**Чорнозем типовий малогумусний легкосуглинковий (Драбівське дослідне поле) 35 років у досліді</i>								
1	3,87	2,31	1,65	1,13	2,61/2,24	0,65	0,065 0,015	слабка
2***	3,88	2,37	1,75	1,24	2,68/2,31	0,76	0,078 0,021	середня
±	+0,01	+0,06	+0,10	+0,11	+0,07/+0,07	+0,11		–
<i>*Чорнозем типовий середньогумусний середньосуглинковий (Карлівський р-н Полтавської обл.) 10 років у досліді</i>								
1	5,68	4,45	2,75	1,15	4,29/3,51	0,79	0,075/0,019	помірно слабка
2	5,69	4,77	3,13	1,34	4,53/3,73	0,88	0,083/0,023	середня
±	+0,01	+0,32	+0,38	+0,19	+0,24/+0,23	+0,09		–
<i>*Чорнозем типовий середньогумусний середньосуглинковий (Карлівський р-н Полтавської обл.) 15 років у виробництві</i>								
1	5,49	4,66	3,39	–	4,51	0,75	0,076	помірно слабка
2*	5,79	4,99	3,73	–	4,84	0,89	0,081	середня
±	+0,30	+0,33	+0,34	–	+0,33	+0,14		–

Примітки. 1 – оранка на 22–32 см; 2 – безполицевий обробіток на 5–12 см; 2*** – безполицевий обробіток на 22–25 см. КВАГ – коефіцієнт відносної акумуляції гумусу; **КПНГ – коефіцієнт профільного накопичення гумусу (Полупан М. І., 2005 р.).

ячменю ярого – в 1,12–1,14 раза. Загальний вихід побічної продукції, включаючи коріння та пожнивні рештки, за оранки був вищим: у 1,20–1,21 раза, у 1,09–1,10 раза, 1,16–1,17 раза та у 1,07–1,08 раза відповідно культурам. Співвідношення виходу основної продукції до побічної за оранки мало стійку тенденцію до звуження, а за безполицевого і поверхневого обробітків, навпаки, воно розширювалося на користь основної продукції під усима культурами.

Аналогічна закономірність встановлена для співвідношення основної продукції до загальної побічної продукції. У першому випадку зростання співвідношення щодо оранки становило 1,10–1,19 раза, а для другого – в 1,13–1,21 раза на користь безполицевого і поверхневого обробітку.

Збільшення продуктивності культур у сівозміні за внесення мінеральних добрив відбувається не за підвищення активності фотосинтетичного апарату, а за рахунок перерозподілу продуктів фотосинтезу на користь надземної частини та кореневої системи. Обсяг утворення корневих виділень при цьому різко скорочується, що особливо проявляється за систематичного виконання оранки [Овсянников Ю.А., 2021].

Ресурсність вологозабезпечення енергетики ґрунтоутворення поліпшувалась завдяки ефективнішому на 20–25% засвоюванню опадів літнього періоду, за рахунок сформованому шару рослинної мульчі та високому рівні агрофізичних властивостей гумусового горизонту за безполицевого обробітку. Промочування атмосферними опадами гумусового горизонту влітку на довгострокових (10–15 років) фонах безполицевого обробітку відбувалося на нижчу глибину, ніж за оранки – в середньому 25–28 см, що подовжувало період біологічної активності чорнозему (ПБА) у літній період на 20–25 днів завдяки шару органічної мульчі на поверхні чорнозему. В умовах безполицевого обробітку має місце збагачення ґрунтового профілю чорнозему гумусом: величина КВАГ сягає значень 1,15–1,19 (посилення гідрофілізації), тоді як за оранки – 1,03–1,05 (наростання аридності).

Довгострокове (10–36 років) застосування безполицевого обробітку сприяє підвищенню ступеня гідрофілізації товщі чорноземів типових у сезонному та річному циклах і підвищеному гумусонакопиченню, що діагностується потемнінням перехідних горизонтів у ґрунтових профілях чорноземів типових. За 10–15 років у товщі чорнозему (0–180 см) вміст гумусу зростає на 0,23–0,24%.

Виконання безполицевого обробітку впродовж 25 років в умовах виробництва призводить до збагачення товщі чорнозему гумусом на 0,22–0,25%. При цьому за 10 років величина КВАГ становила 1,08 проти 1,02 за оранки, а після 15 років КВАГ досяг значень – 1,10%, що вище на 105% порівняно з оранкою. Через 25 років значення КВАГ зростає до 1,31 (табл. 3). Коефіцієнт профільного накопичення гумусу (КПНГ) у метровій товщі (вміст гумусу на 1% ФГ або КВАГ на 10% ФГ) порівняно з оранкою становить 105–111% (0,85–0,98 проти 0,78–0,88).

Виконання безполицевого обробітку впродовж 10–35 років сприяє відтворенню запасів енергії гумусу в гумусовому горизонті на 4,5–7,4%, а в перехідних горизонтах енергія гумусу відтворюється на 14–18%. Застосування безполицевого обробітку впродовж 15 років сприяє кращому відтворенню енергії гумусу порівняно з оранкою: 8,75–10,5% у гумусованому горизонті (0–70 см) та 15,5–16,5% у товщі 70–180 см. Виконання безполицевого обробітку впродовж 25 років сприяє відтворенню запасів енергії гумусу в гумусованому горизонті на 6,9–12,1%, а в перехідних горизонтах – на 16–25%.

У перехідних горизонтах (HP_k та Ph_k) зменшення енергії в гумусі за оранки становило 19–25%, а довгострокове (15–25 років) застосування ґрунтозахисного обробітку відтворює запас енергії гумусу на 16–25%. Систематичне застосування безполицевого обробітку впродовж 15–25 років забезпечує відтворення енергії гумусу, що забезпечує стійку тенденцію збагачення гумусом товщі чорноземів на 0,22–0,25% завдяки «опівнічнюванню» ґрунтоутворення чорноземів в агроценозах.

Додатково засвоєні товщею чорнозему 10 мм вологи опадів холодного періоду року сприяють накопиченню ≈ 30 т/га гумусу завдяки збільшенню потужності гумусованого горизонту [1–3].

За безполицевого обробітку вологонакопичувальний ефект у товщі 0–100 см у середньому становить 13–15 мм продуктивної вологи, а за довгострокового застосування досягає – 24–28 мм при вищих її запасах у товщі 100–180 см: 113–130 мм проти 86 мм за оранки.

Оцінку темпів фаціального гумусонакопичення в чорноземах України проведено шляхом розрахунку коефіцієнтів посилення фаціального гумусонакопичення ($K = J_g : J_y$). Виявлено, що темпи фаціального гумусонакопичення зростають в 6,7 раза в зональному вимірі з північної частини лісостепової зони до смуги

Таблиця 4. Зміна коефіцієнтів посилення фаціального гумусонакопичення в агроценозах від застосування ґрунтозахисних технологій

Кліматична зона	Запас енергії через 10–15 років застосування ґрунтозахисних технологій у накопиченні:		Δ $J_g - J_y$	Коефіцієнт посилення фаціального гумусонакопичення, $K = J_g : J_y$
	урожаю, J_y	*гумусу, J_g		
	млн ккал на 1 га,			
Північна частина Центрального Лісостепу	$390 \cdot 10^4$	$1120 \cdot 10^4$	$+730 \cdot 10^4$	**3,0 100
Південна частина Лівобережного Лісостепу	$250 \cdot 10^5$	$500 \cdot 10^6$	$+475 \cdot 10^6$	20,0 665
Центральна і південна частина степової зони	$750 \cdot 10^4$	$555 \cdot 10^5$	$+480 \cdot 10^5$	7,4 243

*Шар ґрунту 0–100 см; ** К /%.

межування степової і лісостепової зон, а далі на південь темпи фаціального гумусонакопичення знижуються в 2,7 рази. Кількість енергії в накопиченні гумусу від застосування ґрунтозахисних технологій перевищує запас енергії в прирості урожаю, що свідчить про відтворення природних процесів ґрунтоутворення в агроценозах в зональному вимірі (табл. 4).

Частка загального вуглецю, що виділяється з коріння, може становити понад 50% у молодих рослин [13], і зменшується у зрілих рослин, що ростуть у полі [14;15]. Lynch and Whipps [16], визначили, що понад 40% первинної продукції вуглецю може втрачатися рослиною у вигляді ризодепозитів залежно від виду рослини, віку та умов середовища. У більш ранніх дослідженнях припускали, що сполуки вуглецю губляться корінням безповоротно, проте пізніше, дослідження Jones and Darrah [17–19] показали, що ресорбція розщеплених низькомолекулярних сполук вуглецю може відігравати важливу роль у регуляції кількості вуглецю, що виділяється корінням.

Точні оцінки кількості та пропорцій продуктів фотосинтезу, що спрямовуються до коренів і далі виділяються у вигляді ексудатів, зустрічають методичні труднощі [12], наведені в науковій літературі дані значно варіюють. Кількості та пропорції фіксованого вуглецю залежать від виду та сорту рослин, віку, умов середовища – рівня хімічного, фізичного та біологічного стресу. Значну роль у харчових циклах мають також ексудати азотовмісних сполук, зазвичай у вигляді іонів амонію, нітрату, амінокислот, клітинних лізатів, корневих відшарувань та інших корневих решток. Досліджень щодо динаміки азоту в ризосфері набагато менше насамперед унаслідок методичних труднощів. Janzen and Bruinsma [20] визначили, що

в пшениці до 50% асимільованого азоту було в підземній частині, причому половина його вивільнялася в ризосферний ґрунт. В ячменю через 7 тижнів росту 32 % азоту з підземної частини рослини йшли в ризодепозити, через 14 тижнів – 71%. За дозрівання рослин частка азоту в ексудатах становила 20% від загального азоту [21]. Відомо, що значна кількість азоту виділяється корінням овочевих рослин [22–24]. Jensen [21] визначив у гороху через 7 тижнів росту виділення в ризосферу 15% азоту з підземної частини рослини, через 14 тижнів – 48%. Під час переходу до більш пізніх фаз, втрати азоту корінням сягали лише 7% загального рослинного азоту.

Загальний об'єм кореневого ексудату порівняно з масою надземної частини становить 700 м^3 (пшениця озима), $175\text{--}300 \text{ м}^3$ (ячмінь), та $1250\text{--}1230 \text{ м}^3$, а в перерахнку на суху речовину: 7,0 т/га, 2,0–3,0 т/га та 12,8–13,0 т/га відповідно. Виключну роль в активізації фаціального ґрунтоутворення і підсиленні морфогенетичних ознак чорнозему відіграють прижиттєві кореневі виділення рослин, загальна кількість яких за період вегетації наближається за величиною до господарського врожаю або перевищує його. Через корені виділяється в середньому до 7,5–8,0 т/га засвоєного рослиною вуглецю в перерахнку на суху речовину, а за вегетаційний період виділення становлять понад 35% загальної маси рослин агроценозу [Овсянников Ю.А.,2021].

Систематичне виконання ґрунтозахисних технологій у сівозміні, в основі яких лежить обробіток ґрунту без обертання скиби, сприяє оптимізації режиму зволоженості під культурами зерно-просапного агроценозу. В основі оптимізації режиму зволоженості лежить доцільне і виважене співвідношення

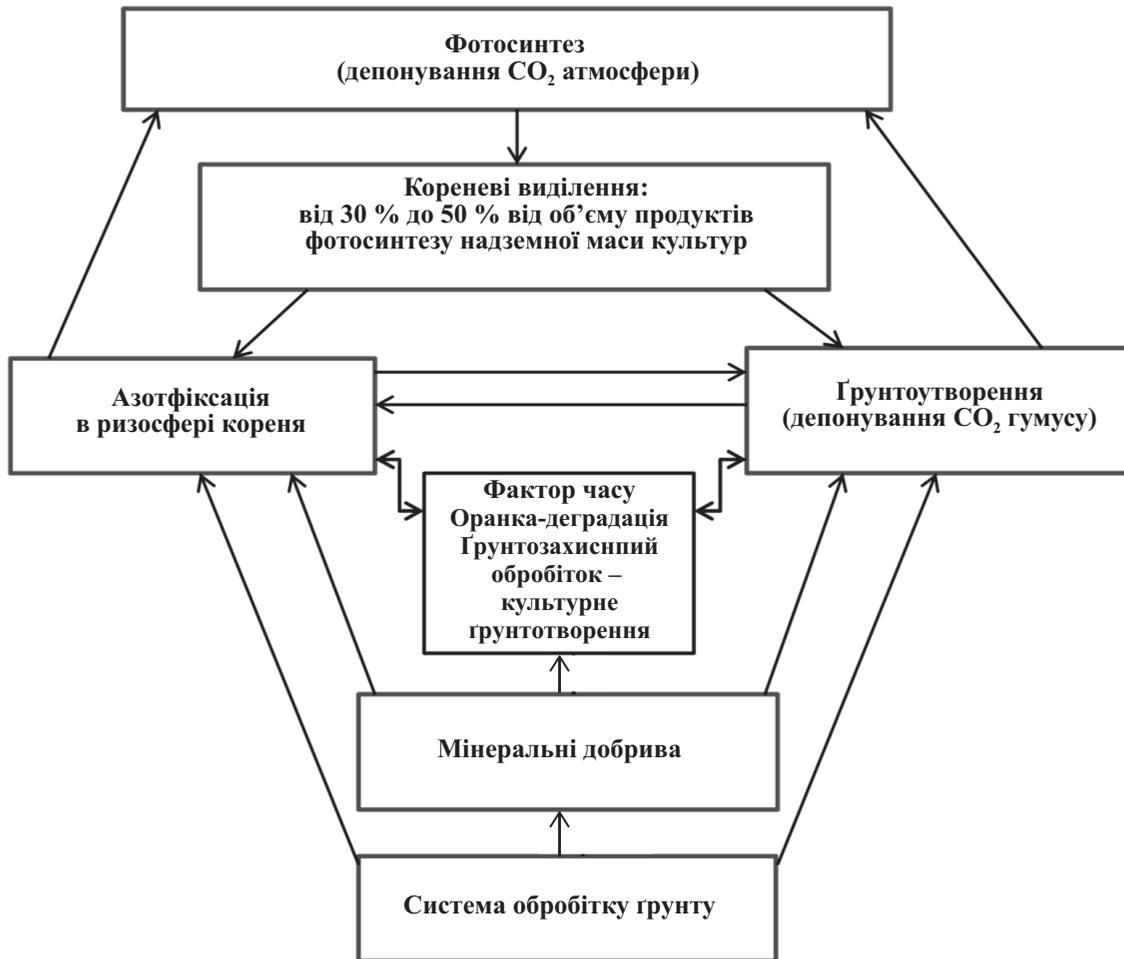


Схема взаємодії процесу депонування CO₂ атмосфери, азотфіксації у загальну біомасу культур і ґрунтоутворенням (гумусонакопичення) в агроценозі

одночасної дії капілярного і конвекційно-дифузного механізмів переносу ґрунтової вологи, що забезпечує більш високий уміст продуктивної вологи у товщі чорнозему в критичні фази розвитку культур.

Культурне ґрунтоутворення – це посилення взаємодії депонування оксиду карбону агрофітоценозами культурних рослин із процесом активізації азотфіксації у ризосфері кореня та відновленням природного ґрунтоутворення в агроценозі, що слід сприймати як прояв посилення дернового процесу за дії біологізації ґрунтових умов та посилення функціонально-агроекологічних умов фаціальних закономірностей насичення профілю чорнозему фізіологічно активним кореневим ексудатом культурних рослин під впливом систематичного ґрунтозахисного обробітку чорнозему в агроценозі.

Зіставлення наявної інформації про фотосинтез, азотфіксацію в ризосфері кореня та ґрунтоутворення в агроценозі дає підставу для висновку про те, що всі ці процеси тісно пов'язані один з одним ($R=+0,78-0,84\pm 0,02$; $R^2=0,61-0,71$). Схематичне зображення

взаємодії процесів, що розглядаються, наведено на рис., з якого видно, що депонування оксиду карбону, азотфіксацію та ґрунтоутворення слід розглядати як структурні компоненти однієї системи, що синергетично взаємодіють один з одним і кумулятивно накопичуються під дією фактора часу.

Висновки

Посилення гідротермічних умов зволжених чорноземів забезпечує високі темпи відтворення гумусового профілю чорнозему, а систематичне застосування безполицевого обробітку стає потужним чинником управління процесом гумусонакопичення, що діагностується по потемнінню (збільшенню грубизни) перехідних горизонтів ґрунтової товщі чорноземів типових від затьоків гумусу. Під дією безполицевого обробітку вектор ґрунтоутворення спрямовується у напрямі формування більш зволжених чорноземів (посилення гумідності), а виявлений ефект посилення гумусоутворення необхідно вважати детермінвальним критерієм адаптованості системи обробітку ґрунту і, загалом, системи землеробства до умов

зростання посушливості клімату в агроценозах Лівобережного Лісостепу України.

Загальна закономірність формування співвідношення товарної продукції до побічної, як надземної маси, так і загальної побічної продукції незалежно від виду органічних добрив, залежить від рівня удобрення, особливо азотного, і способу обробітку та криється у тому, що за оранки у структурі загальної біомаси зростає кількість побічної продукції, а частка товарної маси зменшується. Зростання нетоварної частки урожаю відбувається непропорційно збільшенню доз мінеральних добрив: особливо азотних. За безполіцевих обробітків, навпаки, частка побічної продукції у загальній біомасі зростає на контролі без добрив та за одинарної дози добрив, а за подвійної дози добрив

збільшення товарної частини врожаю гальмується або повністю припиняється, що свідчить про неефективність високих доз добрив за застосування ґрунтозахисного обробітку, особливо за умови його мінімізації.

Ґрунтоутворення в агроценозах слід сприймати, як посилення сукупної дії біологічного чинника ґрунтоутворення в умовах сільськогосподарського використання чорноземів за рахунок покращання гідротермічних ґрунтових умов у сезонному та річному циклах під дією систематичного застосування ґрунтозахисних технологій, які базуються на безполіцевому обробітку, що забезпечує процес управління функціонально-екологічними і фаціальними закономірностями депонування органічної речовини в гумусу чорнозему в агроценозах Лісостепу України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А. Продуктивна здатність ґрунтів Лісостепу за природною і ефективною родючістю. *Вісник аграрної науки*. 2011. №7. С.15–23.
2. Полупан М.І. Функціонально-екологічні параметри ґрунтоутворення, його діагностика та класифікація. *Ґрунтознавство і агрохімія*. 1998. Кн. 1. С. 32–37.
3. Полупан М. І., Соловей В.Б. Визначення природного потенціалу ґрунтів акумулятивного типу. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 1999. № 11. С. 12–20.
4. Шикіла М. К., Демиденко О.В. Основні принципи багато параметричної самоорганізації та дискретності зміни родючості чорнозему в агроценозі при ґрунтозахисному землеробстві. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві; під ред. М. К. Шикіли. Київ : Оранта, 1998. С. 300–314.
5. Чесняк Г. Я. Культурний почвообразовательный процесс в черноземах типичных Лесостепи Украины: закономерности, управление, прогноз В.В. Докучаев и современное почвоведение: сб. тр. посвящ. 100-летию кафедры почвоведения. Харьков, 1994. С. 32–37.
6. Медведєв В.В, Плиско В.В., Бигун О.В. Сравнительная характеристика оптимальных и реальных параметров чернозёмов Украины. *Почвоведение*. 2014. № 10. С. 1247–1261.
7. Циганкова О.І., Циганський В.І. Фотосинтетична продуктивність сої залежно від рівня удобрення та застосування комплексу мікроелементів. *Наукові доповіді НУБіП України*. №5(75). 2018. С. 10–18.
8. Жемела Г.П., Шевнікова Д.М. Фотосинтетична продуктивність посівів пшениці твердої ярої залежно від мінеральних добрив та біопрепаратів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. №2. 2013. С. 36–40.
9. Панфілова А.В., Гамаюнова В.В. Фотосинтетична діяльність посівів пшениці озимої залежно від сорту та живлення в умовах Південного Степу України. *Наукові горизонти*. №2. 2018. С.3–10.
10. Чивчик О.С., Оліфірович С.Й. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від впливу елементів технології вирощування. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. Вип.1(38). 2023. С.55–63.
11. Домарацький Є.О. Формування листової поверхні та фотосинтетична діяльність рослин соняшника залежно від добрив і рестреґулюючих препаратів. *Меліорація, землеробство, рослинництво*. 2021. №5. С. 20–22. DOI: <https://10.32848/agrar.innov.2021.5.4>.
12. Uren N.C. Types, Amounts, and Possible Function of Compounds Released into the Rhizosphere by Soil-Grown Plants. The Rhizosphere. Biochemistry and Organic Substances at the Soil-Plant-Interface. Ed. by Pinton et al. Marsell Dekker Inc., New York-Basel. 2001. P. 19–40.
13. Whipps J.M. Carbon economy. Rhizosphere. John Wiley, Chichester, 1990. P. 59.
14. Keith H., Oades J.M., Martin J.K. Input of carbon to soil from wheat plants. *Soil Biol. Biochem.* 1986, v. 18. P. 455.
15. Jensen B. Rhizodeposition by ¹⁴C pulse labeled spring barley grown in small field plots on sandy loam. *Soil Biol. Biochem.*, 1993, v. 25. P. 1553.
16. Lynch J.M, Whipps J.M. Substrate flow in the rhizosphere. *Plant & Soil*. 1990, v. 29. P. 1.

17. Jones D.L., Darrah P.R. Re-sorption of organic compounds by roots of *Zea mays* L. and its consequences in the rhizosphere: I. Re-sorption of ¹⁴C labeled glucose, mannose and citric acid. *Plant and Soil*. 1992, v. 143. P. 259.
18. Jones D.L., Darrah P.R. Influx and efflux of amino acids from *Zea mays* L. roots and its implications in the rhizosphere. *Plant and Soil*. 1994, v. 163. P. 1.
19. Jones D.L., Darrah P.R. Resorption of organic compounds by roots of *Zea mays* L. and its consequences in the rhizosphere: III. Characteristics of sugar influx and efflux. *Plant and Soil*. 1996, v. 178. P.153.
20. Janzen H.H., Bruinsma Y. Methodology for quantification of root and rhizosphere nitrogen dynamics by exposure of shoots to ¹⁵N labelled ammonia *Soil Biol. Biochem.* 1989, v. 21. P. 189.
21. Jensen E.S. Rhizodeposition of N by pea and barley and its effect on soil N dynamics. *Soil Biol. Biochem.* 1996, v. 28. P. 65.
22. Brophy L.S., Heichel G.H. Nitrogen release from root of alfalfa and soybean grown in sand culture. *Plant and Soil*. 1989, v. 116. P. 77.
23. Virtanen A.L., Von Hausen S., Laine T. Investigations on the root nodule bacteria of leguminous plants: XIX. Influence of various factors on the excretion of nitrogenous compounds from nodules. *Journal of Agricultural Sciences*. 1937, v. 27. P. 332.
24. Wilson P.W., Wyss O. Mixed cropping and the excretion of nitrogen by leguminous plants. *Soil Sciences Society of America Proceedings*. 1937, v. 11. P. 289.

REFERENCES

1. Polupan M.I. (2011). Produktivna zdatnist' gruntiv Lisostepu za prirodnoyu i efektyvnoyu rodyuchistyu. *Visnik agrarogoi nauki*, 7, 15–23 [in Ukrainian].
2. Polupan M.I. (1998). Funkcional'no-ekologichni parametri rruntoutvorennya, joga diagnostika ta klasifikaciya. *Gruntoznavstvo i agrohimiya*, 1, 32–37 [in Ukrainian].
3. Polupan M.I. (1999). Vyznachennya prirodnogo potentsialu gruntiv akumulativnogo tipu. *Agrohimiya i rruntoznavstvo*, 11, 12–20 [in Ukrainian].
4. Shikula M.K. (1998). Osnovni principy bagato parametrichnoï samoorganizacii ta diskretnosti zmini rodyuchosti chornozemu v agrocenozi pri rruntozahisnomu zemlerobstvi. Vidtvorennya rodyuchosti gruntiv u rruntozahisnomu zemlerobstvi ; pid red. M.K. Shikuli. K. : Oranta. P. 300–314 [in Ukrainian].
5. Chesnyak G.Ya. (1994). Kul'turnij pochvoobrazovatel'nyj process v chernozemah tipichnyh Lesostepi Ukrainy: zakonomernosti, upravlenie, prognoz. G.Ya. Chesnok V.V. Dokuchaev i sovremennoe pochvovedenie: sb. tr. posveshch. 100-letiyu kafedry pochvovedeniya. Har'kov. P. 32–37 [in Ukrainian].
6. Medvedev V.V., Plisko V.V., Bigun O.V. (2014). Sravnitel'naya charakteristika optimal'nyh i real'nyh parametrov chernozyomov Ukrainy. *Pochvovedenie*, 10, 1247–1261 [in Ukrainian].
7. Cigankova O.I., Cigans'kij V.I. (2018). Fotosintetichna produktivnist' soi zalezno vid rivnya udobrennya ta zastosuvannya kompleksu mikroelementiv. *Naukovi dopovidi NUBIP Ukraini*, 5(75), 10–18 [in Ukrainian].
8. Zhemela G.P., Shevnikova D.M. (2013). Fotosintetichna produktivnist' posiviv pshenicy tvrdoï yaroï zalezno vid mineral'nih dobriv ta biopreparativ. *Visnik Poltavskoi derzhavnoi agrarnoi akademii*, 2, 36–40 [in Ukrainian].
9. Panfilova A.V., Gamayunova V.V. (2018). Fotosintetichna diyal'nist' posiviv pshenicy ozimoï zalezno vid sortu ta zhivlennya v umovah Pivdennoho Stepu Ukraïni. *Naukovi gorizonti*, 2, 3–10 [in Ukrainian].
10. Chivchik O.S., Olifirovich S.J. (2023). Fotosintetichna produktivnist' posiviv soi zalezno vid vplivu elementiv tekhnologii viroshchuvannya. *Podil's'kij visnik: sil's'ke gospodarstvo, tekhnika, ekonomika*, 1(38), 55–63 [in Ukrainian].
11. Domarac'kij E.O. (2021). Formuvannya listovoï poverhni ta fotosintetichna diyal'nist' roslin sonyashnika zalezno vid dobriv i restregulyuyuchih preparativ. *Melioraciya, zemlerobstvo, roslinnictvo*, 5, 22–20. DOI: <https://10.32848/agrar.innov.2021.5.4> [in Ukrainian].
12. Uren N.C. (2001). Types, Amounts, and Possible Function of Compounds Released into the Rhizosphere by Soil-Grown Plants. *The Rhizosphere. Biochemistry and Organic Substances at the Soil-Plant-Interface*. Ed. by Pinton et al. Marsell Dekker Inc., New York-Basel. P. 19–40 [in English].
13. Whipps J.M. (1990). Carbon economy. *Rhizosphere*. John Wiley, Chichester. P. 59. [in English]
14. Keith H., Oades J.M., Martin J.K. (1986). Input of carbon to soil from wheat plants. *Soil Biol. Biochem.*, 18, 455 [in English].
15. Jensen B. (1993). Rhizodeposition by ¹⁴C pulse labeled spring barley grown in small field plots on sandy loam. *Soil Biol. Biochem.*, 25, 1553 [in English].
16. Lynch J.M., Whipps J.M. (1990). Substrate flow in the rhizosphere. *Plant & Soil*, 29, 1 [in English].

17. Jones D.L., Darrah P.R. (1992). Re-sorption of organic compounds by roots of *Zea mays* L. and its consequences in the rhizosphere: I. Re-sorption of ¹⁴C labeled glucose, mannose and citric acid. *Plant and Soil.*, 143, 259 [in English].
18. Jones D.L., Darrah P.R. (1994). Influx and efflux of amino acids from *Zea mays* L. roots and its implications in the rhizosphere. *Plant and Soil.*, 163, 1 [in English].
19. Jones D.L., Darrah P.R. (1996). Resorption of organic compounds by roots of *Zea mays* L. and its consequences in the rhizosphere: III. Characteristics of sugar influx and efflux. *Plant and Soil.*, 178, 153 [in English].
20. Janzen H.H., Bruinsma Y. (1989). Methodology for quantification of root and rhizosphere nitrogen dynamics by exposure of shoots to ¹⁵N labelled ammonia. *Soil Biol. Biochem.*, 21, 189 [in English].
21. Jensen E.S. (1996). Rhizodeposition of N by pea and barley and its effect on soil N dynamics. *Soil Biol. Biochem.*, 28, 65 [in English].
22. Brophy L.S., Heichel G.H. (1989). Nitrogen release from root of alfalfa and soybean grown in sand culture. *Plant and Soil.*, 116, 77 [in English].
23. Virtanen A.L., Von Hausen S., Laine T. (1937). Investigations on the root nodule bacteria of leguminous plants: XIX. Influence of various factors on the excretion of nitrogenous compounds from nodules. *Journal of Agricultural Sciences.*, 27, 332 [in English].
24. Wilson P.W., Wyss O. (1937). Mixed cropping and the excretion of nitrogen by leguminous plants. *Soil Sciences Society of America Proceedings*, 11, 289 [in English].

Demydenko O.V.

Soil formation under different methods of cultivation and mineral fertilization of chernozem in agrocenosis

Aim. To determine the influence of soil protection tillage and different doses of fertilizer on the formation of the structure of the total phytomass of crops in crop rotations of different types and to assess the level of activity of root systems as a sign of the manifestation of cultural soil formation in the agrocenoses of the Central Forest-Steppe through humus accumulation in the thicknesses of chernozems. **Methods.** The methods of comparison, correlation and generalisation were used in the work, and the main method was a system analysis based on the description of the system, its individual structural components, their interaction with each other and external factors. **Results.** Strengthening of hydrothermal conditions of moistened chernozems provides high rates of reproduction of the humus profile of chernozem, and the systematic use of moldboardless tillage is a powerful factor in controlling the process of humus accumulation, which is diagnosed by darkening (increasing coarseness) of the transitional horizons of the soil stratum of chernozems typical of humus leakage. Under the influence of moldboardless tillage, the vector of soil formation is directed towards the formation of more moist chernozems (increased humus content), and the detected effect of increased humus formation should be considered a determinant criterion of the adaptation of the tillage system and, in general, the farming system to the conditions of increasing climate aridity in the agrocenoses of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The general pattern of formation of the ratio of marketable products to by-products, both above-ground mass and total by-products, regardless of the type of organic fertiliser, depends on the level of fertilisation, especially nitrogen fertilisation, and the method of cultivation, and lies in the fact that ploughing increases the amount of by-products in the structure of total biomass, while the share of marketable mass decreases. **Conclusions.** Soil formation in agrocenoses should be perceived as an increase in the cumulative effect of the biological factor of soil formation in the conditions of agricultural use of chernozem by improving hydrothermal soil conditions in seasonal and annual cycles under the influence of the systematic application of soil protection technologies based on no-till tillage, which ensures the process of managing the functional, ecological and facies regularities of organic matter deposition in the humus of chernozem in the agrocenoses of the Forest-Steppe of Ukraine.

Key words: root excretions, soil formation, system, agroecosystem, agrobiogeocenosis, rhizosphere, soil fertility, mineral fertilisers, organic matter, photosynthetic products, conservation agriculture.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Демиденко О.В., доктор сільськогосподарських наук, Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція ННЦ «Інститут землеробства НААН України», e-mail: agrogumys@ukr.net, ORCID: 0000-0002-5334-1154.

Demydenko O.V., Doctor of Agriculture of sciences, Cherkasy State Agricultural Research Station of the National Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences of Ukraine, e-mail: agrogumys@ukr.net, ORCID: 0000-0002-5334-1154.

Надійшла 12.06.2024

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В 6-7-ПІЛЬНИХ СІВОЗМІНАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Я.С. Цимбал, П.І. Бойко, І.В. Мартинюк, Л.П. Якименко, М.В. Бакумова

ННЦ «ІЗ НААН» (с-ще Чабани, Україна)

Мета. Встановити вплив структури, набору та розміщення польових культур у 6-7-пільних сівозмiнах на загальну їх продуктивність, урожайність і якість пшениці озимої зокрема. **Методи.** Технологія вирощування сільськогосподарських культур у досліді загальноприйнята і рекомендована для зони проведення досліджень. Застосовували хімічні засоби захисту рослин для вирощування конкурентоспроможної товарної продукції пшениці озимої. **Результати.** Результати досліджень, проведених у тривалому стаціонарному польовому досліді, який закладено у 2001 р., з вивчення сівозмiн на типових чорноземах нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу впродовж 2016–2021 рр. для шестипільних і 2016–2022 рр. для семипільних сівозмiн, переконливо свiдчать про те, що найбільш раціональною в цій підзоні виявилася 6-пільна сівозмiна насичена пшеницею озимою на 16,7% (соя – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий – кукурудза на зерно – гречка) за органо-мінеральної системи інтенсифікації (побiчна продукція попередника + $N_{60}P_{60}K_{60}$). **Висновки.** Урожайність зерна пшениці озимої, яку вирощували після сої, гречки та ріпаку озимого як попередників за відповідного набору культур сівозмiн була в межах: 5,62–6,02 т/га, при цьому вміст протеїну в зерні знаходився на рівні – 12,66–13,67%. Економічна ефективність вирощування пшениці озимої в структурі 6-7-пільних сівозмiн становила: умовно чистого прибутку – 14,95–16,99 тис. грн/га за рівня рентабельності – 108–125%.

Ключові слова: культура, добрива, урожайність, вміст білка, економічна ефективність, рентабельність, умовно чистий прибуток.

Вступ. Керівники агропромислового комплексу різних форм власності господарювання повинні пам'ятати про те, що **Земля** – це основний біоресурс людства. Впродовж багатьох віків у землеробських дослідженнях зроблений гігантський крок вперед, незмінним у цьому процесі, на наш погляд, залишається одне: сівозмiни. В історичному аспекті вони були, є і будуть організацією моделлю функціонування будь-якої системи землеробства у вирішенні основних проблем його розвитку – високої сталої продуктивності сільськогосподарських культур із забезпеченням відтворення родючості ґрунтів і охорони навколишнього середовища. В організації сівозмiн основоположною залишається концепція про необхідність ведення землеробства на сівозмiнних принципах. Оскільки в сучасних умовах за існуючих можливостей глибокого впливу на ґрунтові процеси, принцип плодозміни залишається істотним чинником забезпечення високої продуктивності агрофітоценозів.

Сільськогосподарською наукою і практикою доведено, що беззмінна культура різко знижує врожайність, родючість ґрунту, погіршує фітосанітарний стан його і посівів порівняно з сівозмiнною. Уведення в сівозмiну культур, що відрізняються за строками сівби і збиранням, характером розвитку, різними способами догляду за ними, сприяє рівномірному розподілу і раціональному використанню протягом року технічних засобів і робочої сили.

Технологічне значення сівозмiн полягає у правильному чергуванні різних за своїми біологічними вимогами рослин, за яких для кожної культури створюються найкращі умови росту і розвитку.

Мета досліджень полягає у встановленні впливу органо-мінеральних добрив та попередників на продуктивність, урожайність і економічну ефективність вирощування пшениці озимої в 6-7-пільних сівозмiнах, адаптованих до умов Лісостепу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За результатами багаторічних досліджень з'ясовано, що біологічний потенціал вирощуваних сортів і гібридів

реалізується тільки на 40–75%, оскільки у них закладено лише потенційні можливості біологічної продуктивності конкретної культури, а реалізувати їх із урахуванням ґрунтово-кліматичних умов і спеціалізації господарств можна тільки в реальних умовах поля, завдяки оптимізованим технологіям вирощування в сівозмінах [1–3].

Вивірені й апробовані сівозміни та ефективне використання агротехнічних прийомів дають можливість повною мірою реалізувати генетичний потенціал новітніх сортів і гібридів сільськогосподарських культур, що особливо важливо під час виконання програми щодо забезпечення продовольчої безпеки України [4].

Практичне застосування сівозмін в окремих ґрунтово-кліматичних зонах України, а саме: місце, тривалість вирощування, сумісність і період повернення культур у сівозмінах із врахуванням вимог інтенсивних технологій, збільшення виробництва рослинницької продукції, ступінь насичення сівозмін провідними культурами в господарствах різного виробничого напрямку стає необхідним завданням [5].

Пшениця озима, з-поміж зернових культур, за посівними площами в Україні посідає перше місце й має право бути головною продовольчою культурою. Основне народногосподарське значення її полягає в задоволенні людей високоякісними харчовими продуктами (хліб, хлібобулочні вироби, тощо). Пшеничне зерно найбагатше на білки, вміст яких у середньому становить 13–15%. У зерні пшениці міститься велика кількість вуглеводів, до 70% крохмалю, вітаміни В₁, В₂, РР, Е та провітаміни А, D. Білки пшениці містять усі незамінні амінокислоти – лізин, триптофан, валін, метіонін, треонін, фенілаланін, гістидин, аргінін, лейцин, ізолейцин, тощо [6].

Високопродуктивні сорти пшениці озимої відзначаються підвищеними вимогами до родючості ґрунту, рівня зволоження, чистоти поля, тощо. У зв'язку з цим зростає роль попередників. Для пшениці озимої попередники підбираються з урахуванням зони вирощування, структури посівних площ, спеціалізації господарства. Згідно з даними багаторічних досліджень у наукових установах та виробничій практиці, кращими попередниками для зони Лісостепу є зайняті пари, горох, соя, багаторічні бобові трави на один укіс, допустимими – однорічні трави, гречка, кукурудза на зелений корм або силос, ріпак [7; 8].

Сівозміни мають бути динамічними, комбінованими і водночас науково обґрунтованими та

інтенсивними. Можна створювати багато варіантів сівозмін, але їх впровадження завжди потребує наукового обґрунтування [9–11].

Матеріали та методи досліджень. Дослідження з вивчення впливу попередників та системи удобрення на продуктивність, урожайність і якість отриманої продукції пшениці озимої в 6-7-пільних сівозмінах проводили у підзоні нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу на чорноземі типовому малогумусному Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН» у тривалому польовому стаціонарному досліді впродовж 2016–2022 рр.

Ґрунтовий покрив дослідних ділянок – чорнозем типовий малогумусний грубопилувато-легкосуглинковий. Уміст гумусу в орному шарі ґрунту в межах 3,08–3,15%, у підорному – від 2,72 до 2,9%. Ґрунт характеризується високим умістом рухомих сполук фосфору – 233–270 мг/кг ґрунту в орному і 227–270 мг/кг – у підорному шарах, високим і середнім умістом сполук рухомого калію (80–100 мг/кг ґрунту) за Чириковим. Уміст легкогідролізного азоту в орному шарі ґрунту становить 110–124 мг/кг, у підорному – 99–106 мг/кг. Реакція ґрунтового розчину слабкокисла, ступінь насичення вбирного комплексу основами високий (85–99%). Аналіз ґрунту проводили за загальноприйнятими методиками.

Клімат місцевості – помірно континентальний. За даними спостережень Яготинської метеостанції, середня річна температура повітря становить 7,1°C, середня багаторічна кількість опадів – 468 мм (варіює від 250 до 670 мм), відносна вологість повітря – 78%, середня тривалість вегетаційного періоду – 202 дні. Мінімальна температура повітря сягає –37°C, максимальна – +39°C.

Повторення дослідів триразове. Посівна площа однієї ділянки – 90 м² (6×15 м), облікова – 40 м² (4×10 м). Розміщення ділянок – рендомізоване.

Технологія вирощування сільськогосподарських культур у досліді загальноприйнята і рекомендована для зони проведення досліджень.

Пшеницю озиму сорту Краєвид висівали в 6-пільних сівозмінах після сої та гречки (соя – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий – кукурудза на зерно – гречка); (гречка – пшениця озима – соя – пшениця яра – жито озиме – ячмінь ярий) і 7-пільній сівозміні після ріпаку озимого та сої (ріпак озимий – пшениця озима – соняшник – пшениця яра – соя – пшениця озима – ячмінь ярий) за органо-мінеральної системи удобрення (побічна

продукція попередника + $N_{60}P_{60}K_{60}$) зі внесенням відповідних пестицидів під культуру.

Повний зоотехнічний аналіз рослин здійснювали за методом інфрачервоної спектроскопії на інфрачервоному аналізаторі NIR Systems 4500 (ДСТУ 4117:2007 Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії).

Математико-статистичну обробку результатів досліджень проводили на персональному комп'ютері з використанням пакетів прикладних програм типу Excel, Statistica, Sigma.

Визначення економічної ефективності функціонування сівозмін здійснено на основі складання агротехнічних карт із урахуванням витрат на обробіток ґрунту, оплату праці, вартості добрив, насіння, засобів захисту і одержаної продукції. Розрахунки проведено за закупівельними цінами на сільськогосподарську продукцію, що склалися у 2021 та 2022 рр.

Результати та їх обговорення. На основі отриманих результатів досліджень у тривалих стаціонарних дослідках зони Лісостепу України розроблені основні принципи побудови різноротаційних (4–8-пільних) сівозмін з урахуванням періодів повернення і нормативів чергування кожної культури. Цим забезпечується науково обґрунтований набір культур, їх співвідношення і розміщення після потрібних попередників, що дає змогу проводити раціональне землекористування, покращувати родючість ґрунту (запаси вологи, гумусу й ін.), фітосанітарний стан ґрунту та посівів, підвищувати продуктивність, особливо в контексті продовольчої безпеки держави.

Пшеницю озиму вирощували в 6-7-пільних сівозмінах після сої, гречки та ріпаку озимого як

попередників. Як органічне добриво застосовували подрібнену побічну продукцію попередників (стебла сої та ріпаку озимого і солону гречки).

За результатами досліджень проведених упродовж 2016–2021 рр. для шестипільних сівозмін (повна ротація) і 2016–2022 рр. для семипільної сівозміни (повна ротація) встановлено, що органо-мінеральні добрива та попередники впливали на врожайність і якість зерна пшениці озимої (табл. 1).

Рівень урожайності культури, яку вирощували після сої та гречки в 6-пільних сівозмінах і після ріпаку озимого та сої в 7-пільній з насиченням сівозмін пшеницею озимою від 16,7 до 28,6% становив від 5,62 до 6,02 т/га.

Найвищу врожайність зерна пшениці озимої (6,02 т/га) отримано у 6-пільній сівозміні за 16,7% насичення культурою після попередника соя, яку висівали після гречки, що на 0,18 т/га більше порівняно з 6-пільною сівозміною з таким самим насиченням культурою за попередника гречка, яку висівали після ячменю ярого.

Урожайність пшениці озимої в 7-пільній сівозміні сягала 5,92 т/га за попередника соя, яку висівали після пшениці ярої, що на 0,30 т/га більше, ніж за попередника ріпак озимий після ячменю ярого як перед попередника в цій самій сівозміні (табл. 1).

Щодо якості зерна пшениці озимої за вирощування її в 6-7-пільних експериментальних сівозмінах за органо-мінеральної системи інтенсифікації (побічна продукція попередника + $N_{60}P_{60}K_{60}$) слід відмітити, що масова частка білка та сирі клейковини, відзначилися достатньо високими показниками. Так, уміст білка в 7-пільній сівозміні за попередника ріпак озимий знаходився на рівні 12,64%, що на 1,00%

Таблиця 1. Урожайність та якість зерна пшениці озимої в 6-7-пільних сівозмінах

Попередник	Доза добрив під культуру	Урожайність, т/га	Масова частка білка, у перерахунку на суху речовину, %	Масова частка сирі клейковини, %
<i>Середнє за 2016–2021 рр.</i>				
6-пільні сівозміни				
Соя	побічна продукція	6,02 ± 0,18	11,76 ± 0,63	24,27 ± 0,61
Гречка	попередника + $N_{60}P_{60}K_{60}$	5,84 ± 0,23	11,77 ± 0,67	24,07 ± 0,59
<i>Середнє за 2016–2022 рр.</i>				
7-пільна сівозміна				
Ріпак озимий	побічна продукція	5,62 ± 0,37	12,64 ± 0,60	25,55 ± 1,84
Соя	попередника + $N_{60}P_{60}K_{60}$	5,92 ± 0,43	11,64 ± 0,62	23,99 ± 0,92

більше, ніж за попередника соя в цій самій сівозміні та на 0,87–0,88% більше, ніж за вирощування пшениці озимої в 6-пільних сівозмінах після гречки та сої як попередників. Масова частка сирової клейковини в зерні пшениці озимої знаходилася на рівні 23,99–25,55% за найвищого показника в 7-пільній сівозміні – 25,55% після ріпаку озимого як попередника культури, що на 1,56% більше порівняно з 7-пільною сівозміною за попередника соя та на 1,28–1,48% більше порівняно з 6-пільними сівозмінами за попередників соя та гречка (табл. 1). За визначенням «ДСТУ 3768:2019» отримане зерно пшениці озимої, яке вирощували в 6-7-пільних сівозмінах після різних попередників та органо-мінерального удобрення, відповідає другому й третьому класу якості. Найвищою якістю зерна пшениці озимої відзначилася 7-пільна сівозміна за попередника ріпак озимий, де ці показники становили 12,64% білка та 25,55% клейковини, що відповідає другому класу.

Оцінка ефективності сівозмін – це комплексний захід з урахуванням цілої низки показників. Для порівняння продуктивності сівозмін враховують показники виробництва зерна та насіння культур, виходу зернових, кормових одиниць та перетравного протеїну [12]. Існують різні підходи до оцінки ефективності сівозмін. Зокрема, запропоновано використовувати так звані зернові коефіцієнти – відношення середньої врожайності зерна пшениці озимої за декілька років до середньої врожайності культури, яку оцінюють за ці самі роки. Пропонується оцінка продуктивності в грошовому виразі. Світовій практиці відомий

спосіб оцінки продуктивності сівозмін, який базується на перерахунку в зернові еквіваленти [13]. Рівень урожайності кожної культури та продуктивність сівозміни загалом, значною мірою залежать від впливу попередників, системи обробітку ґрунту, удобрення й засобів захисту рослин [14].

Продуктивність отриманого зерна пшениці озимої, яку вирощували в 6-7-пільних сівозмінах із різним насиченням культурою впродовж 2016–2021 рр. для шестипільних і 2016–2022 рр. для семипільної сівозміни, відзначилася достатньо високими показниками та забезпечила збір з 1 га ріллі: кормових одиниць – 6,74–7,22 т, зернових одиниць – 5,62–6,02, перетравного протеїну – 0,62–0,66 т (табл. 2).

Слід зазначити, що 6-пільна сівозміна на 16,7% насичена пшеницею озимою за попередника соя мала вищі показники за збором з 1 га сівозмінної площі кормових одиниць, зернових одиниць та перетравного протеїну, де ці показники сягали: 7,22 т кормових, 6,02 т зернових одиниць та 0,66 т перетравного протеїну, що на 0,21 т кормових, 0,18 т зернових одиниць та на 0,02 т перетравного протеїну вище порівняно із 6-пільною сівозміною за такого самого насичення культурою після попередника гречка.

Семипільна сівозміна з двома полями пшениці озимої за різних попередників забезпечила збір з 1 га ріллі: 6,74 т кормових, 5,62 т зернових одиниць та 0,62 т перетравного протеїну за попередника ріпак озимий і 7,10 т кормових, 5,92 т зернових одиниць, 0,65 т перетравного протеїну за попередника соя.

Таблиця 2. Продуктивність зерна пшениці озимої в 6-7-пільних сівозмінах

Попередник	Доза добрив під культуру	Збір з 1 га ріллі, т		
		кормових одиниць	зернових одиниць	перетравного протеїну
<i>Середнє за 2016–2021 рр.</i>				
6-пільні сівозміни				
Соя	побічна продукція попередника + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	7,22	6,02	0,66
Гречка		7,01	5,84	0,64
<i>Середнє за 2016–2022 рр.</i>				
7-пільна сівозміна				
Ріпак озимий	побічна продукція попередника + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	6,74	5,62	0,62
Соя		7,10	5,92	0,65

Таблиця 3. Показники економічної ефективності вирощування пшениці озимої в 6-7-пільних сівозмінах

Попередник	Усього витрат, тис. грн	Вартість валової продукції, тис. грн	Собівартість 1 т урожаю, тис. грн	Прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
<i>Середнє за 2016–2021 рр.</i>					
6-пільні сівозміни (побічна продукція попередника + $N_{60}P_{60}K_{60}$)					
Соя	13,53	30,39	2,26	16,86	125
Гречка	13,50	29,51	2,34	16,01	118
<i>Середнє за 2016–2022 рр.</i>					
7-пільна сівозміна (побічна продукція попередника + $N_{60}P_{60}K_{60}$)					
Ріпак озимий	14,27	29,22	2,67	14,95	108
Соя	14,28	31,26	2,48	16,99	120

Економічний аналіз вирощування пшениці озимої в 6-7-пільних сівозмінах показав залежність від попередника, перед попередника та удобрення, де умовно чистий прибуток, у середньому за роки досліджень, був на рівні 14,95–16,99 тис. грн/га за рівня рентабельності 108–125% (табл. 3).

Пшениця озима, яку вирощували на двох полях 7-пільної сівозміни з насиченням культурою на 28,6% забезпечила умовно чистий прибуток на рівні 14,95 тис. грн/га з рентабельністю 108% за попередника ріпак озимий і перед попередника ячмінь ярий та 16,99 тис. грн/га чистого прибутку з рентабельністю 120% за попередника соя і перед попередника пшениця яра. Вартість валової продукції за вирощування її в цій сівозміні становила 29,22–31,26 тис. грн. Вирощування пшениці озимої в 6-пільній сівозміні за насичення культурою на 16,7% після сої та перед попередника гречка забезпечило прибуток на рівні 16,86 тис. грн/га за рівня рентабельності 125%, при цьому витрати сягали 13,53 тис. грн. Вирощування культури після гречки та перед попередника ячмінь ярий в 6-пільній сівозміні забезпечило умовно чистий прибуток у межах 16,01 тис. грн/га з рентабельністю 118% за загальних витрат на вирощування 13,50 тис. грн.

Найприбутковішим виявилось вирощування пшениці озимої в 6- і 7-пільних сівозмінах за попередника соя, де умовно чистий прибуток становив 16,86 і 16,99 тис. грн/га з рівнем рентабельності 125 і 120% відповідно, що на 0,85 і 0,98 тис. грн/га більше, ніж за попередника гречка та на 1,91 і 2,04 тис. грн/га більше, ніж за попередника ріпак озимий відповідно.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що у підзоні нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України на чорноземі типовому, пшениця озима, яку вирощували в 6-7-пільних сівозмінах після сої, гречки та ріпаку озимого як попередників із насиченням культурою від 16,7 до 28,6% за органо-мінеральної системи удобрення забезпечила високі показники врожайності, якості отриманого зерна та економічної ефективності.

Урожайність пшениці озимої в досліджуваних сівозмінах була на рівні 5,62–6,02 т/га. Найвищу врожайність зерна (6,02 т/га) отримано у 6-пільній сівозміні за 16,7% насичення культурою за попередника соя. Збільшення частки пшениці озимої в сівозміні від 16,7 до 28,6% (7-пільна сівозміна, два поля культури) дещо знижувало врожайність зерна на 0,10 т/га за попередника соя та на 0,40 т/га за попередника ріпак озимий у середньому за роки досліджень.

Уміст білка в зерні пшениці озимої за вирощування її в 7-пільній сівозміні знаходився на рівні 12,64% та клейковини – 25,55% за попередника ріпак, що на 6–8% більше порівняно до попередника соя в цій самій сівозміні. Уміст білка в 6-пільних сівозмінах становив 11,76–11,77%. Отримане зерно пшениці озимої відповідає другому та третьому класу якості.

Виявлено, що 6-пільна сівозміна на 16,7% насичена пшеницею озимою після сої як попередника забезпечила збір з 1 га ріллі: 7,22 т кормових одиниць, 6,02 т зернових одиниць та 0,66 т перетравного протеїну, що на 3% вище порівняно із 6-пільною сівозміною за попередника гречка та на 2–7% вище порівняно з 7-пільною сівозміною за попередників соя і ріпак озимий.

Установлено, що вирощування пшениці озимої в 6-7-пільних сівозмiнах формувалося з достатньо високими загальними витратами, які становлять: 13,50–14,28 тис. грн на 1 га сівозмiнної площi.

Найприбутковiшим виявилось вирощування пшеницi озимої в 6-пiльній сівозмiнi з насиченням культурою на 16,7%, де умовно чистий прибуток сягав

16,86 тис. грн/га з рiвнем рентабельностi 125% та в 7-пiльній сівозмiнi, де прибуток був на рiвнi 16,99 тис. грн/га за рентабельностi 120%. З'ясовано, що попередники сої в 6-7-пiльних сівозмiнах мали вищi показники економiчної ефективностi порiвняно з попередниками гречка та рiпак озимий у цих самих сівозмiнах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко П.І., Коваленко Н.П. Науково-інноваційні аспекти сівозмiн в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 5. С. 24–28.
2. Сiвозмiни у землеробствi України/ за ред. В.Ф. Сайка, П.І. Бойка. Київ: Аграрна наука, 2002. 147 с.
3. Єщенко В.О. Роль сівозмiн у сучасному землеробствi. *Мiжвидомчий тематичний науковий збiрник «Землеробство»*. Київ: ВП «Едельвейс», 2015. Вип. 1. С. 23–27.
4. Танчик С.П., Цюк О.А., Центилю Л.В. Науковi основи систем землеробства. Вінниця: ТОВ «Нiланд-ЛТД», 2015. 314 с.
5. Юркевич Є.О., Коваленко Н.П., Бакума А.В. Агробiологiчні основи сівозмiн Пiвденного Степу України: моногр. Одеса: Одеське виробництво «ВМВ», 2011. 240 с.
6. Зiнченко О.І., Салатенко В.Н., Бiлоножко М.А. Рослинництво. Київ: «Аграрна освiта», 2003. С. 183–210.
7. Зiнченко О.І. Рослинництво. Умань: Видавець «Сочинський М.М.», 2016. 612 с.
8. Танчик С.П., Примак І.Д., Лiтвінов Д.В., Центилю Л.В. Сiвозмiни. Київ: «ЦП Компринт», 2019. 365 с.
9. Кiрiлеско О.Л., Корнiйчук О.В. Вплив насичення сівозмiн багаторiчними травами, заорювання соломи та сидератiв на баланс гумусу в ґрунтах. *Мiжвидомчий тематичний науковий збiрник «Землеробство»*. Київ: ВП «Едельвейс». 2015. Вип. 1. С. 77–81.
10. Лебiдь Є.М. Науковий фундамент проблем степового землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 4. С. 23–25.
11. Бойко П.І., Мартинюк І.В., Цимбал Я.С. Становлення сівозмiнних принципiв у системах землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 3. С. 5–13.
12. Шувар І.А. Науковi основи сівозмiн iнтенсивно-екологiчного землеробства. Львiв: Каменярь, 1998. 224 с.
13. Rinaldi M., Vonella A., Santamaria P., Ventrella D., Rizzo V. Growth analysis of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in two-year rotations. *Ann. Ist. sper. agron.* 1992. 23. P. 293–299.
14. Haruna S.I., & Nkongolo N.V. Tillage, cover crop and crop rotation effects on selected soil chemical properties. *Sustainability*, 2019. 11(10). P. 2770. Doi: <https://doi.org/10.3390/su11102770>.

REFERENCES

1. Boiko P.I., Kovalenko N.P. (2006). Naukovo-innovatsiini aspekty sivozmin v Ukraini [Scientific and innovative aspects of crop rotation in Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 5, 24–28 [in Ukrainian].
2. Saiko V.F., Boiko P.I. ta in. (2002). *Sivozminy u zemlerobstvi Ukrainy [Crop rotations in agriculture of Ukraine]*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
3. Yeshchenko V.O. (2015). Rol sivozmin u suchasnomu zemlerobstvi [The role of crop rotation in modern agriculture]. *Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk «Zemlerobstvo» – Interdepartmental thematic scientific collection «Agriculture»*, 1, 23–27 [in Ukrainian].
4. Tanchyk S.P., Tsiuk O.A., Tsentylo L.V. (2015). *Naukovi osnovy system zemlerobstva [Scientific bases of agricultural systems]*. Vinnytsia: TOV «Niland-LTD» [in Ukrainian].
5. Yurkevych Ye.O., Kovalenko N.P., Bakuma A.V. (2011). *Ahrobiolohichni osnovy sivozmin Pivdennoho Stepu Ukrainy [Agrobiological basics of crop rotation in the Southern Steppe of Ukraine]*. Odesa: Odeske vyrobnytstvo «VMV» [in Ukrainian].
6. Zinchenko O.I., Salatenko V.N., Bilonozhko M.A. (2003). *Roslynnystvo. [Plant growing]*. Kyiv: «Ahrarna osvita» [in Ukrainian].
7. Zinchenko O.I. (2016). *Roslynnystvo. [Plant growing]*. Uman: Vydavets «Sochinskyi M.M.» [in Ukrainian].
8. Tanchyk S.P., Prymak I.D., Litvinov D.V., Tsentylo L.V. (2019). *Sivozminy [Crop rotation]*. Kyiv: Komprynt [in Ukrainian].

9. Kirilesko O.L., Kornichuk O.V. (2015). Vplyv nasychnennia sivozmin bahatorichnymy travamy, zaoriuvannia solomy ta syderativ na balans humusu v gruntakh [The influence of saturation of crop rotations with perennial grasses, plowing of straw and siderates on the balance of humus in soils]. *Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk «Zemlerobstvo» – Interdepartmental thematic scientific collection «Agriculture», 1*, 77–81 [in Ukrainian].
10. Lebid Ye.M. (2006). Naukovyi fundament problem stepovoho zemlerobstva [The scientific foundation of the problems of steppe agriculture]. *Visnyk ahrarynoi nauky – Bulletin of Agricultural Science, 4*, 23–25 [in Ukrainian].
11. Boiko P.I., Martyniuk I.V., Tymbal Ya.S. (2021). Stanovlennia sivozminnykh pryntsyviv u systemakh zemlerobstva [Development of crop rotation principles in farming systems]. *Visnyk ahrarynoi nauky – Bulletin of Agricultural Science, 3*, 5–13 [in Ukrainian].
12. Shuvar I.A. (1998). *Naukovi osnovy sivozmin intensyvno-ekolohichnoho zemlerobstva [Scientific basis of crop rotation of intensive ecological agriculture]*. Lviv: Kameniar [in Ukrainian].
13. Rinaldi M., Vonella A., Santamaria P., Ventrella D., Rizzo V. (1992). Growth analysis of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in two-year rotations. *Ann. Ist. sper. agron.*, 23 [in English].
14. Haruna S. I., & Nkongolo N. V. (2019). Tillage, cover crop and crop rotation effects on selected soil chemical properties. *Sustainability, 11(10)*, 2770. Doi: <https://doi.org/10.3390/su11102770> [in English].

Tymbal Ya. S., Boiko P.I., Martyniuk I.V., Yakymenko L.P., Bakumova M.V.

Productivity of winter wheat in 6-7-field crop rotations of the Left Bank Forest-Steppe

Aim. The purpose of the research is to establish the influence of the structure, content and placement of field crops in 6-7-field crop rotations on their overall productivity, yield and quality of winter wheat in particular. **Methods.** The technology of growing agricultural crops in the experiment is generally accepted and recommended for the research area. Chemical plant protection agents were used to grow competitive commercial products of winter wheat. **Results.** The results of research conducted in a long-term stationary field experiment, which was established in 2001, on the study of crop rotations on typical chernozems of unstable moisture in the Left Bank Forest-Steppe during 2016–2021 for six-field and 2016–2022 for seven-field crop rotations, convincingly indicate that the most rational in this subzone was a 6-field crop rotation saturated with winter wheat by 16.7% (soy – winter wheat – sugar beets – spring barley – corn for grain – buckwheat) under the organo-mineral intensification system (predecessor by-products + $N_{60}P_{60}K_{60}$). **Conclusions.** The grain yield of winter wheat, which was grown after soybean, buckwheat and winter rapeseed as predecessors under the appropriate set of crop rotations, was in the range of: 5.62–6.02 t/ha, while the protein content in the grain was at the level of – 12.66–13.67%. The economic efficiency of growing winter wheat in the structure of 6-7-field crop rotations was: conditionally net profit – 14.95–16.99 thousand hrn/ha at the level of profitability – 108–125%.

Key words: culture, fertilizers, productivity, protein content, economic efficiency, profitability, conditional net profit.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Цимбал Я.С., кандидат сільськогосподарських наук, завідувач відділу сівозмін і землеробства на меліорованих землях ННЦ «Інститут землеробства НААН», e-mail: tsimbalya@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0414-885X.

Бойко П.І., доктор сільськогосподарських наук, професор, головний науковий співробітник, відділ сівозмін і землеробства на меліорованих землях, ННЦ «Інститут землеробства НААН», e-mail: iznaan@ukr.net, ORCID: 0000-0001-7064-3958.

Мартинюк І.В., доктор сільськогосподарських наук, головний науковий співробітник, відділ сівозмін

і землеробства на меліорованих землях, ННЦ «Інститут землеробства НААН», e-mail: martynuk.ivan.v@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9291-7670.

Якименко Л.П., науковий співробітник, відділ сівозмін і землеробства на меліорованих землях, ННЦ «Інститут землеробства НААН», ORCID: 0000-0003-2761-0039.

Бакумова М.В., провідний інженер, відділ сівозмін і землеробства на меліорованих землях, ННЦ «Інститут землеробства НААН», ORCID: 0000-0002-6707-0594.

Tsymbal Ya.S., Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of Crop Rotations and Agriculture on Reclaimed Lands of the NSC «Institute of Agriculture of NAAS», e-mail: tsimbal.ya@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0414-885X.

Boiko P.I., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, the Department of Crop Rotations and Agriculture on Reclaimed Lands, NSC «Institute of Agriculture NAAS», e-mail: iznaan@ukr.net, ORCID: 0000-0001-7064-3958.

Martyniuk I.V., Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, the Department of Crop Rotations and Agriculture

on Reclaimed Lands, NSC «Institute of Agriculture of NAAS», e-mail: martynuk.ivan.v@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9291-7670.

Yakymenko L.P., researcher at the Department of Crop Rotations and Agriculture on Reclaimed Lands, the NSC «Institute of Agriculture of NAAS», ORCID: 0000-0003-2761-0039.

Bakumova M.V., Senior Engineer, the Department of Crop Rotations and Agriculture on Reclaimed Lands, NSC «Institute of Agriculture of NAAS», ORCID: 0000-0002-6707-0594.

Надійшла 20.06.2024

ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ У СІВОЗМІНАХ ДОВГОЇ ТА КОРОТКОЇ РОТАЦІЙ

Д. В. Літвінов¹, С. В. Поліщук², С. О. Кудря²

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна)

²ННЦ «ІЗ НААН» (с-ще Чабани, Україна)

Мета. Дослідити фітосанітарний стан і встановити структуру фітопатогенного й ентомологічного комплексу в посівах пшениці озимої залежно від сівозмінного чинника та системи удобрення у короткоротаційних сівозмінах в умовах підзони нестійкого зволоження Лісостепу України на чорноземі типовому малогумусному крупнопилувато-легкосуглинковому Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН». **Методи.** Польові, лабораторні, фітопатологічні та аналітичні. **Польові дослідження** проводили в умовах моніторингових обстежень. **Результати.** В статті наведено результати фітосанітарного та ентомологічного моніторингу посівів пшениці озимої за 2016–2018 рр. досліджень. Встановлено, що склад фітопатогенного комплексу пшениці озимої залежить від попередника, системи удобрення та погодних умов. У різноротаційних сівозмінах фітосанітарний стан посівів у роки досліджень виявлено задовільний, чисельність фітофагів була значно нижча, або на рівні ЕПШ. Найменша щільність пшеничного трипса на пшениці озимій відзначена за попередника гречка, горох, багаторічні трави та соя. Заселеність рослин пшениці озимої хлібним пильщиком була відсутня за попередника гречка та соя. Нижчий відсоток пошкоджених стебел личинками хлібного пильщика спостерігали за попередника ріпак озимий та горох. **Висновки.** За результатами досліджень фітосанітарний моніторинг посівів пшениці озимої представлений збудниками: септоріоз листків (*Septoria tritici* Roberge ex Desm. (SEPTTR), септоріоз колоса (*Septoria nodorum* (Berk.) Berk (SEPTNO), фузаріоз колоса (*Fusarium* (FUSASP) та кореневі гнилі (*Fusarium* (FUSASP), *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker (BIPOSO), *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx&D.L. Olivier (GAEUGR), *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron.) Deighton (PSEUHE). Ентомокомплекс пшениці озимої включав фітофагів, найпоширенішими серед них виявлені пшеничний трипс (*Harlothrips tritici* Kurd) та пильщик хлібний звичайний (*Cerphus rugtaeus* L.). У середньому за роки досліджень у чотирипільних сівозмінах за органічної системи удобрення у посівах пшениці озимої розвиток септоріозу листків, корневих гнилей та септоріозу колоса був найнижчим у досліді. Застосування системи органічного удобрення сприяло зниженню чисельності пшеничного трипса порівняно з органо-мінеральною та мінеральною. Використання мінеральної та органічної систем удобрення привело до зменшення заселення посівів хлібним пильщиком порівняно з варіантом без добрив.

Ключові слова: сівозміни, попередник, пшениця озима, фітосанітарний моніторинг, хвороби, шкідники, системи удобрення.

Вступ. Варто зазначити, що фітосанітарний стан посівів сільськогосподарських культур, особливо пшениці озимої, значно погіршився. Втрати зерна, залежно від ступеня зараженості хворобами чи шкідниками, можуть сягати 25% і більше.

Пшениця озима за біологічними властивостями більш вимоглива культура до попередників,

порівняно з іншими, оскільки сівба здійснюється за тими, що раніше звільняють поле. Як відомо, наразі у сільськогосподарському виробництві сформувалися ринкові виробничі відносини, в основі яких лежить товарно-грошовий обіг із метою отримання максимального прибутку і, як наслідок, відбувається скорочення набору культур у сівозміні, що

призводять до погіршення фітосанітарного стану посівних площ, накопичення в агроценозах збудників хвороб та шкідників.

Тому дотримання сівозмін і вибір попередників є першочерговим завданням за формування здорових агроценозів.

Метою досліджень була оцінка фітосанітарного стану та видового складу збудників хвороб посівів пшениці озимої залежно від попередника та систем удобрення та їх вплив на фітосанітарний стан посівів культури у сівозміні. Для досягнення поставленої мети проводили обстеження посівів пшениці озимої для визначення складу фітопатогенного комплексу та домінуючих видів шкідливих організмів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Продуктивність сільськогосподарських культур залежить від багатьох чинників, а саме передусім від вибору адаптованого до умов вирощування сорту, рівня його стійкості до шкідливих організмів, погодних умов, науково обґрунтованої сівозміни, ефективності технологій вирощування та організації своєчасних заходів захисту посівів [2; 5; 10; 14].

Правильно складена сівозміна забезпечує зниження поширеності та шкодочинності хвороб і шкідників. Особливо ефективна сівозміна для зниження монофагів (хлібна жужелиця, хлібний пильщик, пшеничний трипс та інші). Адже, саме чергування культур дає можливість запобігти нагромадженню на полях збудників хвороб, особливо тих, що уражують підземні частини рослини [1; 3].

Проблема збереження та реалізації потенційної врожайності пшениці озимої нині є надзвичайно актуальною. Порушення наукових основ ведення аграрного виробництва та недотримання сівозмін призвели до погіршення фітосанітарного стану в агроценозах сільськогосподарських культур. Скорочення ротації сівозмін, порушення строків сівби, обробітку ґрунту створили умови для посилення розвитку кореневих гнилей, септоріозу листків, борошнистої роси, септоріозу і фузаріозу колоса та інших хвороб пшениці озимої [4; 6; 7].

Фітосанітарний моніторинг є ключовою умовою своєчасного та ефективного захисту посівів сільськогосподарських культур від шкідливих організмів, що полягає в комплексному обстеженні, яке дозволяє оцінити фізіологічний стан рослин, пошкодження шкідниками та ступінь ураження їх хворобами. На основі узагальнених даних за осінній період вегетації пшениці озимої можна складати прогнози розвитку

шкідливих організмів та розробляти систему захисту на наступний рік.

Матеріали та методи досліджень. Фітосанітарний моніторинг здійснювали шляхом фітопатологічної і ентомологічної оцінки рослин упродовж вегетаційного періоду в умовах підзони нестійкого зволоження Лісостепу України на чорноземі типовому малогумусному крупнопилувато-легкосуглинковому Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН» в умовах стаціонарного дослідів відділу сівозмін і землеробства на меліорованих землях впродовж 2016–2018 рр. [8; 9].

Клімат місцевості – помірно континентальний. За даними спостережень Яготинської метеостанції, середня річна температура повітря становить 7,1°C, середня багаторічна кількість опадів – 468 мм (варіює від 250 до 670 мм), відносна вологість повітря – 78 %, середня тривалість вегетаційного періоду – 202 дні.

Погодні умови – один із найважливіших чинників формування продуктивності сільськогосподарських культур, які щороку змінюються порівняно до багаторічних показників як в бік покращання, так і погіршення умов вегетації рослин, від чого значною мірою залежить рівень їх урожайності. Зміни погодних умов також впливають і на формування фітопатогенного комплексу в агроценозах. Набувають поширення хвороби рослин, збудники яких позитивно реагують на підвищення суми ефективних температур (рис. 1, 2).

Попередниками пшениці озимої у досліді були горох, соя, гречка, ріпак озимий, кукурудза на зеленому кормі, багаторічні бобові трави (люцерна).

У ході обстеження проводили візуальну оцінку ступеня ураженості рослин хворобами та їх поширеності, визначали найбільш чисельні та небезпечні види шкідників. На полях відбирали рослинні пробки пшениці озимої для діагностики в лабораторних умовах для визначення виду шкідника за відмінністю пошкодження, які завдає личинка та уточнення симптомів прояву певного збудника.

Облік хвороб та шкідників здійснювали за фазами розвитку рослин відповідно до методик, які базуються на особливостях прояву цих хвороб та шкідників викладених у таких посібниках: Методик наведених у книгах Арешников Б.А., 1975 [11]; Омелюта В.П., 1986 [12]; Гешеле Є.Є., 1971 [13]; Трибель С.О., 2010 [8].

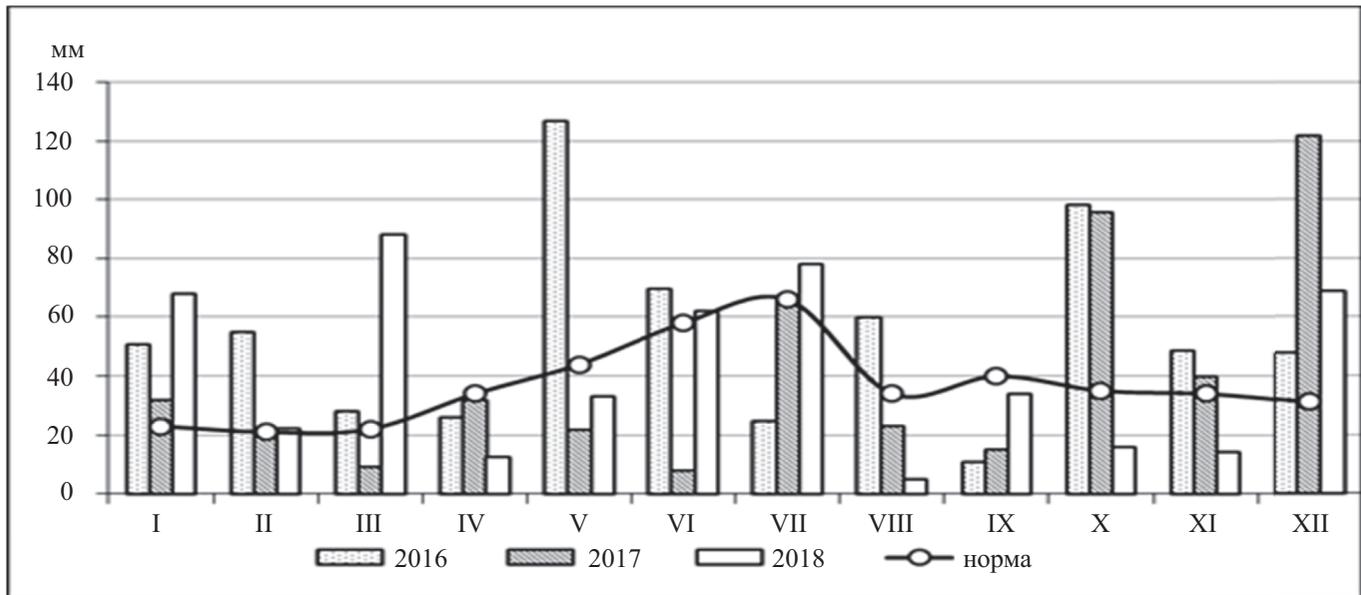


Рис. 1. Динаміка зміни кількості опадів

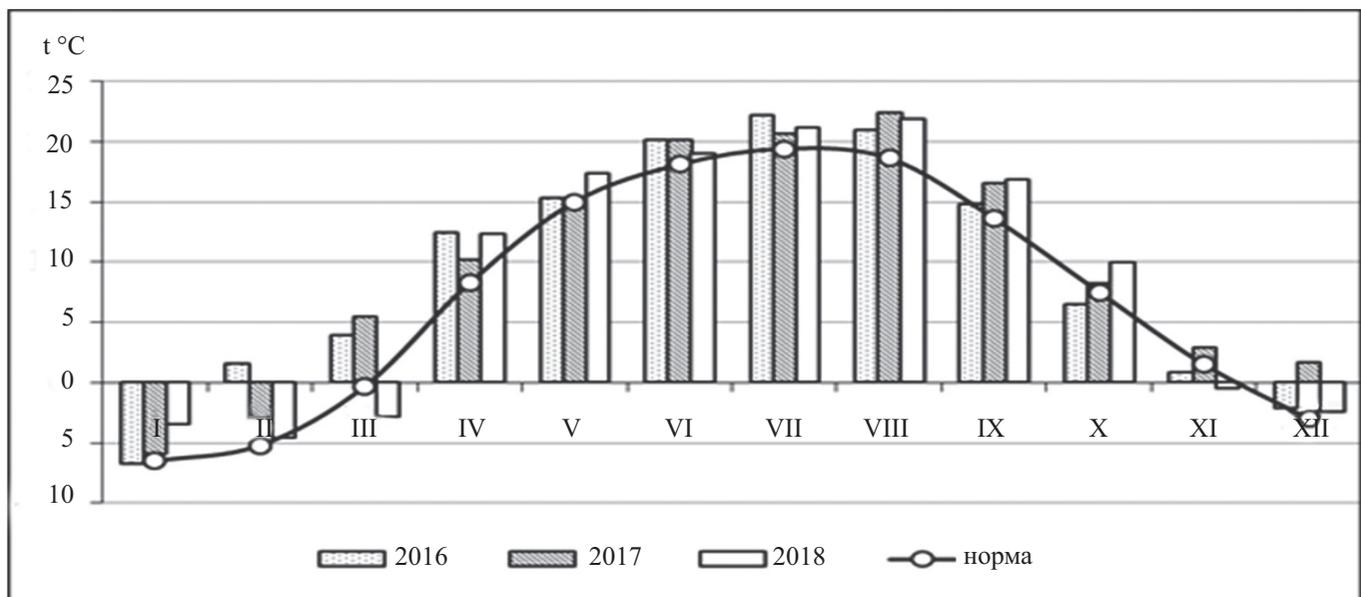


Рис. 2. Динаміка зміни температури повітря

Результати та їх обговорення. Досліджено вплив різноротаційних сівозмін на ураженість пшениці озимої хворобами: септоріоз листків (*Septoria tritici* Roberge ex Desm.(SEPTTR), септоріоз колоса (*Septoria nodorum* (Berk.) Berk (SEPTNO), фузаріоз колоса (*Fusarium* (FUSASP) та кореневі гнилі (*Fusarium* (FUSASP), *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker (BIPOSO), *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx&D.L.Olivier (GAEUGR), *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron.) Deighton (PSEUHE).

В останні роки через нестачу вологи та перезволоження строки сівби пшениці озимої зони частини Лісостепу змістилися на 5–10 діб у бік пізніших

строків. За пізньої сівби (кінець вересня–початок жовтня) фітосанітарний стан посівів пшениці озимої краший, теплозабезпечення для шкідливих об'єктів недостатнє, тому чисельність їх низька, або вони відсутні.

За результатами досліджень кліматичні особливості весняно-літнього вегетаційного періоду пшениці озимої 2016–2018 рр. характеризувалися підвищенням температур та дефіцитом опадів, що, своєю чергою, стримували розвиток хвороб (рис. 1, 2).

За результатами моніторингу на посівах пшениці озимої розвиток септоріозу листків у 2016–2018 рр. досліджень у середньому варіював від 4,2 до 18,2 %.

Найвищого розвитку хвороба набула на пшениці озимій у шестипільній сівозміні за попередника гречка (вар. 7) – 18,2 % та у семипільній сівозміні за попередника соя (вар. 8(с)) – 14,7 %. Менш вираженою хвороба була у п'ятипільній сівозміні за попередника горох (вар. 5) – 13 %, семипільній сівозміні за попередника ріпак (вар. 8(р)) – 13,8 % та восьмипільній сівозміні попередник кукурудза на зелений корм (вар. 9) – 13,7 % (табл. 1).

Зниженню розвитку септоріозу листків сприяла восьмипільна сівозміна за попередника багаторічні трави (вар.10) – 4,2 %.

Також за роки досліджень (2016–2018 рр.) спостерігалось ураження рослин пшениці озимої хворобами колоса – септоріозом і фузаріозом.

Ураженість рослин септоріозом колоса була відмічена на всіх сівозмінах і варіювала від 0,7 % до 3,5 %. Найвищого розвитку хвороба набула у п'ятипільній сівозміні за попередника горох (вар. 5) – 3,5 %, та у 6-пільній сівозміні попередник соя (вар. 6) – 2,9%. Мінімальний розвиток хвороби було відмічено у 8-пільних сівозмінах (вар. 9 і 10) – 0,7 %.

Ураження рослин пшениці озимої фузаріозом колоса виявлено у п'ятипільній сівозміні попередник горох (вар. 5) – 1 %, шестипільній сівозміні, за попередника гречка – 0,4 % (вар. 7), семипільній сівозміні за насичення зерновими культурами 57 % (вар. 8(р)) – 0,8 % та у восьмипільній сівозміні попередник кукурудза на зелений корм (вар. 9) – 1,7 %. В інших сівозмінах фузаріозу колоса не відмічено (табл. 1).

Розвиток кореневих гнилей у досліді за 2016–2018 рр. становив 0,5–5,8 % і був нижчим за ЕПШ. Наймасовіший розвиток – 5,8 % хвороба мала у 8-пільній сівозміні (вар. 9) за попередника кукурудза

на зелений корм, найменший – також у 8-пільній сівозміні за попередника багаторічні трави (вар. 10) – 0,5 % відповідно.

За результатами фітосанітарного моніторингу 2016–2018 рр. у сівозмінах серед фітофагів найпоширенішими виявлені пшеничний трипс (*Haplothrips tritici* Kurd) та пильщик хлібний звичайний (*Cephus pygmaeus* L.).

У 2016 р. на пшениці озимій чисельність пшеничного трипса сягала 1,1–5,0 екз./колос та хлібного пильщика від 0 до 6,7 %. Найменша щільність пшеничного трипса (1,1 екз./колос) була відзначена за попередника гречка (вар. 7). Попередники ріпак озимий та соя (вар. 8) збільшили цей показник від 1,1 екз./колос до 4,–4,7 екз./колос; кукурудза на зелений корм (вар. 9) до 5,0 екз./колос. Після інших попередників щільність фітофага була на одному рівні (2,5–2,7 екз./колос) (табл. 2).

Вивчено вплив попередників на заселеність посівів пшениці озимої хлібним пильщиком. У 2016 р. заселеність рослин цим фітофагом була відсутня за попередників соя та гречка (вар. 6 і 7). Показники заселеності шкідника на посівах пшениці озимої зростали за попередників кукурудза на зелений корм – до 5,5 % та багаторічні трави – до 6,7 % (вар. 9 і 10). Після попередників горох, ріпак озимий та соя незалежно від сівозміни цей показник був на одному рівні – 2,8–3,1 %.

За результатами досліджень 2017 р. на посівах пшениці озимої було відмічено поширеність фітофагів: пшеничного трипса (1,5–8 екз./колос) та хлібного пильщика (від 0 до 8,0 %). Найменша чисельність пшеничного трипса на пшениці озимій (1,5 екз./колос) була відзначена (як і минулого року)

Таблиця 1. Ураженість пшениці озимої хворобами у різноротаційних сівозмінах, середнє за 2016–2018 рр., %

№ варіанта	Септоріоз листків		Септоріоз колоса		Фузаріоз колоса		Кореневі гнилі	
	I	II	I	II	I	II	I	II
5	13	100	3,5	10	1	5	3,9	20,5
6	10	100	2,9	10	0	0	3,2	14,2
7	18,2	100	2,3	20	0,4	7	2,6	18,2
8 (р)	13,8	93	1,9	43	0,8	10	1,7	12,7
8 (с)	14,7	100	1,5	47	0	0	2,4	16,8
9	13,7	97	0,7	3	1,7	3	5,8	25
10	4,2	95	0,7	27	0	0	0,5	8,5

Примітки. 1. – 8(р) – восьма сівозміна попередник ріпак, 8(с) – восьма сівозміна попередник соя; 2. – I* – розвиток хвороби, %; II* – поширеність хвороби, %.

Таблиця 2. Заселеність шкідниками зернових культур за різних попередників у сівозмінах різної ротації

№ сівозміни	Кількість полів у сівозміні	Попередник	Пшеничний трипс, екз./колос				Хлібний пильщик, %			
			2016	2017	2018	Сер.	2016	2017	2018	Сер.
Пшениця озима										
5	5	Горох	2,7	4,6	6,5	4,6	3,1	1,7	2,4	2,4
6	6	Соя	4,7	6,6	4,8	5,4	0	0	0	0
7	6	Гречка	1,1	1,5	2,4	1,7	0	0	0	0
8/2*	7	Ріпак озимий	4,3	7,1	5,4	5,6	2,8	0	0	0,9
8/6	7	Соя	4,7	8,0	9,0	7,2	3,0	0	0	1,0
9	8	Кукурудза на зелений корм	5,0	4,5	10,7	6,7	5,5	3,0	1,8	3,4
10	8	Багаторічні трави	2,7	4,0	8,1	4,9	6,7	8,0	6,0	6,9
НІР_{0,5}			1,0	0,6	1,1		1,2	1,0	0,7	

Примітка.* 8/2 – друге поле восьмої сівозміни, 8/6 – шосте поле восьмої сівозміни.

за попередника гречка (вар. 7). За попередників ріпак озимий та соя (вар. 8) цей показник збільшився від 1,5 екз./колос до 7,1–8,0 екз./колос; соя (вар. 6) – до 6,6 екз./колос. Після інших попередників щільність фітофага була у межах (4,0–4,6 екз./колос).

Заселеність посівів пшениці озимої хлібним пильщиком у поточному році була відсутня за попередників гречка, соя та ріпак озимий (вар. 6, 7, 8). Зростала пошкодженість за попередників кукурудза на зелений корм – до 3,0 % та багаторічні трави – до 8,0 % (вар. 9 та 10). Після попередника горох на пшениці озимій щільність фітофага була на рівні 1,7 % (вар. 5) (табл. 2).

Заселеність фітофагів пшеничного трипса та хлібного пильщика у 2018 р. на пшениці озимій становила: пшеничний трипс (2,4–10,7 екз./колос) та хлібний пильщик (від 0 до 6,0 %). Найнижча чисельність пшеничного трипса у посівах пшениці озимої (2,4 екз./колос) відзначена за попередника гречка (вар. 7). Найвища чисельність фітофага відмічена за попередників багаторічні трави (вар. 10)–8,1 екз./колос, соя (вар. 6)–9,0 екз./колос та кукурудза на зелений корм (вар. 9)–10,7 екз./колос.

Як і минулого року, так і в цьому, на пшениці озимій заселеність рослин пильщиком хлібним звичайним була відсутня за попередників гречка, соя та ріпак озимий (вар. 6, 7, 8). Заселеність решти рослин пшениці озимої цим шкідником була на рівні ЕПШ і становила за попередників горох 2,4 % (вар. 5) та

багаторічні трави 6,0 % (вар. 10). Нижча чисельність шкідника на досліджуваній культурі була за попередника кукурудза на зелений корм 1,8 % (вар. 9).

Також у стаціонарному досліді відділу сівозмін і землеробства на меліорованих землях на Панфільській дослідній станції ННЦ «ІЗ НААН» досліджено фітопатогенний та ентомологічний комплекси в посівах пшениці озимої за різних систем удобрення в чотирипольних сівозмінах та виявлені ті, що забезпечують оптимальний фітосанітарний стан посівів. Структура фітопатогенного комплексу за роки досліджень включала збудників септоріозу листків, септоріозу колоса та кореневих гнилей.

Дослідження фітопатогенного комплексу короткоротаційних сівозмін у роки досліджень (2016–2018) на посівах пшениці озимої показали, що розвиток септоріозу листків був вищим за органо-мінеральної системи удобрення (26,3 %) порівняно до органічної (16,1 %) та мінеральної (19,2 %). На варіанті без добрив цей показник становив 18,7 % за поширеності хвороби – 93 % (табл. 3).

Ураження септоріозом колоса мало незначний вплив і його значення знаходилося на рівні 0,3–2,3 % в середньому за роки досліджень.

Розвиток кореневих гнилей у досліді був вищим за застосування органо-мінеральної системи удобрення (6,1 %) і знижувався до 1,6 % за внесення лише побічної продукції попередника горох органічна система удобрення (табл. 3). Відповідно була нижчою

Таблиця 3. Ураженість пшениці озимої хворобами у чотирирічних сівозмінах залежно від систем удобрення, середнє за 2016–2018 рр., %

№ варіанта	Системи удобрення	Септоріоз листків		Септоріоз колоса		Кореневі гнилі	
		I	II	I	II	I	II
1	Без добрив	18,7	93	2,0	27	3,3	18,7
2	Мінеральна (N ₄₅ P ₅₅ K ₅₅)	19,2	100	2,3	37	2,1	12,0
3	Органо-мінеральна (п.п.п + N ₅₄ P ₅₂ K ₆₂)	26,3	100	0,7	23	6,1	23,4
4	Органічна (п.п.п.)	16,1	97	0,3	7	1,6	10,6

Примітка. I* – розвиток хвороби, %; II** – поширеність хвороби, %; п.п.п. – побічна продукція попередника.

й кількість хворих рослин: від 23,4 % (органомінеральна система удобрення) до 10,6 % (органічна система удобрення).

За період досліджень (2016 р.) пшениці озимої в короткочасних сівозмінах основними фітофагами ентомокомплексу були: пшеничний трипс (2,1–6,0 екз./колос) та хлібний пильщик (від 0 до 11,5 %). У чотирирічних сівозмінах у фазі молочної стиглості зерна вища чисельність пшеничного трипса (6,0 екз./колос) відмічалася у варіанті за органо-мінеральної системи удобрення, порівняно до інших варіантів 2,1–3,6 екз./колос.

Заселеність рослин хлібним пильщиком за мінеральної та органічної систем удобрення не відмічалася. В той самий час у варіанті без застосування добрив кількість стебел, заселених хлібним пильщиком, перевищила ЕПШ і становила 11,5 % (табл. 4).

Погодні умови 2017–2018 рр., а саме жарка погода упродовж кінця травня та червня, а також недобір опадів упродовж усього вегетаційного періоду призвели до прискореного проходження фенологічних фаз – на 5–7 днів раніше середніх багаторічних строків (рис. 1, 2). Такі погодні умови негативно вплинули на розмноження та заселення посівів зернових

колосових найпоширенішими шкідниками, їх чисельність була значно нижча ЕПШ.

За результатами досліджень 2017 р. на пшениці озимій чисельність фітофагів була на такому рівні: пшеничний трипс (5–10 екз./колос) та хлібний пильщик (до 3,0 %). У чотирирічних сівозмінах у фазі молочної стиглості зерна вища чисельність пшеничного трипса – 10 екз./колос відмічалася у варіанті за органо-мінеральної системи удобрення, порівняно до інших варіантів – 5–6 екз./колос (табл. 4).

Заселеність рослин хлібним пильщиком за мінеральної системи удобрення не виявлено. Водночас у варіанті без застосування добрив кількість стебел заселених хлібним пильщиком становила 3,0 %, органічна система удобрення знизила цей показник від 3 % до 1,5 %, органічно-мінеральна – до 0,6 %.

У 2018 р. тенденція не змінилася, але чисельність пшеничного трипса у поточному році була вищою на варіантах без внесення добрив (12,8 екз./колос) порівняно із іншими варіантами досліджень. Тоді як за органо-мінеральної та мінеральної системи удобрення цей показник сягав 6,3 і 6,2 екз./колос відповідно, дещо більшим він був за органічного удобрення (10,0 екз./колос).

Таблиця 4. Заселеність пшениці озимої фітофагами у чотирирічних сівозмінах залежно від систем удобрення

№ варіанта	Системи удобрення	Пшеничний трипс, екз./колос				Хлібний пильщик, %			
		2016	2017	2018	Середнє за 2016-2018 рр.	2016	2017	2018	Середнє за 2016-2018 рр.
1	Без добрив	2,5	5,2	12,8	6,8	11,5	3,0	5,6	6,7
2	Мінеральна (N ₄₅ P ₅₅ K ₅₅)	3,6	6,0	6,2	5,3	0	0	0	0
3	Органо-мінеральна (п.п.п + N ₅₄ P ₅₂ K ₆₂)	6,0	10,0	6,3	7,4	2,5	0,6	2,4	1,8
4	Органічна (п.п.п.)	2,1	5,0	10,0	5,7	0	1,5	2,2	1,2
НІР _{0,5}		0,9	1,0	1,2		2,0	0,8	0,9	

Заселеність рослин хлібним пильщиком у 2018 р., як і в попередніх роках досліджень, за мінеральної системи удобрення не визначено. Найвищим цей показник був на контролі (без внесення добрив) і становив 5,6 %. Кількість стебел заселених хлібним пильщиком за органо-мінеральної та органічної систем удобрення зменшувалася до 2,4 і 2,2 % відповідно.

ВИСНОВКИ

Отже, в умовах підзони нестійкого зволоження Лісостепу України за результатами фітосанітарного моніторингу посівів пшениці озимої видовий склад представлений збудниками: септоріозу листків (*Septoria tritici* *Roberge ex Desm.* (SEPTTR)), септоріозу колоса (*Septoria nodorum* (Berk.) *Berk* (SEPTNO)), фузаріозу колоса (*Fusarium* (FUSASP)) та кореневими гнилями (*Fusarium* (FUSASP), *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) *Shoemaker* (BIPOSO), *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) *Arx&D.L.Olivier* (GAEUGR), *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron.) *Deighton* (PSEUHE)). Ентомокомплекс пшениці озимої включав фітогафів, найпоширенішими серед них виявлені пшеничний трипс (*Haplothrips tritici* *Kurd*) та пильщик хлібний звичайний (*Cephus pygmaeus* L.).

Фітосанітарний стан посівів у різноротаційних сівозмінах за роки досліджень був задовільний, чисельність фітофагів – значно нижча, або на рівні ЕПШ. Найменша чисельність пшеничного трипса на пшениці озимій відзначена за попередника гречка, горох, багаторічні трави та соя.

Заселеність рослин пшениці озимої хлібним пильщиком була відсутня за попередників гречка та соя. Нижчий відсоток пошкоджених стебел личинками хлібного пильщика встановлено за попередника ріпак озимий та горох.

У середньому за роки досліджень у чотирипільних сівозмінах за органічної системи удобрення розвиток септоріозу листків, корневих гнилей та септоріозу колоса був найнижчим у досліді.

Застосування системи органічного удобрення сприяло зниженню чисельності пшеничних трипсів порівняно з органо-мінеральною та мінеральною системами удобрення. Винятком став 2018 р., де чисельність пшеничних трипсів за органічної системи удобрення була вищою. Використання мінеральної та органічної систем удобрення привело до зменшення заселення посівів хлібним пильщиком порівняно з варіантом без добрив.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко П.І., Коваленко Н.П. Методика сучасних і перспективних досліджень у землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 2. С. 11–17.
2. Петренко В.П., Боровська І.Ю., Голік О.В. Методологія селекції рослин на стійкість до шкідливих організмів. *Теорія і практика технологій вирощування насіння та садивного матеріалу, конкурентоздатних в умовах Європейського ринку: збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України*. Сімферополь: ВД «Аріал», 2012. Вип. 16. С. 62–66.
3. Бойко П.І., Літвінов Д.В., Бусласва Н.Г., Коваленко Н.П., Демиденко О.В., Шаповал І.С. Методичні підходи до визначення комплексного впливу основних складових систем землеробства на продуктивність агрофітоценозів і родючість ґрунту. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство»*. Київ: ВП «Едельвейс». 2016. Вип. 1. С. 10–21.
4. Татарінова В.І., Власенко В.А., Рожкова Т.О., Говорун О.Л., Хілько Н.В. Моніторинг фітопатогенного комплексу зернових культур північно-східного лісостепу України. *Вісник Сумського Національного аграрного університету, серія «Ентомологія і біологія»*. 2013. Вип. 3 (25). С. 29–33.
5. Камінський В.Ф., Бойко П.І. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 6. С. 5–9.
6. Довгань С.В., Орлова О.М., Сядриста О.Б. Озима потребує уваги. *Карантин і захист*. 2007. № 10. С. 19–20.
7. Курцев В.О., Секун М.П. Роль агротехнічних заходів у регулюванні чисельності шкідників озимої пшениці. *Захист і карантин рослин*. 2003. Вип. 49. С. 84–91.
8. Трибель С.О., Гетьман М.В., Стригун О.О., Ковалишина Г.М., Андрющенко А.В. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб. Київ: Колобіг, 2010. 392 с.
9. Кулешов А.В., Білик М.О., Довгань С.В. Фітосанітарний моніторинг і прогноз: навчальний посібник. Харків: Еспада, 2011. 608 с.
10. Кириченко А.В., Гаврилук Н.М., Кузьменко Л.А. Ентомологічний та фітопатогенний комплекси пшениці озимої в умовах зміни клімату. *Пропозиція*. 2021. Вип. 12(314) С. 56–63.
11. Арешников, Б.А., Грисенко Г.В., Долин В.Г. Методические указания по учету вредителей

- и болезней сельскохозйственных культур. Київ, 1975. 88 с.
12. Омелюта В.П., Григорович І.В., Чабан В.С. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур. Київ: Урожай, 1986. 294 с.
 13. Гешеле Э.Э. Методическое руководство по фитопатологической оценке зерновых культур. Одесса: Изд. ВСГИ, 1971. 18 с.
 14. Kyrychenko A., Havryliuk N., Kuzmenko L., Borko, Y., Raichuk T. Influence of weather conditions on entomological and phytopathogenic complexes of winter wheat in autumn and spring-summer growth season of the forest-steppe zone. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11(2). p. 155–158. Doi: 10.15421/2021_93.

REFERENCES

1. Boyko P.I. & Kovalenko N.P. (2008). Metodyka suchasnykh i perspektyvnykh doslidzhen' u zemlerobstvi [Methods of modern and perspective research in agriculture]. *zh. Visnyk ahrarnoyi nauky*, 2, 11–17 [in Ukrainian].
2. Petrenkova V.P., Borovska I.Yu., Holik O.V. (2012). Metodolohiia selektsii roslyn na stiikist do shkidnyvykh orhanizmiv [Methodology of plant breeding for resistance to pests]. *Teoriia i praktyka tekhnolohii vyroshchuvannia nasinnia ta sadyvnoho materialu, konkurentozdatnykh v umovakh Yevropeiskoho rynku :zbirnyk naukovykh prats Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN Ukrainy. Simferopol : VD «Ariol», 16, 62–66 [in Ukrainian].*
3. Boyko P.I., Litvinov D.V., Buslayeva N.H., Kovalenko N.P., Demydenko O.V. & Shapoval I.S. (2016). Metodychni pidkhody do vyznachennya kompleksnoho vplyvu osnovnykh skladovykh system zemlerobstva na produktyvnist' ahrofitotsenoziv i rodyuchist' gruntu [Methodological approaches to determining the complex impact of the main components of farming systems on the productivity of agrophytocenoses and soil fertility]. *Mizhvidomchyy nauk. zb. «Zemlerobstvo»*. Kyiv: VP «Edel'veys», 1(90), 10–21 [in Ukrainian].
4. Tatarynova V.I., Vlasenko V.A., Rozhkova T.O., Hovorun O.L., Khilko N.V. (2013). Monitorynh fitopatohennoho kompleksu zernovykh kultur pivnichno-skhidnoho lisostepu Ukrainy [Monitoring of the phytopathogenic complex of grain crops in the northeastern forest-steppe of Ukraine]. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho ahrarnoho universytetu, seriia «Entomolohiia i biolohiia», 3 (25), 29–33 [in Ukrainian].*
5. Kamins'kyu V.F. & Boyko P.I. (2013). Rol'sivozmin u suchasnomu zemlerobstvi [The role of crop rotation in modern agriculture]. *Visnyk ahrarnoyi nauky*, 6, 5–9 [in Ukrainian].
6. Dovhan S.V., Orlova O.M., Siadrysta O.B. (2007). Ozyrna potrebuie uvahy [Winter crops need attention]. *Karantyn i zakhyst*, 10, 19–20 [in Ukrainian].
7. Kurtsev V.O., Sekun M.P. (2003) Rol ahrotekhnichnykh zakhodiv u rehuliuvani chyselnosti shkidnykiv ozymoi pshenytsi [The role of agrotechnical measures in regulating the number of winter wheat pests]. *Zakhyst i karantyn roslyn*, 49, 84–91 [in Ukrainian].
8. Trybel S.O., Hetman M.V., Stryhun O.O., Kovalyshyna H.M., Andriushchenko A.V. (2010). Metodolohiia otsiniuvannia stiikosti sortiv pshenytsi proty shkidnykiv i zbudnykiv khvorob [Methodology for assessing the resistance of wheat varieties to pests and pathogens]. Kyiv: Kolobih [in Ukrainian].
9. Kuleshov A.V., Bilyk M.O., Dovhan S.V. (2011). Fitosanitarnyi monitorynh i prohnoz [Phytosanitary monitoring and forecast]. *Navchalnyi posibnyk*. Kharkiv: Espada [in Ukrainian].
10. Kyrychenko A.V., Havryliuk N.M., Kuzmenko L.A. (2021). Entomolohichni ta fitopatohennyi komplekсы pshenytsi ozymoi v umovakh zminy klimatu [Entomological and phytopathogenic complexes of winter wheat in the context of climate change]. *Propozytsiia*, 12(314), 56–63 [in Ukrainian].
11. Areshnykov, B.A., Hrysenko H.V., Dolyn V.H. (1975). Metodycheskye ukazanyia po uchetu vredeitelei y boleznei selskokhoziaistvennykh kultur [Methodological instructions on accounting of pests and diseases of agricultural crops]. Kyiv [in Ukrainian].
12. Omeliuta V.P., Hryhorovych I.V., Chaban V.S. (1986). Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur [Accounting for pests and diseases of crops]. Kyiv: “Urozhai” [in Ukrainian].
13. Heshel Ye.Ye. (1971). Metodycheskoe rukovodstvo po fytopatolohycheskoi otsenke zernovykh kultur [Methodological guide for phytopathological assessment of cereal crops]. Odessa: Yzd. VSHY [in Ukrainian].
14. Kyrychenko A., Havryliuk N., Kuzmenko L., Borko, Y., Raichuk T. (2021). Influence of weather conditions on entomological and phytopathogenic complexes of winter wheat in autumn and spring-summer growth season of the forest-steppe zone. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 155–158. Doi: 10.15421/2021_93 [in English].

Litvinov D.V., Polishchuk S.V., Kudria S.O.

Phytosanitary status of winter wheat sowings in long and short rotation crop rotations

Aim. Investigate the phytosanitary status and establish the structure of the phytopathogenic and entomological complex in winter wheat crops depending on the crop rotation factor and fertilization system in short crop rotations in the conditions of the subzone of unstable moisture of the Forest Steppe of Ukraine on the typical low-humus, coarse-grained, light-loam chernozem of the Panfil Research Station of the NSC "IA NAAN". **Methods.** Field, laboratory, phytopathological and analytical. Field studies were conducted under the conditions of monitoring surveys. **Results.** The article presents the results of phytosanitary and entomological monitoring of winter wheat sowings for the 2016–2018 research years. It was established that the composition of the phytopathogenic complex of winter wheat depends on the predecessor, the fertilization system and weather conditions. In multi-rotational crop rotations, the phytosanitary condition of crops during the years of research was satisfactory, the number of phytophages was significantly lower, or at the level of the economic threshold for harmfulness. The lowest density of wheat thrips on winter wheat was noted for the predecessor of buckwheat, peas, perennial grasses and soybeans. Inhabitation of winter wheat plants by bread sawfly was absent during the predecessor of buckwheat and soybean. The lower percentage of stems damaged by bread sawfly larvae was for the predecessor of winter rape and peas. **Conclusions.** According to research results, phytosanitary monitoring of winter wheat crops is represented by pathogens: leaf septoria (*Sertoria tritisi* Roberge ex Desm. (SEPTTR), ear septoria (*Septoria nodorum* (Berk.) Berk (SEPTNO), ear fusarium (*Fusarium* (FUSASP) and root rot (*Fusarium* (FUSASP), *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker (BIPOSO), *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx&D.L.Olivier (GAEUGR), *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron.) Deighton (PSEUHE). The entomocomplex of winter wheat included phytophagous species, the most common among them being wheat thrips (*Haplothrips tritici* Kurd) bread common (*Cephus pygmaeus* L.). On average, over the years of research in four-field crop rotations under the organic fertilization system in winter wheat crops, the development of leaf septoriosis, root rot, and ear septoriosis was the lowest in the experiment. The use of the organic fertilizer system contributed to the decrease in the number of wheat thrips compared to the organic-mineral and mineral. The application of mineral and organic fertilization system contributed to the reduction of the colonization of crops by bread sawfly, compared to the option without fertilizers.

Key words: crop rotation, predecessor, winter wheat, phytosanitary monitoring, diseases, pests, fertilization systems.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Літвінов Д.В., доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна, e-mail: litvinovdv@nubip.edu.ua, ORCID: 0000-0001-6589-3805.

Поліщук С.В., кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник ННЦ «ІЗ НААН», в.о. завідувача відділу захисту рослин від шкідників і хвороб, e-mail: svet.

Litvinov D.V., doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Dushechkin Department of Agrochemistry and Quality of Crop Production, e-mail: litvinovdv@nubip.edu.ua, ORCID: 0000-0001-6589-3805.

Polishchuk S.V., candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the Scientific Research Center "IA NAAS", Acting head of the Department of Plant Protection from

polishchuk02@gmail.com, polischyksv@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2917-2901.

Кудря С.О., молодший науковий співробітник відділу агрогрунтознавства і ґрунтової мікробіології, ННЦ «ІЗ НААН», e-mail: seriy09@meta.ua, ORCID: 0000-0001-6212-8905.

Pests and Diseases, the NSC «IA NAAS», e-mail: svet.polishchuk02@gmail.com, polischyksv@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2917-2901.

Kudria S.O., junior researcher of the department of agro-soil science and soil microbiology, the NSC "IA NAAS", e-mail: seriy09@meta.ua, ORCID: 0000-0001-6212-8905.

Надійшла 20.06.2024

ОСОБЛИВОСТІ СОРТОВОЇ АГРОТЕХНІКИ БУРЯКА КОРМОВОГО В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО ЛІСОСТЕПУ

С.С. Панасюк, С.М. Слюсар, О.С. Крамар

ННЦ «ІЗ НААН» (с-ще Чабани, Україна)

Мета. Виявити закономірності та розбіжності формування врожайності одно- та багаторосткових сортів буряка кормового за різних систем мінерального живлення та технологічних прийомів вирощування, встановити їх вплив на якісні показники коренеплодів й визначити придатність різних форм коренів до механізованого збирання. **Методи.** Польовий, лабораторний, агрохімічний статистичний, вимірально-ваговий аналіз. **Результати.** Розглянуто проблемні задачі вирощування буряка кормового в зоні нестійкого зволоження для якісного забезпечення молочно-м'ясного поголів'я великої рогатої худоби соковитими кормами в зимовий період. На підставі багаторічних експериментальних досліджень у статті розкрито процеси росту та особливості формування врожайності буряка кормового залежно від погоднокліматичних умов, сортового добору насіння, систем удобрення, густоти насадження ценозів, строків збирання коренеплодів. Наведено показники варіювання якості корму, вміст сухої речовини та поживних речовин у коренях буряка, досліджували також однорідність та відхилення коренеплодів від осової лінії, заглиблення коренів, їх придатність до механізованого збирання. **Висновки.** Найбільший вплив на формування урожайності буряка кормового у 2021–2023 рр. виявили такі чинники: погодні умови (44–58%), системи удобрення (30–36%), сортові особливості рослин (4–22%). Багаторосткові сорти переважали за врожайністю одноросткові форми на 5–21% та забезпечували приріст урожаю на рівні 3–15 т. З-поміж багаторосткових сортів найвищою врожайністю виділялись сорт Бригадир (Німеччина) та сорт Сонет (Україна). На фоні $N_{45}P_{45}K_{45}$ та повного мінерального живлення $N_{45}P_{45}K_{45}$ + комплекс макро- та мікроелементів ці сорти за досить сприятливого водного режиму в передосінній та осінній періоди у 2021–2022 рр. забезпечили максимум урожайності коренеплодів, понад 82 т/га. У посушливому 2023 р. врожайність коренеплодів цих сортів знизилась у 1,3–1,4 раза і становила відповідно 66,8 і 63,5 т/га. За хімічним складом краіцу якість коренеплодів формували одноросткові сорти, в яких вміст сухої речовини перевищував 11,2%, що на 0,5–1,2% більше, ніж у багаторосткових зразках, за винятком сорту напівцикурових форм Центаур Полі (вміст сухої речовини понад 12,3%). З огляду оцінки придатності коренеплодів до механізованого збирання за морфологічними ознаками (заглиблення коренів у ґрунт, висота прикріплення гички до коренеплода, тощо) кращими виявились одноросткові сорти, зокрема Рубікон і Аспор, які формували коренеплоди з відхиленням від осової лінії рядка не більше 22%.

Ключові слова: одноросткові та багаторосткові сорти, врожайність, густина насадження, система удобрення, комплекс макро- і мікроелементів, суха речовина, хімічний склад.

Вступ. Нарощування виробництва дешевого молока й м'яса та похідна зростання кількості поголів'я великої рогатої худоби у тваринницькій галузі значною мірою визначаються розвитком кормової бази та питомою часткою вартості кормів у собівартості продукції тваринництва. Соковиті корми у структурі годівлі

молочного поголів'я у зимовий період повинні складати не менше 30%, особливо після відновлення лактації у корів. Забезпечення скотарства соковитими кормами у зимовий період є дуже важливою складовою у системному процесі годівлі тварин. Для вирішення цього завдання найбільше підходить така культура, як

буряк кормовий [1; 2]. Його використовують як соковитий корм для свиней, кролів, великої рогатої худоби. Він є незамінним продуктом у фермерських господарствах та у громадських дворах, де тримають худобу. Буряк є відмінним засобом підвищення молочних надойів у кіз, корів, при цьому не завдає жодної шкоди здоров'ю. Взимку коренеплоди буряка практично повністю забезпечують потреби тварин у вітамінах та мікроелементах, коли їх раціон складається переважно з сухих і консервованих кормів. Його коренеплоди є незамінним кормом для будь-якої худоби, тому що легко перетравлюються [3]. Крім того, часто коренеплоди буряка представляють собою цінний оздоровлювальний і дієтичний корм для великої рогатої худоби. Норма згодовування буряка коровам, що дояться може становити до 35 і більше кілограмів на добу, і це не викликає жодних негативних наслідків. За постійного включення до раціону годівлі молочних корів коренеплодів буряка надої молока та його якість незмінно зростають [4]. Годівля сільськогосподарських тварин коренеплодами в свіжому вигляді в зимовий період наближає їх раціон до літнього пасовищного корму [5].

Тому перед сільгоспвиробниками, що спеціалізуються на виробництві молочно-м'ясної тваринницької продукції, досить гостро постають питання розроблення нових інноваційних технологій виробництва кормової сировини, зокрема, буряка кормового і включають в себе спрямованість із добору сортових форм, елементи агротехніки з удобрення агроценозів, обробітку ґрунту, сівби насіння на кінцеву густоту, механізованого збирання коренеплодів та їх зберігання у зимовий період.

Мета досліджень – виявити закономірності та розбіжності формування врожайності одно- та багаторосткових сортів буряка кормового за різних енергоощадних систем мінерального живлення та технологічних прийомів вирощування, встановити їх вплив на якісні показники коренеплодів й визначити придатність різних форм коренів до механізованого збирання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати попередніх наукових досліджень, які отримано раніше та досвід вирощування різних сортових форм буряка кормового в країнах Польщі [6], Німеччини та в зоні Лісостепу в Україні дають підстави стверджувати, що за рахунок добору кращих сортів [7], в зоні нестійкого зволоження ґрунту і часткового прояву посушливих явищ можна отримувати досить пристойні врожаї кормових коренеплодів, на рівні 60–80 т/га.

Сортові форми буряка кормового повинні мати виважений за тривалістю вегетаційний період, відповідно до кліматичних умов зони вирощування. За характером проростання насіння буряка кормового як і цукрового діляться на одно- та багаторосткові форми [8]. Від цього багато в чому залежать процеси формування густоти рослин на одиниці площі. На формування густоти насадження буряка витрачається до 25% і більше всіх затрат виробництва. Особливо затратними є виробничі процеси з оптимізації густоти насадження багаторосткових (багатонасінних) сортів. Без якісної ручної прополки тут не завжди можна обійтися. В той самий час впровадження одноросткових сортів дає змогу висівати насіння буряка на кінцеву густоту, що є важливим елементом енергоощадних технологій [9].

Буряки кормові з-поміж коренеплодів широкого вжитку є найдешевшими, оскільки формують велику кормову масу переважно за рахунок використання сонячної енергії асиміляційною поверхнею листків. Зменшення енергетичних витрат на їх вирощування є важливою складовою підвищення рівня окупності та рентабельності виробництва продукції скотарства. У зв'язку з цим, надзвичайно важливим є врахувати всі можливості для зменшення собівартості одиниці продукції. Доцільно звернути увагу на врожайні й технологічні особливості сортових зразків їх адаптивність до ґрунтово-кліматичних умов, реакцію на густоту насаджень, а також на застосування добрив [10], придатність до механізованого збирання.

Чим більша густота насадження буряка, тим менша площа живлення рослин, що виражається в погіршенні умов вегетації агроценозів. При цьому зменшуються доступні запаси вологи, ємність поживних речовин, об'єм повітря і вуглекислого газу, який можуть використати рослини. Від площі живлення, щільності насаджень буряка залежить коефіцієнт використання ФАР [11; 12].

Крім того, коренеплоди буряка характеризуються також різним ступенем заглиблення коренів у ґрунт та великою різноманітністю форм (від конічних, овальних до циліндричних), тому на це треба звертати увагу за вибору механізованого способу збирання [13]. З-поміж багатонасінних форм трапляються напівцукрові сорти, які відзначаються підвищеним умістом цукрів щодо інших зразків буряка. У вітчизняних технологіях вирощування багатонасінних форм на збирання врожаю припадає до 50–60% усіх затрат праці, оскільки застосовуються переважно

ручні способи збирання буряка. Біоморфологічні показники коренеплодів поки що не дають можливості ефективно наявною технікою проводити зрізання гички і викопувати коренеплоди з ґрунту.

Добір кількох кращих сортів одно- та багатонасінних зразків буряка для вирощування в агроформуваннях зони Лісостепу дає можливість отримувати щороку, незалежно від складностей погодних умов, стійку врожайність кормових коренеплодів на рівні 60–70 т/га.

Матеріали та методи досліджень. Польові дослідження з вивчення сортової агротехніки буряка кормового проводились у стаціонарі на дослідних ділянках державного підприємства ДПДГ «Чабани» ННЦ «ІЗ НААН» Фастівського р-ну Київської обл.

Ґрунт дослідних ділянок темно-сірий опідзолений крупнопилувато-легкосуглинковий на лесовидному суглинку. Глибина гумусового горизонту становить 45–50 см. Уміст гумусу в шарі ґрунту 0–20 см сягає 2,2–2,4%; рН– 5,4–5,6; гідролітична кислотність – 4,2 мг-екв./100 г. Показники основних макроелементів, що доступні для засвоєння рослинами такі: вміст лужного азоту, що гідролізується – 11,7, рухомого фосфору – 14–15,1 та обмінного калію – 10,8–11,5 мг на 100 г ґрунту.

За схемою у досліді вивчалось 8 сортових форм, навесні висівались 3 вітчизняні зразки одноросткового буряка кормового сортів Дарина, Рубікон, Аспор (Україна) та 5 зразків сортів багаторосткового буряка кормового української, німецької та польської селекції: Сонет (Україна), Екендорфський жовтий та Бригадир (Німеччина), Центаур Полі та Урсус Полі (Польща) на агрофоні без добрив та на двох фонах мінерального живлення: $N_{45}P_{45}K_{45}$ та $N_{45}P_{45}K_{45}$ + комплекс макро- та мікроелементів «Авангард». Попередник – ячмінь ярий. Варіанти досліді мають послідовне розміщення. Кількість варіантів – 32; посівна площа ділянки – 25 м², облікова – 10 м². Повторність чотириразова. Перелік варіантів досліді наведено в таблицях за викладення експериментального матеріалу.

Мінеральні добрива вносились відповідно до схеми досліді: фосфорні й калійні добрива (амофос і хлористий калій) восени, азотні (аміачна селітра) – під передпосівну культивуацію. Комплекс макро- і мікроелементів «Авангард», що включає набір таких елементів: азот, калій, магній, сірка, бор, залізо, марганець, мідь, цинк, молібден кобальт та ін., було внесено за помірної температури нормою 1,5 л/га у фазі наявності 5–6 листків на рослині.

Під час проведення досліджень використано загальноприйняті методи, які представлено в літературі [14], зокрема польовий – для вивчення продуктивності буряка кормового залежно від сортових форм та рівнів удобрення; лабораторний – для визначення схожості насіння та аналізу якості коренеплодів; агрохімічний – для виявлення вмісту макроелементів живлення в ґрунті; оптичний – визначення цукристості в коренеплодах; вимірювально-ваговий – для описання біометричних показників рослин та врожайності буряка кормового; статистичний – дисперсійний аналіз та графічне відображення даних за дослідіми.

Результати та їх обговорення. У північній частині Правобережного Лісостепу України було апробовано комплекс енергоощадних технологічних прийомів вирощування буряка кормового. Визначено основні закономірності та розбіжності формування врожайності одно- (Аспор, Дарина, Рубікон) та багаторосткових сортів (Сонет, Центаур Полі та Урсус Полі, Бригадир та Екендорфський жовтий) на різних фонах мінерального живлення рослин: без добрив; $N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{45}P_{45}K_{45}$ + комплекс макро- і мікроелементів. Розглянуто ростові процеси різних сортів та динаміку наростання площі листової поверхні за формування густоти насадження буряка кормового навесні на рівні 82 тис. шт./га. Крім того, визначали показники якості корму, вміст сухої речовини та поживних речовин у коренях буряка, досліджували також вирівняність та відхилення коренеплодів від осьової лінії, заглиблення коренів, їх придатність до механізованого збирання.

За результатами моніторингу отримано низку результатів початкового розвитку рослин буряка, зокрема виявлено, що насіння буряка в ґрунті під час проростання поглинає 117–140% води залежно від маси насінини. Більш високу польову схожість насіння на рівні 74–78% показали багаторосткові сорти Сонет, Урсус, Бригадир. Схожість одноросткових сортів була на 8–11% меншою. Перші сходи (фаза вилочки) появлялись на 14–16, а дружні сходи відмічено на 20–21 день після сівби. На основі фенологічних спостережень навесні зазначено, що на початкових етапах росту і розвитку рослин дещо інтенсивніше розвивались багаторосткові сорти буряка. Повна польова схожість у них наступала на 2–4 дні раніше, ніж у одноросткових сортів. Найкраща температура для початкового розвитку рослин буряка після сходів є 14–17 °С.

Буряк достатньо вимогливий до умов зростання. На період сівби глибина розпушеного шару ґрунту, залежно від його вологості, повинна бути в межах

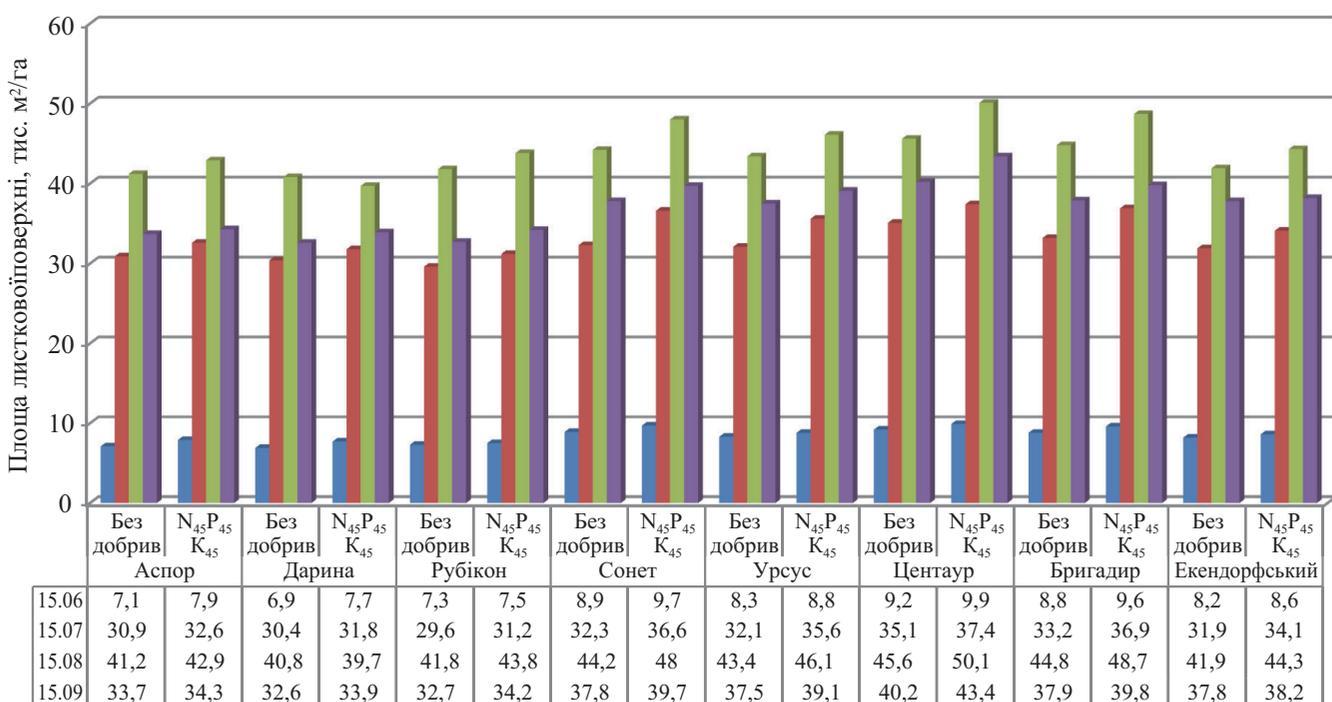
2,5...4,5 см, вміст ґрунтових агрегатів (грудочок) розміром від 0,25 до 10,0 мм має бути не менше 75–80% від загальної кількості, розміром понад 20–22 мм – не більше 10%, щільність ґрунту над насінною – від 1,0 до 1,2 г/см³. Найбільшу шкоду сходою буряка приносять бур'яни, ґрунтова кірка та шкідники. У перші кілька тижнів буряк росте повільно, а бур'яни дуже активно і вони можуть сильно пригнічувати сходи. Тому прополку буряків від бур'янів потрібно проводити відразу ж після появи сходів.

Лінійний ріст рослин багаторосткових сортів, зокрема Бригадир, Сонет Центаур Полі та Урсус Полі на початкових етапах розвитку випереджав ріст одноросткових зразків на 0,8–1,1 см, що сягає 7–9% до загальної висоти рослин. Однак через місяць часу різниця в рості рослин між багато- та одноростковими зразками сортів дещо нівелювалася. Слід також відмітити, що сорти буряка Урсус Полі, Екендорфський жовтий, Рубікон та Аспор дещо більше пошкоджувались буряковою блішкою та іншими шкідниками, що негативно відбилося на формуванні листкової поверхні рослин цих сортів.

Відчутна реакція рослин буряка кормового на елементи мінерального живлення у фазі сходів не спостерігалась і більше проявилась уже після появи другої-третьої пари справжніх листків, коли почала швидко розвиватись коренева система. За даними біометричних обліків, висота рослин буряка кормового

у період змикання рядків у міжряддях, на період серпня перевищувала 27 см, найбільшою вона була на фоні N₄₅P₄₅K₄₅ та за комплексного внесення добрив (N₄₅P₄₅K₄₅+комплекс макро- та мікроелементів) і перевищувала лінійний ріст рослин на ділянках без добрив на 2,1–2,6 см, або на 12–13%.

Як свідчать результати досліджень, темпи наростання листкової поверхні рослинами різних сортів чітко визначались сортовими особливостями, так і фазами росту. За даними рис. виявлено, що об'ємне наростання листкової поверхні буряка відбувалось від сходів майже до першої половини серпня, пізніше спостерігалось призупинення росту гички. Найвищі показники площі листкової поверхні спостерігались у фазі змикання міжрядь (дати обліку 10–15.08) на фоні внесення мінеральних (N₄₅P₄₅K₄₅ та N₄₅P₄₅K₄₅+комплекс макро- та мікроелементів) добрив. Найбільшу площу листкової поверхні на фоні комплексного мінерального живлення формували насамперед багаторосткові сорти: Центаур Полі – 50,1 тис. м²/га, Бригадир – 48,7 тис. м²/га, Сонет – 48,0 тис. м²/га. Значно нижчі показники листкової поверхні на рівні 40–43,8 тис. м²/га мали одноросткові сорти: Дарина, Аспор, Рубікон. Формування кращого асиміляційного апарату листкової поверхні зумовило більш високі показники продуктивності фотосинтезу. Найвищу добову продуктивність фотосинтезу в період змикання міжрядь на рівні 5,9–6,2 г сухої речовини на м² листкової



Динаміка наростання листкової поверхні буряка кормового в період вегетації залежно від сорту, фази розвитку та системи удобрення

поверхні за внесення добрив забезпечували багаторосткові сорти: Центаур Полі, Бригадир, Сонет. Чиста продуктивність фотосинтезу одноросткових сортів буряка кормового була на 8–10% меншою. Між рівнями удобрення і чистою продуктивністю фотосинтезу спостерігалась позитивна кореляція $r \sim 0,26$.

Слід відмітити, що багаторосткові сорти Бригадир, Сонет, Центаур Полі та Урсус Полі, під час вегетації вирізнялись не тільки швидким наростанням маси листків, але й ваги коренеплоду. Окремо відзначено особливості сорту Сонет, який за умов зрідження не знижує вагою врожайність, оскільки формує за меншої густоти насадження більш об'ємні корені буряка. Краще забезпечення рослин поживними елементами сприяло не тільки збільшенню маси листків, але й посилювало їх фотосинтетичний потенціал, але в умовах посухи 2023 р. цього не спостерігалось. На ділянках без внесення мінеральних добрив (див. рис.), так і на фоні мінерального живлення площа листової поверхні на час збирання врожаю зменшувалась відносно 15 серпня майже однаково на 16–25%.

Інтенсивне наростання маси коренеплодів відбувалось із другої декади серпня за наявності у рослин досить розвиненого асиміляційного апарату і тривало 50–60 днів. Урожайність як одно-, так і багаторосткових сортів буряка у 2021–2023 рр. визначалась насамперед рівнем вологозабезпечення ґрунту. За досить сприятливого водного режиму в передосінній та осінній періоди у 2021–2022 рр. максимум урожайності коренеплодів на фоні $N_{45}P_{45}K_{45}$ та повного мінерального живлення $N_{45}P_{45}K_{45} +$ комплекс макро- та мікроелементів забезпечили багаторосткові сорти Бригадир і Сонет, понад 82 т/га. У 2023 р. спостерігалась тривала посуха, понад 35 днів, вологість ґрунту у передосінній знизилась до 10%, а в осінній періоді опускалась нижче 8%, тому врожайність буряка була мінімальною і знаходилась у межах 35,2–66,8 т/га. Також визначено, що всі одноросткові форми буряка дещо менше реагували на прояв посушливих явищ у 2023 р., ніж багаторосткові. Приріст урожаю у багаторосткових сортів щодо одноросткових у цьому році був значно менший, ніж у попередні роки і не перевищував 2–10 т. Більш стійким до посухи з багаторосткових форм виявився сорт Бригадир, який забезпечив найвищу врожайність коренеплодів 66,8 т/га.

Мінімальна врожайність коренеплодів буряка незалежно від сорту у середньому за роки досліджень, у межах 45,0–55,9 т/га, було отримано на ділянках без добрив. Покращання забезпечення рослин

елементами живлення на всіх етапах вегетації сприяло значному зростанню врожайності коренеплодів. За внесення повного мінерального добрива з дозою $N_{45}P_{45}K_{45}$ урожайність одно- та багаторосткових сортів буряка до контролю зростала на 25–29%. Незалежно від року досліджень, найвищу врожайність коренеплодів формували буряки на фоні внесення повного мінерального добрива з дозою $N_{45}P_{45}K_{45}$ та комплексу макро- та мікроелементів «Авангард», яка знаходилась в одноросткових сортів на рівні 54–75,1 т/га, а у багаторосткових відповідно – 59–88,4 т/га (табл.1). Приріст урожайності коренеплодів буряка у сприятливі 2021–2022 рр. на фоні повного мінерального живлення $N_{45}P_{45}K_{45} +$ комплекс макро- та мікроелементів щодо контролю був у межах 31–37%, а до фону $N_{45}P_{45}K_{45} - 3-7\%$.

Поміж сортових форм буряка кормового найкраще адаптованими до умов Лісостепу виявились сорти Бригадир (Німеччина), Сонет (Україна), Центаур Полі (Польща), Аспор (Україна).

За врожайністю одноросткові сорти буряка поступались багаторостковим, але за вмістом сухої речовини випереджали, за винятком сорту напівцукрових форм сорту Центаур Полі, де вміст сухої речовини сягав понад 12,3%. Значним вмістом сухої речовини 11,2–11,4 відзначились однонасінні сорти буряка Рубікон та Аспор. Загалом, за хімічним складом кращу якість коренеплодів формували одноросткові сорти, в яких вміст сухої речовини був на 0,5–1,2% більшим, ніж у багаторосткових зразках. Якість коренеплодів найбільше визначалась сортовими особливостями рослин та погодними умовами. За своїм хімічним складом буряк кормовий містить клітковину, пектин, харчові волокна, вуглеводи, мінеральні солі та білок, які дозволяють зберігати здоров'я та хорошу продуктивність свійських тварин. Високий вміст харчових волокон, клітковини та рослинного білка є особливо важливими елементами у раціонах годівлі худоби. За даними хімічного аналізу встановлено, що поживність корму коренеплодів перебувала у прямій залежності від вмісту сухої речовини. Зі збільшенням сухої речовини показники хімічного складу корму покращувались. За вмістом сухої речовини, зокрема за поживністю корму домінували одноросткові сорти, зокрема Рубікон і Аспор з вмістом сирого протеїну в кормах на рівні 1,28–1,32%.

Найкращим за вмістом сирого протеїну 1,35–1,37%, та цукристістю 10,3–10,5% відзначався корм буряка кормового сорту Центаур Полі. Багаторосткові

Таблиця 1. Урожайність буряка кормового залежно від удобрення та сорту, т/га, 2021–2023 рр.

Сорт	Удобрення	Густота коренеплодів, тис. шт./га	Урожайність коренеплодів, т/га			
			2021	2022	2023	Середнє
<i>Одноросткові буряки</i>						
Аспор	Без добрив N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅₊ макро- та мікроелементи	80	45,8	56,3	36,7	46,3
			61,9	70,2	53,4	61,8
			68,2	69,4	54,9	64,2
Дарина	Без добрив N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅₊ макро- та мікроелементи	80	47,6	57,2	37,5	47,4
			66,0	72,8	53,1	64,0
			65,7	75,3	57,2	66,1
Рубікон	Без добрив N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅₊ макро- та мікроелементи	80	44,2	55,7	35,2	45,0
			60,3	71,6	52,6	61,5
			66,5	73,9	53,9	64,8
<i>Багаторосткові буряки</i>						
Сонет	Без добрив N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅₊ макро- та мікроелементи	80	59,4	66,8	41,5	55,9
			77,3	82,4	63,5	74,4
			84,8	83,7	62,4	77,3
Урсус Полі	Без добрив N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅₊ макро- та мікроелементи	80	55,8	58,1	42,3	52,1
			75,3	72,4	56,8	68,2
			79,8	76,9	58,7	71,3
Центаур Полі	Без добрив N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅₊ макро- та мікроелементи	80	56,5	52,1	40,2	49,6
			71,1	68,9	59,4	66,5
			73,3	71,6	60,1	68,1
Бригадир	Без добрив N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅₊ макро- та мікроелементи	80	58,2	63,5	40,9	54,3
			80,7	82,1	62,1	75,0
			88,4	85,2	66,8	80,1
Екендорфський жовтий	Без добрив N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅₊ макро- та мікроелементи	80	51,2	55,0	37,3	47,8
			60,5	71,5	55,2	62,4
			66,1	73,7	59,6	66,5
НІР ₀₅	Добрива Сорт		12,9	13,4	11,6	13,1
			1,56	1,69	1,37	1,62

сортів Екендорфський жовтий та Урсус Полі формували коренеплоди з низьким вмістом волокон, але з високим рівнем перетравності, понад 85%.

За даними польових досліджень виявлено, що одноросткові кормові сорти буряку істотно відрізняються від багаторосткових за біометричними показниками (табл. 2).

Показники моніторингу восени дали змогу визначити основні параметри сортів буряка кормового, за якими можна проаналізувати придатність коренеплодів до механізованого збирання.

Важливим критерієм оцінки коренеплодів до збирання є розміщення головок буряка над поверхнею ґрунту, відхилення від осьової лінії рядка, розміри коренеплодів, глибина їх залягання та величина зусиль на виривання з ґрунту, вирівняність коренеплодів за масою. За ступенем придатності коренеплодів до механізованого збирання за морфологічними ознаками кращими виявились одноросткові сорти, Рубікон, Аспор і Дарина (Україна), які формували коренеплоди з відхиленням від осьової лінії рядка не більше 22% та багаторосткові сорти: Центаур Полі (Польща) – 23–24% та

Таблиця 2. Оцінка біометричних показників коренеплодів буряка кормового за придатністю до механізованого збирання, середнє 2021–2023 рр.

Показники	Сорти буряка кормового				
	одноросткові		багаторосткові		
	Рубікон	Аспор	Центаур Полі	Бригадир	Екендорфський
Фактична густина насаджень, тис. шт./га	78–80	78–80	80	80	79–80
Вирівняність коренеплодів за масою, %	87	86	85	81	66
Заглиблення коренеплоду в ґрунті, см та %	65–68	60–66	60–64	53–57	43–46
Розміщення коренеплодів по осі рядка 0 см, %	78	74	77	72	54
Відхилення коренів вліво–вправо відносно осьової лінії рядка	20	22	24	28	46
±1–5 см	9	11	8	13	17
±5–8 см	7	8	7	8	14
±8–10 см	4	4	5	5	9
±10–14 см	2	3	4	2	6
Рекомендації щодо збирання	Механізований спосіб або ручний	Ручний			

Бригадир (Німеччина) – до 28% відхилення. На відміну від цих форм, багаторостковий сорт буряка Екендорфський жовтий мав найбільше відхилення коренеплодів вліво – вправо відносно осьової лінії рядка 44–46%, що свідчить про непридатність його до механізованого збирання, тільки ручний спосіб збирання. На відміну від багаторосткових одноросткові сорти більш придатні до механізованого збирання, тому кількість людино-годин, що витрачається в процесі вирощування зменшується на 26–32%. У переліку статей витрат коштів на вирощування кормового буряка найбільші витрати пов'язані з використанням мінеральних добрив, формуванням густоти насаджень та збиранням врожаю.

Висновки

Найбільший вплив на формування врожайності буряка кормового у 2021–2023 рр. виявляли погодні умови (44–58%), системи удобрення (30–36), сортові особливості рослин (4–22%).

На весняному етапі розвитку багаторосткові сорти буряка кормового переважали одноросткові за енергією проростання насіння, ростом рослин, формуванням листової поверхні. Найбільшою площею листової поверхні на фоні комплексного мінерального живлення відзначались багаторосткові сорти: Центаур – 51,7 тис. м²/га, Сонет – 49,7 тис. м²/га,

Бригадир – 49,5 тис. м²/га. Значно нижчі показники листової поверхні були на рівні 43,6–47,8 тис. м²/га формували одноросткові сорти: Дарина, Аспор, Рубікон.

Багаторосткові сорти переважали за врожайністю одноросткові форми на 5–21% та забезпечували приріст урожаю в межах 3–15 т. 3-поміж багаторосткових сортів найвищою врожайністю виділялись сорт Бригадир (Німеччина) та сорт Сонет (Україна). На фоні N₄₅P₄₅K₄₅ та повного мінерального живлення N₄₅P₄₅K₄₅ + комплекс макро- та мікроелементів ці сорти за досить сприятливого водного режиму в передосінній та осінній періоди у 2021–2022 рр. забезпечили максимум урожайності коренеплодів, понад 82 т/га. У посушливому 2023 р. врожайність коренеплодів цих сортів знизилась у 1,3–1,4 раза і становила відповідно 66,8 і 63,5 т/га.

За хімічним складом кращу якість коренеплодів формували одноросткові сорти, в яких вміст сухої речовини перевищував 11,2%, що на 0,5–1,2% більше, ніж у багаторосткових зразках, за винятком сорту напівцукрових форм Центаур Полі (вміст сухої речовини понад 12,3%).

З погляду оцінки придатності коренеплодів до механізованого збирання за морфологічними ознаками

(заглиблення коренів у ґрунт, висота прикріплення гички до коренеплода, тощо) кращими виявились одноросткові сорти, зокрема Рубікон і Аспор, які формували коренеплоди з відхиленням від осової лінії рядка не більше 22%.

Для застосування механізованого збирання кормових коренеплодів краще вирощувати на виробництві одноросткові форми буряка кормового, які на 70–75% пристосовані до використання комплексу машин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Панасюк С.С., Крамар О.С., Мартинюк Н.М. Енергоощадні технології вирощування різних сортів буряку кормового в зоні Лісостепу. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку*: матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції. Білоцерківський національний аграрний університет. м. Біла Церква, 30 березня 2023 року. С.160-161.
2. Панасюк С.С., Крамар О.С., Бернацька М.І. Сортова агротехніка вирощування буряку кормового в північному Лісостепу. *Іноваційний розвиток землеробства на засадах еколого-економічної збалансованості*: матеріали Всеукраїнської інтернет-конференції. Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН. с. Шубків. 20 червня. 2023. С. 35-36.
3. Фомічов А.М. Кормові коренеплоди. Київ: Урожай, 1975. 175 с.
4. Мартинюк І.В. Кормові буряки: наукові та прикладні аспекти технології вирощування: моногр. Київ: Урожай, 2006. 212с.
5. Бомба М.Я., Мартинюк І.В. Кормовий буряк: шляхи вдосконалення технології вирощування. *Вчені Львівського державного аграрного університету виробництва*: зб. наук. праць ЛДАУ. Львів. 2005. Вип. 5. С. 28–30.
6. Malopolska Yodowla Roslin-HBP Spolka zo.o. Katalog Produktow. Warszawa. 2019. 36 s.
7. Іванюта С.П., Коломієць О.О., Малиновська О.А., Якушенко Л.М. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналітична доповідь / за ред. С.П. Іванюти. Київ: НІСД, 2020. 110 с.
8. Присяжнюк О.І., Присяжнюк Л.М., Мельник С.І., Гринів С.М. Буряки цукрові – селекція, насінництво та технологія вирощування: моногр. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2022. 310 с.
9. Мартинюк І.В., Сорока В.І., Примак І.Д. Технологія вирощування однонасінних кормових буряків: рекомендації. Біла Церква: Білоцерківський державний аграрний університет, 2002. 24 с.
10. Цвей Я.П., Тищенко М.В., Герасименко Ю.П., Філоненко С.В., Ляшенко В.В. Обробіток ґрунту, добрива та продуктивність цукрових буряків. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. №1. С.42–47.
11. Тирус М.Л. Фотосинтетична продуктивність буряка цукрового залежно від рівнів удобрення та густоти стояння рослин в умовах Західного лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. №4. С.205–208. DOI: <https://doi.org/31210/visnyk> 2018.04.33.
12. Карпук Л.М. Фотосинтетична продуктивність цукрових буряків залежно від густоти насадження рослин. *Агробіологія*: зб. наук. праць БДАУ. Біла Церква, 2013. Вип. 10 (100). С. 13–18.
13. Сінченко В.М., Пиркін В.І. Стратегія розвитку галузі буряківництва в Україні. *Цукрові буряки*. 2018. №1 (117). С. 4–8.
14. Роїк М.В., Гізбуллін Н.Г., Сінченко В.М., Присяжнюк О.І. та ін. Методики проведення досліджень у буряківництві / за ред. М.В. Роїка та Н.Г. Гізбулліна. Київ: ФОРМ Корзун Д.Ю., 2014. С. 24–349.

REFERENCES

1. Panasiuk S.S., Kramar O.S., Martyniuk N.M. (2023). Enerhooshchadni tekhnologii vyroshchuvannya ryznykh sortiv buriaku kormovoho v zoni Lisostepu. *Ahrarna osvita i nauka: dosiahnennia ta perspektyvy rozvytku: materialy IV mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Bilotserkivskiy natsionalnyi ahrarnyi universytet. m. Bila Tserkva, 30 bereznia 2023 roku. p.160-161 [in Ukrainian].
2. Panasiuk S.S., Kramar O.S., Bernatska M.I. (2023). Sortova ahrotekhnika vyroshchuvannya buriaku kormovoho v pivnichnomu Lisostepu. *Inovatsiini rozvytok zemlerobstva na zasadakh ekoloho-ekonomichnoi zbalansovanosti: materialy Vseukrainskoi internet-konferentsii*. Instytut silskoho hospodarstva Zakhidnoho Polissia NAAN. s. Shubkiv. 20 chervnia. 2023. p. 35-36 [in Ukrainian].
3. Fomichov A.M. (1975). *Kormovi korenoplody*. Kyiv: Urozhai. 175 p. [in Ukrainian].
4. Martyniuk I.V. (2006). *Kormovi buriaky: naukovi ta prykladni aspekty tekhnologii vyroshchuvannya: Monohrafiia*. Kyiv: Urozhai. 212p. [in Ukrainian].

5. Bomba M.Ia., Martyniuk I.V. (2005). Kormovy buriak: shliakhy vdoskonalennia tekhnolohii vyroshchuvannia. *Vcheni Lvivskoho derzhavnoho ah-rarnoho universytetu vyrobnytstvu: zb. nauk. prats LDAU*, 5, 28–30 [in Ukrainian].
6. Malopolska Yodowla Roslin-HBP Spolka zo.o. (2019). Katalog Produktow. Warschawa. 36 p. [in Polish].
7. Ivaniuta S.P., Kolomiets O.O., Malynovska O.A., Yakushenko L.M. (2020). Zmina klimatu: naslidky ta zakhody adaptatsii: analitychna dopovid / za red. S.P. Ivaniuty. Kyiv: NISD. 110 p. [in Ukrainian].
8. Prysiazhniuk O.I., Prysiazhniuk L.M., Melnyk S.I., Hryniv S.M. (2022). Buriaky tsukrovi – selektsiia, nasinytstvo ta tekhnolohiia vyroshchuvannia: monohrafiia. Vinnytsia: TOV «TVORY». 310 p. [in Ukrainian].
9. Martyniuk I.V., Soroka V.I., Prymak I.D. (2002). Tekhnolohiia vyroshchuvannia odnonasinnykh kormovykh buriakiv. Rekomendatsii. Bila Tserkva: Bilotserkivskyi derzhavnyi ahraryni universytet. 24 p. [in Ukrainian].
10. Tsvei Ya.P., Tyshchenko M.V., Herasymenko Yu.P., Filonenko S.V., Liashenko V.V. (2018). Obrobitok gruntu, dobryva ta produktyvnist tsukrovykh buriakiv. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahraryni akademii*, 1, 42–47 [in Ukrainian].
11. Tyrus M.L. (2018). Fotosyntetychna produktyvnist buriaka tsukrovoho zalezho vid rivniv udobrennia ta hustoty stoiannia roslyn v umovakh zakhidnoho lisostepu. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahraryni akademii*, 4, 205–208. DOI: <https://doi.org/31210/visnyk2018.04.33> [in Ukrainian].
12. Karpuk L.M. (2013). Fotosyntetychna produktyvnist tsukrovykh buriakiv zalezho vid hustoty nasadzhen-nia roslyn. *Ahrobiolohiia: zb. nauk. prats BDAU*, 10 (100), 13–18 [in Ukrainian].
13. Sinchenko V.M., Pyrkin V.I. (2018). Stratehiia roz-vytku haluzi buriakivnytstva v Ukraini. *Tsukrovi buriaky*, 1 (117), 4–8 [in Ukrainian].
14. Roik M.V., Hizbullin N.H., Sinchenko V.M., Pry-siazhniuk O.I. ta in. (2014). Metodyky provedennia doslidzhen u buriakivnytstvi /za red. M.V. Roika ta N.H. Hizbullina. Kyiv: FOP Korzun D. Yu. p.24–349 [in Ukrainian].

Panasyuk S.S., Slyusar S.M., Kramar O.S.

Characteristics of varietal agricultural techniques of forage beet in the conditions of the northern Forest Steppe

Aim. To identify regularities and discrepancies in the yield formation of single- and multi-stem varieties of fodder beet under different systems of mineral nutrition and technological methods of cultivation, to establish their influence on the quality indicators of root crops and to determine the suitability of different forms of roots for mechanized harvesting. **Methods.** Field, laboratory, agrochemical statistical, measurement and weight analysis. **Results.** The problematic tasks of fodder beet cultivation in the zone of unstable moisture for the high-quality supply of dairy and meat cattle with juicy fodder in the winter period are considered. On the basis of many years of experimental research, the article reveals the growth processes and features of fodder beet yield formation depending on weather and climate conditions, variety selection of seeds, fertilization systems, and density of planting coenoses and terms of harvesting root crops. Indicators of variation in feed quality, the content of dry matter and nutrients in beetroot roots are given, the homogeneity and deviation of root crops from the axis line, the deepening of roots, and their suitability for mechanized harvesting are also investigated. The following factors had the greatest influence on the formation of fodder beet productivity in 2021–2023: weather conditions (44–58%), fertilization systems (30–36%), varietal characteristics of plants (4–16%). **Conclusions.** Multi-stem varieties were superior in yield to single-stemmed forms by 5–21% and provided an increase in yield at the level of 3–15 tons. Among multi-stemmed varieties, the Brigadyr variety (Germany) and the Sonet variety (Ukraine) stood out with the highest productivity. Against the background of $N_{45}P_{45}K_{45}$ and full mineral nutrition $N_{45}P_{45}K_{45}$ + a complex of macro and microelements, these varieties, under a fairly favorable water regime in the pre-autumn and autumn periods in 2021–2022, ensured the maximum yield of root crops, more than 82 t/ha. In the dry year of 2023, the yield of root crops of these varieties decreased by 1.3–1.4 times and amounted to 66.8 and 63.5 t/ha, respectively. In terms of chemical composition, the best quality of root crops was formed by single-rooted varieties, in which the content of dry matter exceeded 11.2%, which is 0.5–1.2% more than in multi-rooted samples, with the exception of the variety of semi-sugar forms Centaur Poly (dry matter content of more than 12.3%). From the point of view of assessing the suitability of root crops for mechanized harvesting based on morphological characteristics (root penetration into the soil, height of attachment of the root to the root crop, etc.), single-root varieties, in particular

Rubicon and Aspor, which formed root crops with a deviation from the row axis of no more than 22%, turned out to be the best.

Key words: *single-stemmed and multi-stemmed varieties, yield, planting density, fertilization system, complex of macro-microelements, dry matter, chemical composition, fodder units.*

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Панасюк С.С., кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник, ННЦ «Інститут землеробства НААН», e-mail: petrivkas@ukr.net, ORCID: 00000003-4137-1169000.

Слюсар С.М., кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник, ННЦ «Інститут землеробства НААН»,

e-mail: slusar_cm@ukr.net, ORCID: 0000-0002-9795-3603.

Крамар О.С., старший науковий співробітник ННЦ «Інститут землеробства НААН», e-mail: kramar.Iz.naan@gmail.com, ORCID: 00000003-4137-116335.

Panasyuk S.S., Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences», e-mail: petrivkas@ukr.net, ORCID: 00000003-4137-1169000.

Slyusar S.M., Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, National Scientific Center «Institute of

Agriculture of the National Academy of Sciences», e-mail: slusar.cm@ukr.net, ORCID: 0000-0002-9795-3603.

Kramar O.S., Senior Researcher, National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences», e-mail: kramar.iz.naan@gmail.com, ORCID: 00000003-4137-116335.

Надійшла 25.06.2024

АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ЯРОЇ У ПІВНІЧНОМУ ЛІСОСТЕПУ

В.М. Юла, М.О. Дрозд

ННЦ «ІЗ НААН» (с-ще Чабани, Україна)

Мета. Метою досліджень є опрацювання агротехнологічних аспектів підвищення продуктивності пшениці м'якої ярої в умовах Північного Лісостепу України в контексті змін клімату. Дослідження спрямовані на оптимізацію технології вирощування пшениці ярої на основі використання сучасних систем удобрення, стимуляторів росту та засобів захисту рослин. Особлива увага приділяється встановленню впливу умов вирощування на продуктивність пшениці ярої та адаптації агротехнологічних прийомів для забезпечення стабільних і високих урожаїв цієї культури за змін клімату. **Методи.** Програма досліджень включала такі методи: польовий, біометричний та вимірально-ваговий, лабораторний, порівняльно-розрахунковий, а також математично-статистичний. **Результати.** Встановлено, що за технології вирощування, яка передбачала обробку насіння органічним добривом зі стимулювальним ефектом, внесення $N_{45}P_{90}K_{90}$ до сівби та по N_{45} на 30 і 48 стадіях розвитку за ВВСН на фоні заробляння побічної продукції попередника та застосуванні інтегрованого захисту посівів у середньому за 2021–2023 рр. отримали найвищу врожайність пшениці м'якої ярої сорту Танок на рівні 4,35 т/га. Приріст урожайності за цієї технології щодо контролю сягав 1,80 т/га. Комплексне застосування елементів технології вирощування пшениці м'якої ярої вплинуло як на врожайність, так і на якісні показники зерна. Зокрема, вміст сирого білка становив 15,15%, сирі клейковини – 25,31%, що відповідає першому класу якості відповідно до вимог ДСТУ 3768:2019. **Висновки.** Встановлено, що мінеральні добрива, стимулятори росту рослин, системи захисту посівів та побічна продукція попередників є невід'ємними складовими в технології вирощування пшениці м'якої ярої. В середньому, за 2021–2023 рр. ефект від застосування мінеральних добрив склав 0,18–1,80 т/га, залежно від рівня удобрення та системи захисту посівів. Оптимізація живлення, зокрема внесення мінеральних і органічних добрив зі стимулювальним ефектом допомагає рослинам адаптуватися до стресових умов, підвищуючи їх продуктивність за змінних кліматичних умов.

Ключові слова: мінеральне добриво, органічне добриво, побічна продукція попередника, урожайність, пшениця яра, система захисту, стимулятор росту, технологія вирощування.

Вступ. Зміни клімату є однією з найбільших загроз для сільського господарства у всьому світі, зокрема в Україні, де сільськогосподарський сектор є важливим компонентом економіки. Пшениця м'яка яра, як одна з провідних зернових культур, відчуває негативний вплив змін клімату, що проявляється в зниженні врожайності та погіршенні якості зерна. Останні дослідження вказують на те, що адаптація технології вирощування є критично важливою для забезпечення стабільних урожаїв культури. Максимальна реалізація потенціалу продуктивності пшениці ярої повинна базуватися на морфологічному аналізі

та створенні високопродуктивних агрофітоценозів з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов [10].

Збільшення виробництва зерна залишається одним із основних завдань аграрного сектору.

Метою досліджень є опрацювання агротехнологічних аспектів підвищення продуктивності пшениці м'якої ярої в умовах Північного Лісостепу України в контексті змін клімату.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У наукових публікаціях щодо агробіологічних основ підвищення продуктивності пшениці ярої в Північному Лісостепу України вчені акцентують увагу на важливості

встановлення оптимальних умов мінерального живлення для досягнення високої врожайності та якості зерна. Зокрема, встановлено, що оптимізація системи живлення дозволяє краще розкрити потенціал рослин, що сприяє зростанню врожайності. Так, у Правобережному Лісостепу використання позакореневого підживлення на фоні основного удобрення впливало на підвищення продуктивності пшениці твердої ярої [4–6].

Останніми роками важливого значення для підвищення врожайності зернових культур набули оптимальні погодні умови та ефективна система удобрення. Так, для отримання зерна 2-го класу якості рекомендовано застосовувати диференційовану систему удобрення, що включає використання фосфорних і калійних добрив в основне внесення та азотних підживлень у критичні стадії розвитку рослин [11; 8]. Отже, у технології вирощування пшениці ярої оптимізоване застосування добрив з урахуванням кліматичних чинників що змінюються, є визначальним чинником для отримання високих урожаїв.

Актуальність проведення досліджень зумовлена глобальними змінами клімату, які істотно впливають на агрокліматичні умови вирощування пшениці ярої. Збільшення частоти екстремальних погодних явищ, як-от посуха та сильні опади вимагає адаптації агротехнологій для забезпечення стабільних і високих урожаїв. Пшениця м'яка яра, як одна з основних зернових культур України піддається значному ризику, що потребує застосування науково обґрунтованих підходів до її вирощування.

Оптимізація системи живлення та захисту рослин пшениці ярої, на основі визначення їх адаптивного потенціалу до зміни агрокліматичних умов, стресових чинників, є критично важливою для підвищення продуктивності культури. Встановлено, що оптимізація застосування фосфорних і калійних добрив та азотних підживлень на критичних стадіях розвитку рослин дає змогу істотно підвищити якість та кількість врожаю. Однак, унаслідок зміни кліматичних умов виникає необхідність в адаптації технологій вирощування пшениці ярої, що потребує додаткових досліджень у цьому напрямі. На розв'язання цих завдань і спрямовані дослідження.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження з вивчення впливу комплексного застосування елементів технології вирощування на продуктивність пшениці ярої проводили впродовж 2021–2023 рр. у стаціонарному досліді ННЦ «ІЗ НААН» розміщеному

у Фастівському р-ні Київської обл. на темно-сірому опідзоленому ґрунті. Агрохімічна характеристика темно-сірого опідзоленого ґрунту: вміст гумусу – 1,56–1,87%, вміст легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 60,2–78,4 мг N на кг ґрунту, вміст рухомого фосфору (за Чириковим) – 150–331 мг/кг ґрунту, вміст рухомого калію (за Чириковим) – 105,0–202,5 мг/кг ґрунту. Реакція ґрунтового середовища слабкокисло ($\text{pH}_{\text{сол.}}$ 4,6–5,3).

Предметом досліджень був сорт пшениці м'якої ярої Танок інтенсивного типу, включений до Державного реєстру сортів придатних для вирощування в Україні у 2020 р. Оригінація – ННЦ «ІЗ НААН». Норма висіву – 5,0 млн схожих насінин на гектар. Попередник – соя.

Система обробки ґрунту загальноприйнята для лісостепової зони і включала дворазовий обробіток стерні дисковою бороною АГД – 2,5 та оранку плугом ПЛН-3-35 на глибину 20–22 с. Навесні проводили закриття вологи та передпосівний обробіток агрегатом типу «Європак» на глибину заробки насіння. Під основний обробіток ґрунту вносили амофос (52% д. р. P_2O_5) і калійну сіль (60% д. р. K_2O), а під передпосівну культивування та в підживлення на 30 та 48 стадіях розвитку за шкалою ВВСН – аміачну селітру (34,4 % д. р. N). Система удобрення включала внесення побічної продукції попередника (сої) на всіх варіантах дослідів.

Схема дослідів передбачала встановлення впливу основних елементів технології вирощування (системи удобрення і захисту посівів, застосування органічного добрива зі стимулювальним ефектом для обробляння насіння й посівів) та їх комплексної дії і взаємодії на формування продуктивності пшениці м'якої ярої.

Система захисту має такі складові: мінімальна (I) – протруєння насіння, обробку посівів гербіцидами; інтегрована (II) – протруєння насіння препаратами фунгіцидно-інсектицидної дії, обробку насіння органічним добривом зі стимулювальним ефектом (Біогель – 1,5 л/т), обробку посівів на основі фітосанітарного моніторингу за розповсюдженням бур'янів, шкідників і хвороб. Вид і дози пестицидів залежали від фітосанітарної ситуації [12].

У процесі дослідження було проведено комплекс спостережень та аналітичних досліджень за загальноприйнятими методиками [2].

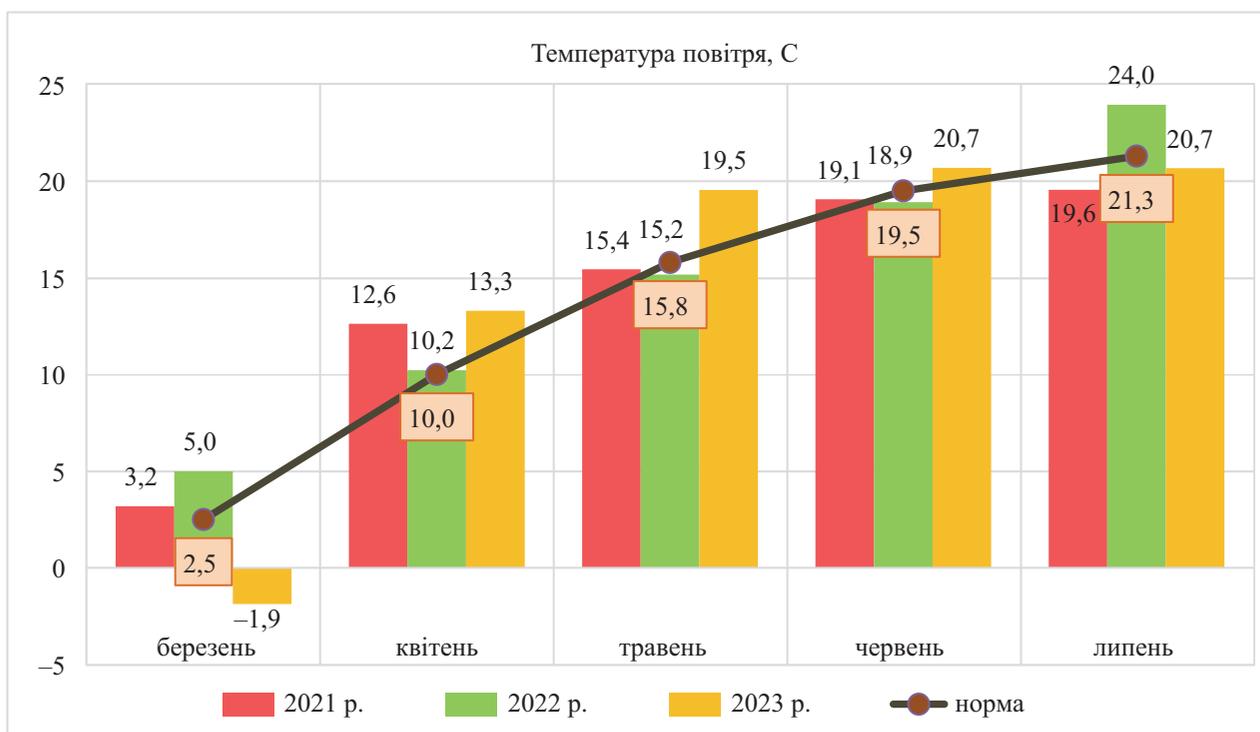
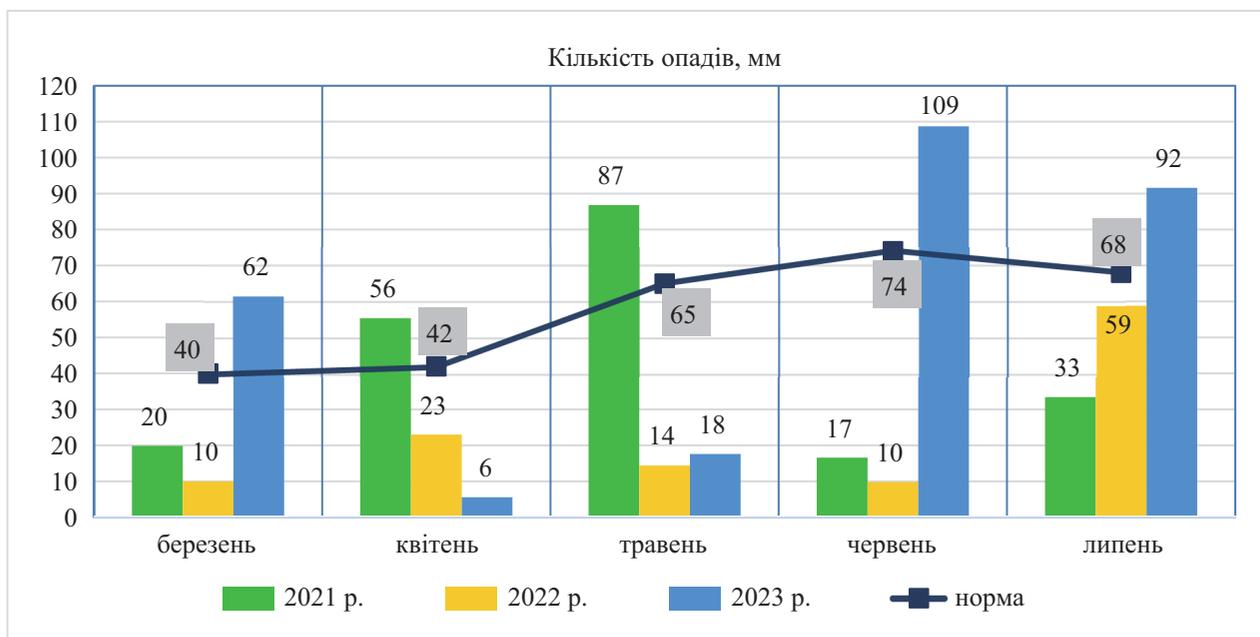
Погодні умови є одним із ключових чинників, що істотно впливають на врожайність сільськогоспо-

дарських культур, зокрема пшениці м'якої ярої. У зв'язку зі змінами клімату спостерігається тенденція до зниження річної кількості опадів, їх нерівномірного розподілу та підвищення середньомісячних температур. Аналіз агрометеорологічних умов вирощування пшениці м'якої ярої впродовж 2021–2023 рр. засвідчив істотний вплив кліматичних змін на продуктивність культури. У 2021 р. погодні умови були загалом сприятливими для отримання врожаю, незважаючи на нестабільність опадів та високі температури у червні й липні (рисунк). Однак, хворо-

би рослин, спричинені надмірною кількістю опадів у травні, дещо знизили якість зерна.

У 2022 р. спостерігалася тенденція до нестабільного розподілу опадів і підвищення температур, що негативно вплинуло на забезпечення пшениці вологою у критичні фази розвитку. Це призвело до зниження врожайності через значний дефіцит вологи у червні та липні.

2023 р. став найнесприятливішим через пізній посів (19 квітня), викликаний надмірною кількістю опадів у квітні, і значним дефіцитом вологи в травні,



Погодні умови в роки досліджень (2021–2023 рр.)

що істотно вплинуло на формування генеративних органів та врожайність культури. Різкі температурні коливання також мали негативну дію на ріст і розвиток пшениці, знижуючи її продуктивність.

Загалом, за три роки досліджень спостерігалися значні погодні коливання, що потребує адаптації агротехнологій вирощування пшениці ярої, що спрямовані на збереження вологи та захист рослин від стресових чинників. Водночас, незважаючи на мінливість погодних умов, рівень урожайності пшениці ярої дав можливість отримати достовірні результати закономірностей впливу технологічних чинників, які вивчалися у досліді.

Результати та їх обговорення. Зернова продуктивність пшениці ярої значно залежить від зовнішніх чинників та технологічних елементів вирощування. Експериментальними даними встановлено, що на рівень продуктивності впливали такі регульовані агротехнічні чинники, як внесення мінеральних добрив, застосування стимулятора росту, система захисту рослин. Їх правильна комбінація не тільки підвищує кількість, але й покращує якість отриманої продукції, забезпечуючи оптимальні умови для росту та розвитку рослин в умовах змін клімату [1; 9; 7].

Дослідженнями встановлено, що вищу врожайність пшениці м'якої ярої сорту Танок забезпечили варіанти технології, де проводили азотні підживлення рослин на 30 та 48 стадіях ВВСН на фоні основного внесення фосфорних і калійних добрив за інтегрованої системи захисту. Вона передбачала протруєння насіння препаратами фунгіцидно-інсектицидної дії,

обробку насіння органічним добривом зі стимулювальним ефектом (Біо-гель – 1,5 л/т). У середньому за три роки досліджень найвищу врожайність культури (4,35 т/га) отримали на варіанті, що передбачав внесення мінеральних добрив ($N_{45}P_{90}K_{90}$) до сівби і в підживлення (N_{45} на ВВСН 30 і N_{45} на ВВСН 48) на фоні заробляння побічної продукції попередника та інтегрованої системи захисту (табл. 1). Проведення підживлення на критичних стадіях розвитку культури дає змогу уникнути дефіциту поживних речовин у критичні періоди, що, своєю чергою, позитивно впливає на загальний розвиток рослин і формування врожаю.

За технології вирощування пшениці ярої, яка передбачала внесення $N_{50}P_{80}K_{80}$ до сівби і в підживлення N_{50} на ВВСН 30 та N_{50} на ВВСН 48 (розрахункова доза мінеральних добрив на запланований урожай культури 7 т/га), одержали приріст урожайності на рівні 1,36–1,52 т/га залежно від інтенсивності системи захисту.

Слід зазначити, що запланований рівень урожайності за цієї технології не був досягнутий, зокрема високі дози мінеральних добрив і, передусім азотних, призводили до раннього вилягання рослин (незважаючи на застосування регуляторів росту) та формування невиповненого зерна. Окупність 1 кг мінеральних добрив на цьому варіанті була найнижчою у досліді і становила 4,39–4,89 кг.

За технології вирощування пшениці ярої, яка передбачала внесення на фоні побічної продукції попередника лише органічного добрива Біо-гель (2,0 л/га)

Таблиця 1. Урожайність пшениці м'якої ярої залежно від елементів технології вирощування, середнє за 2021–2023 рр.

Варіанти удобрення*	Урожайність, т/га		Ефект від добрив ±т/га		Окупність 1 кг добрив зерном, кг	
	I*	II*	I	II	I	II
Без добрив (контроль)	2,19	2,55	–	–	–	–
Органічне добриво (2,0 л/га, на 48 _(ВВСН))	2,48	2,73	0,29	0,18	–	–
$P_{30}K_{30}N_{30} + N_{15}$ на 30 _(ВВСН) + орг. добриво (2,0 л/га, на 48 _(ВВСН))	2,92	3,33	0,73	0,78	8,76	12,00
$P_{30}K_{30}N_{30} + N_{15}$ на 30 _(ВВСН)	2,98	3,37	0,79	0,82	7,56	7,81
$P_{60}K_{60}N_{30} + N_{30}$ на 30 _(ВВСН) + N_{30} на 48 _(ВВСН)	3,37	3,96	1,18	1,41	5,62	6,70
$P_{80}K_{80}N_{50} + N_{50}$ на 30 _(ВВСН) + N_{50} на 48 _(ВВСН)	3,55	4,07	1,36	1,52	4,39	4,89
$P_{90}K_{90}N_{45} + N_{45} + N_{45}$ на 30 _(ВВСН) + N_{45} на 48 _(ВВСН)	3,85	4,35	1,65	1,80	5,25	5,72
НІР ₀₅ загальна – 0,32 т/га; для фактору «удобрення» – 0,24 т/га; «стимулятор росту» – 0,10 т/га;						

Примітка. I – мінімальна система захисту; II – інтегрована система захисту.

*На всіх варіантах зароблена побічна продукція попередника (соя).

на стадії ВВСН 48 зі стимулювальним ефектом урожайність була 2,48 т/га за мінімальної та 2,73 т/га за інтегрованої систем захисту. Отже, застосування органічного добрива для позакореневого підживлення забезпечило підвищення продуктивності культури на 0,18–0,29 т/га. Позакореневе підживлення органічними добривами дало змогу рослинам швидко отримати необхідні елементи живлення безпосередньо через листки, що особливо ефективно в періоди активного формування врожаю, коли потреба в поживних речовинах зростає. На стадії розвитку пшениці, коли застосовували добриво (48 ВВСН), рослини знаходилися у фазі колосіння і додаткове живлення позитивно впливало на фертильність квіток і озерність колоса.

За технології вирощування, де вносили мінеральні добрива до сівби у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ і N_{15} в підживлення на 30 стадії ВВСН та органічне добриво зі стимулювальним ефектом (2,0 л/га) позакоренево на 48 стадії ВВСН, за мінімальної системи захисту урожайність зросла на 0,73 т/га, а за інтегрованої – на 0,78 т/га. Окупність 1 кг добрив за цієї технології була найвищою у досліді і склала 8,76 кг зерна за мінімальної системи та 12,0 кг – за інтегрованої. Позакореневе внесення органічного добрива на 48 стадії ВВСН сприяло швидкому засвоєнню додаткових поживних речовин у критичний період формування зерна. Органічне добриво зі стимулювальним ефектом також підвищило стійкість рослин до стресових умов, як-от коливання температур та дефіцит вологи, що загалом позитивно впливало на покращання урожайності. Мінеральні добрива сприяли збалансованому живленню на всіх етапах розвитку, тоді як органічне добриво, внесено у фазі колосіння, підтримало рослини на завершальних стадіях розвитку. Це дало можливість уникнути дефіциту поживних речовин у критичні періоди, коли формуються генеративні органи та накопичується маса зерна.

Тому, комбінація мінеральних, органічних добрив, та раціонального використання побічної продукції попередника створює оптимальні умови для росту та розвитку пшениці ярої, що і забезпечує отримання високих урожаїв.

Варто підкреслити, що комплексне застосування елементів технології вирощування пшениці м'якої ярої вплинуло як на урожайність, так і на якісні показники зерна. Відповідно до ДСТУ 3768:2019 [3] вміст білка в зерні пшениці ярої 1 класу якості має становити не менше 14%, а клейковини – не менше

28%. У всіх варіантах досліді, де внесли підвищені дози мінеральних добрив в основне удобрення та двічі підживлювали рослини на різних стадіях розвитку, незалежно від системи захисту отримали зерно пшениці м'якої ярої сорту Танок зі вмістом білка понад 14%.

Вміст білка значно мірою залежав від поєднання елементів технології вирощування, що вивчали. На варіантах без внесення мінеральних добрив за мінімальної системи захисту вміст білка в середньому становив 11,95–12,94%, тоді як за інтегрованої системи захисту він був дещо нижчим і коливався у межах від 11,83 до 12,23 (табл. 2).

За мінімальної системи захисту рослини можуть бути піддані певному стресу через шкідників або ж хвороби, що в деяких випадках може стимулювати рослини до збільшення вмісту білка в зерні. Це може бути пов'язано з адаптивними механізмами рослин, які намагаються компенсувати негативний вплив зовнішніх чинників. За інтегрованої системи захисту найвищий вміст білка у зерні пшениці ярої – 15,15% одержали за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{90}K_{90}$ до сівби та в підживлення N_{45} на 30 та N_{45} на 48 стадіях розвитку за ВВСН на фоні заробляння побічної продукції попередника, за вмісту на варіанті без добрив – 11,83%.

Найвищий вміст білка за мінімальної системи захисту – 14,86% отримали на фоні заробляння побічної продукції попередника за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{80}K_{80}$ до сівби і в підживлення N_{60} на 30 та N_{30} на 48 стадіях розвитку.

Найбільший вміст клейковини – 25,31% та найвищий її збір – 1,10 т/га одержали за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{90}K_{90}$ до сівби на фоні заробляння побічної продукції попередника і підживлення N_{45} на 30 та N_{45} на 48 стадіях розвитку за ВВСН за інтегрованої системи захисту. Застосування мінеральних добрив у поєднанні з азотними підживленнями у критичні стадії розвитку щодо контролю (без добрив) сприяло підвищенню якості зерна, зокрема вмісту у ньому білка та клейковини. Додаткове підживлення у критичні стадії розвитку рослин забезпечило надходження поживних речовин у критичні періоди, коли відбувається формування генеративних органів та виповнення зерна. Це важливо для досягнення високих показників якості, оскільки в ці періоди рослини найбільш чутливі до дефіциту живлення.

Таблиця 2. Якість зерна пшениці м'якої ярої залежно від елементів технології вирощування, 2021–2023 рр.

Варіанти* удобрення	Показники якості зерна за системи захисту*											
	Маса 1000 зерен, г		Натура г/л		Білок				Клейковина			
					вміст, %		збір, т/га		вміст, %		збір, т/га	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Без добрив (контроль)	34,1	35,2	762	760	11,95	11,83	0,26	0,30	22,22	22,64	0,49	0,58
Органічне добриво (2,0 л/га, на 48 _(ВВСН))	35,2	36,5	858	857	12,94	12,23	0,32	0,33	22,60	22,32	0,56	0,61
P ₃₀ K ₃₀ N ₃₀ + N _{15(IV)} + орг. добриво (2,0 л/га, на 48 _(ВВСН))	36,4	38,3	855	858	13,38	13,20	0,39	0,44	22,44	22,74	0,65	0,76
P ₃₀ K ₃₀ N ₃₀ + N ₁₅ на 30 _(ВВСН)	36,5	38,6	860	858	13,76	14,09	0,41	0,47	24,73	23,64	0,74	0,80
P ₆₀ K ₆₀ N ₃₀ + N ₃₀ на 30 _(ВВСН) + N ₃₀ на 48 _(ВВСН)	36,0	37,9	858	862	14,54	14,70	0,49	0,58	25,06	23,80	0,84	0,94
P ₈₀ K ₈₀ N ₅₀ + N ₅₀ на 30 _(ВВСН) + N ₅₀ на 48 _(ВВСН)	36,4	37,5	855	862	14,86	14,67	0,53	0,60	25,02	25,01	0,89	1,02
P ₉₀ K ₉₀ N ₄₅ + N ₄₅ + N ₄₅ на 30 _(ВВСН) + N ₄₅ на 48 _(ВВСН)	36,4	39,3	858	862	14,36	15,15	0,55	0,66	24,89	25,31	0,96	1,10

Примітка. I – мінімальна система захисту; II – інтегрована система захисту.

*На всіх варіантах зароблена побічна продукція попередника (соя).

На контрольному варіанті (без добрив) маса 1000 зерен становила 34,1 г за мінімальної системи захисту і 35,2 г за інтегрованої. Це найнижчі показники, що свідчить про негативний вплив відсутності добрив на формування зерна. Найвищий показник маси 1000 зерен 39,3 г отримали на фоні заробляння побічної продукції попередника за внесення N₄₅P₉₀K₉₀ до сівби і в підживлення N₄₅ на 30 та N₄₅ на 48 стадіях розвитку за інтегрованої системи захисту.

За технології, де вносили органічне добриво зі стимулювальним ефектом на 48 стадії розвитку маса 1000 зерен зростала до 35,2 г за мінімальної системи захисту і до 36,5 г – за інтегрованої. Це вказує на позитивну дію органічних добрив на формування зерна. Поєднання мінеральних добрив і органічного добрива дало значний приріст маси зерна – до 36,4 г за мінімальної системи захисту та до 38,3 г – за інтегрованої, що підтверджує важливість комплексного живлення для поліпшення якості продукції.

За технології, яка передбачала внесення P₉₀K₉₀N₄₅ до сівби на фоні заробляння побічної продукції попередника і підживлення N₄₅ на 30 та N₄₅ на 48 стадіях розвитку за ВВСН одержали найвищу масу 1000 зерен пшениці ярої сорту Танок, яка становила 36,4 г за мінімальної системи захисту та 39,3 г за інтегрованої системи захисту. Приріст маси 1000 зерен 2,9 г

свідчить про значний вплив застосування мінеральних добрив у поєднанні з ефективною системою захисту на формування якісного зерна культури.

Натура зерна також підвищується за внесення добрив порівняно з контролем. Різниця між варіантами із застосуванням органічного добрива зі стимулювальним ефектом є менш виражена. У більшості випадків натура зерна за обох систем захисту варіювала в межах від 855 до 862 г/л. Високі показники натури зерна – 862 г/л отримали на варіантах технології за внесення до сівби N₃₀P₆₀K₆₀ та в підживлення N₃₀ на 30 та N₃₀ на 48 стадіях розвитку, до сівби N₄₅P₉₀K₉₀ та в підживлення N₄₅ на 30 і N₄₅ на 48 стадіях розвитку за ВВСН. У результаті досліджень встановлено позитивний вплив застосування мінеральних добрив у поєднанні з органічним як стимулятора росту на якість пшениці м'якої ярої, зокрема збільшення маси 1000 зерен, натури, вмісту білка та клейковини у зерні. Особливо виражений ефект спостерігається за використання інтегрованої системи захисту, що вказує на доцільність використання комплексного підходу до живлення та захисту рослин пшениці ярої м'якої.

Висновки

Отже, застосування мінеральних добрив, органічного добрива зі стимулювальним ефектом, інтегрованої системи захисту посівів та заробляння побічної

продукції попередників є невід’ємними складовими технології вирощування пшениці м’якої ярої. Позакореневі підживлення рослин на критичних стадіях їх росту і розвитку сприяє підвищенню врожайності, та покращанню якості зерна.

Найвищий рівень продуктивності пшениці м’якої ярої сорту Танок – 4,35 т/га зерна 1 класу якості одержали за технології, яка передбачала обробку насіння

органічним добривом зі стимулювальним ефектом, заробляння побічної продукції попередника, внесення мінеральних добрив в основне удобрення ($N_{45}P_{90}K_{90}$) та підживлення (N_{45} на ВВСН 30 і 48) у поєднанні з інтегрованою системою захисту. Отримані результати свідчать про ефективність комплексного застосування технологічних прийомів вирощування пшениці м’якої ярої за зміни кліматичних умов.

ЛІТЕРАТУРА

1. Börner, A., et al. Genetic and environmental influences on the yield potential of wheat. *Field Crops Research*. 2016. 201. С. 37–44.
2. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Едельвейс, 2014. 331 с.
3. Пшениця. Технічні умови: ДСТУ 3768:2019 [чинний від 10.06.2019]. (Національний стандарт України). Київ: Держспоживстандарт України, 2019. 15 с.
4. Каленська С.М., Шутий О.І. Формування продуктивності та якості пшениці твердої ярої залежно від мінерального живлення у Правобережному Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 3. С. 19–24.
5. Коваленко, В.І., Баглай, В.А. Хлібопекарські властивості пшениці ярої. Київ: Аграрна наука, 2015. С.42–45.
6. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Івашук П.В., Корнійчук О.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / за ред. В.В. Лихочвора і В.Ф. Петриченка. 3-тє вид., виправ., допов. Львів: НВФ «Українські технології», 2010. 1088 с.
7. Сидоренко О.С. Вплив біостимуляторів на продуктивність пшениці ярої. Київ: Аграрна наука, 2021. С.25–29.
8. Суденко В.Ю., Лісковський С.Ф., Кавунець В.П. Урожайність пшениці м’якої ярої залежно від основних елементів технології вирощування. *Миронівський вісник*. 2017. Вип. 5. С. 217–224.
9. Шевчук, О.П. Ефективність використання мінеральних добрив у вирощуванні пшениці ярої. *Вісник агрономії*. 2018. 21. С.17–20.
10. Юла В.М., Дрозд М.О. Продуктивність пшениці м’якої ярої за адаптивних технологій вирощування в північному Лісостепу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук»*. 2020. Вип. 1–2. С. 98–109.
11. Юла В.М., Дрозд М.О. Вплив погодних умов та удобрення на продуктивність пшениці твердої ярої в північній частині Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 4. С. 23–27.
12. Юла В.М., Дрозд М.О. Ефективність застосування біостимуляторів росту в технології вирощування пшениці ярої в Північному Лісостепу. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2021. Вип. 2(2) С. 47–54.

REFERENCES

1. Börner, A., et al. (2016). Genetic and environmental influences on the yield potential of wheat. *Field Crops Research*, 201, 37–44 [in English].
2. Ieshchenko V.O. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii*. Kyiv:Edelveis. 331 p. [in Ukrainian].
3. Pshenytsia. (2019). *Tekhnichni umovy: DSTU 3768: 2019 [chynnyi vid 10.06.2019]*. (Natsionalnyi standart Ukrainy) Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 15 p. [in Ukrainian].
4. Kalenska S. M., Shutyi O. I. (2016). *Formuvannia produktyvnosti ta yakosti pshenytsi tverdoi yaroї zalezno vid mineralnogo zhyvlennia u pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy*. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 19–24 [in Ukrainian].
5. Kovalenko, V. I., & Bahlai, V. A. (2015). *Khlibopekarski vlastyivosti pshenytsi yaroї*. *Ahrarna nauka*. p. 42–45 [in Ukrainian].
6. Lykhochvor V.V., Petrychenko V.F., Ivashchuk P.V., Korniiichuk O. . (2010). *Roslynyystvo. Tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur / za red. V.V. Lykhochvora i V.F. Petrychenka*. 3-ye vyd., vyprav., dopov. Lviv: NVF «Ukrainski tekhnolohii». 1088 p. [in Ukrainian].
7. Sydorenko, O.S. (2021). *Vplyv biostymuliatoriv na produktyvnist pshenytsi yaroї*. *Ahrarna nauka*. p.25–29 [in Ukrainian].

8. Suddenko V. Yu., Liskovskyi S. F., Kavunets V. P. (2017). Urozhainist pshenytsi miakoi yaroi zalezno vid osnovnykh elementiv tekhnologii vyroshchuvannia. *Myronivskiy visnyk*, 5, 217–224 [in Ukrainian].
9. Shevchuk, O. P. (2018). Efektyvnist vykorystannia mineralnykh dobryv u vyroshchuvanni pshenytsi yaroi. *Visnyk ahronomii*, 21, 17–20 [in Ukrainian].
10. Yula V.M., Drozd M.O. (2020). Produktivnist pshe-nytsi miakoi yaroi za adaptivnykh tekhnologii vyroshchuvannia v pivnichnomu Lisostepu. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovoho tsentru «Instytut zemlerobstva Natsionalnoi akademii ah-rarnykh nauk»*, 1–2, 98–109 [in Ukrainian].
11. Yula V. M., Drozd M. O. (2015). Vplyv pohodnykh umov ta udobrennia na produktivnist pshenytsi tvr-doï yaroi v pivnichnii chastyni Lisostepu. *Visnyk ah-rarnoi nauky*, 4, 23–27 [in Ukrainian].
12. Yula V.M., Drozd M.O. (2021). Efektyvnist zastosu-vannia biostymulatoriv rostu v tekhnologii vyrosh-chuvannia pshenytsi yaroi v pivnichnomu Lisostepu: *Zemlerobstvo ta roslynnytstvo: Teoriia i praktyka*, 2(2) 47–54 [in Ukrainian].

Yula V.M., Drozd M.O.

Aspects of increasing productivity of soft spring wheat in the Northern Forest-Steppe

Aim. The purpose of the research is to study the agrotechnological aspects of increasing the productivity of soft spring wheat in the conditions of the Northern Forest-Steppe of Ukraine in the context of climate change. Research is aimed at optimizing spring wheat cultivation technology based on the use of modern fertilization systems, growth stimulants and plant protection agents. Special attention is paid to determining the influence of growing conditions on the productivity of spring wheat and adapting agrotechnological techniques to ensure stable and high yields of this crop under climate changes. **Methods.** The research program included the following methods: field, biometric and measuring-weighing, laboratory, comparative-calculating, as well as mathematical-statistical. **Results.** It was established that for the cultivation technology, which provided for the treatment of seeds with an organic fertilizer with a stimulating effect, the application of $N_{45}P_{90}K_{90}$ before sowing and for N_{45} at the 30th and 48th stages of development according to BBCH against the background of earning by-products of the predecessor and the application of integrated crop protection on average for 2021–2023 obtained the highest yield of soft spring wheat at the level of 4.35 t/ha. The yield increase for this technology compared to the control was 1.80 t/ha. The complex application of elements of the technology of growing soft spring wheat affected both the yield and quality indicators of the grain. In particular, the content of crude protein was 15.15%, crude gluten – 25.31%, which corresponds to the first quality class in accordance with the requirements of DSTU 3768:2019. **Conclusions.** It was established that mineral fertilizers, plant growth stimulators, crop protection systems and by-products of precursors are integral components in the technology of growing soft spring wheat. On average, for 2021–2023, the effect of using mineral fertilizers was 0.18–1.80 t/ha, depending on the level of fertilization and the crop protection system. Optimization of nutrition, in particular, the introduction of mineral and organic fertilizers with a stimulating effect, helps plants to adapt to stressful conditions, increasing their productivity under changing climatic conditions.

Key words: mineral fertilizer; organic fertilizer; by-product of the predecessor; productivity, spring wheat, protection system, growth stimulator, growing technology.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Юла В.М., кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу технологій зернових колосових культур, ННЦ «ІЗ НААН», e-mail tehnosntensiv@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7298-9522.

Yula V.M., Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Head of Department of Cereal Spiked Crops Technologies, NSC «Institute of Agriculture NAAS», e-mail tehnosntensiv@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7298-9522.

Дрозд М.О., кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник відділу технологій зернових колосових культур, ННЦ «ІЗ НААН», e-mail drozdu2018@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6078-0120.

Drozd M.O., Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of Department of Cereal Spiked Crops Technologies, «Institute of Agriculture NAAS», e-mail drozdu2018@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6078-0120.

Надійшла 25.06.2024

ОСНОВНІ ХВОРОБИ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ТА ЗАСТОСУВАННЯ БІОФУНГІЦИДІВ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Т.М. Райчук

ННЦ «ІЗ НААН» (с-ще Чабани, Україна)

Мета. Визначити найбільш поширені хвороби пшениці ярої, що вирощувалась в умовах Північного Лісостепу та виявити найефективніші біопрепарати, які використовувались в досліді, проти хвороб пшениці ярої. **Методи.** Експериментальні дослідження проводили протягом 2021–2024 рр. в умовах Північного Лісостепу у польових дослідках відділу захисту рослин ННЦ «ІЗ НААН» с-ще Чабани, Фастівського р-ну Київської обл. **Об'єкт дослідження:** пшениця яра сорт Рання 93. **Погодні умови років досліджень** сприяли розвитку хвороб. **Результати.** В результаті обстежень посівів були виявлені: борошниста роса (*Blumeria graminis* (DC.) Speer. (BLUMGR), септоріоз листя (*Septoria tritici* Roberge ex Desm. (SEPTTR), септоріоз колоса (*Septoria nodorum* (Berk.) Berk (SEPTNO), піренофороз (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler) та кореневі гнилі (*Fusarium* (FUSASP), *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker (BIPOSO), *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx&D.L.Olivier (GAEUGR), *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton (PSEUHE), альтернаріоз (*Alternaria* spp.) (ALT), фузаріоз (*Fusarium* spp.) (FUSASP), бура іржа *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. ex Desm (*P. triticina* Erikss). **Висновки.** Вегетаційні періоди 2021–2024 рр. були сприятливі для розвитку хвороб пшениці, але ефективність біологічних препаратів у період вегетації пшениці ярої була низька та наприкінці вегетації становила менше 30%. Обліки, проведені після трьох обробок, показали, що істотної ефективності щодо контролю, у варіантах із застосуванням різних біопрепаратів на основі різних діючих компонентів не має. Під час застосування біопрепаратів упродовж вегетації на пшениці ярій отримали врожай на 0,1–0,9 т/га більший, ніж на контролі. Найбільший приріст урожаю був у варіанті із застосуванням суміші препаратів Споразин 2 л/га + Фітофіт 0,05л/га + Біостимікс 0,5 л/га + Ксампан 0,25 л/га, Споромак Т 1- 2 кг/га + Споромак В 2 кг/га + Ксампан 0,25 л/га. Тому, збережений урожай свідчить про те, що обробка посівів пшениці ярої біопрепаратами має позитивний вплив на рослини. Отже, використання біофунгіцидів у захисті пшениці ярої потребує подальших досліджень, і вивчення проблеми захисту залишається актуальним.

Ключові слова: пшениця яра, збудники хвороб, фітосанітарний стан, септоріоз, борошниста роса, піренофороз, кореневі гнилі.

Вступ. У 2022 р. Україна посідала 20 місце у світі та 12 місце в Європі за площею земель, зайнятих під органічним сільським господарством. З кожним роком Україна посилювала свої позиції на світовому ринку, спостерігалась позитивна динаміка розвитку [1]. Однак, військові дії, які розпочала Російська Федерація проти України, істотно вплинули на всю галузь сільськогосподарського виробництва, було втрачено велику кількість земель (угідь) внаслідок анексії та захоплення, а на деяких наразі ведуться військові дії.

В Україні пшеницю яру вирощують, як страхову культуру, і залежить це від умов перезимівлі озимих

культур. Важливе значення ця культура має на площах, де спостерігається осіння ґрунтова посуха, і через це господарства не висіяли пшеницю озиму [2]. Пшениця яра в 2–2,5 раза дає менший урожай, ніж озима (в середньому 1,3–1,5 т/га). Хоча ярі сорти не такі врожайні, але скоростиглість та висока якість зерна робить цю культуру особливо цінною.

Отримання високих урожаїв зернових колосових культур неможливе без ефективної системи захисту. Пшениця яра може уражатися широким спектром хвороб, збудниками яких можуть бути віруси, бактерії, але найчастіше це грибові хвороби. В системі

захисних заходів домінуючим поки що залишається хімічний метод, але через широке використання пестицидів спостерігається розвиток стійких рас шкідливих організмів, і найголовніше, що це негативно впливає на корисну фауну, флору та людину, відбувається забруднення навколишнього середовища [3; 4].

Для захисту рослин від хвороб широко застосовують мікробні препарати на основі штамів із різних фізіологічних груп мікроорганізмів. Використання біологічних препаратів є основою стратегічного еколого-біологічного заходу контролю шкідливих організмів у посівах сільськогосподарських культур за органічного землеробства [5; 6]. Питання вивчення структури патогенного комплексу агроценозів пшениці ярої в органічному землеробстві та розробка заходів боротьби з поширеними хворобами цієї культури є дуже актуальними. Розробляються економічно та екологічно обґрунтовані заходи, які повинні органічно «вписуватися» в сучасну технологію вирощування с.-г. культури і в комплекс заходів щодо захисту від інших шкідливих об'єктів, але наразі їх недостатньо для впровадження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У 2024 р. пшениці ярої було посіяно 249 тис. га, що на 23% більше, ніж у попередньому році. Київська обл. цього року вийшла в лідери за площею пшениці ярої, засіявши 32,2 тис. га і обігнавши минулорічного лідера – Дніпропетровщину (31,03 тис. га) [7].

До основних сучасних заходів захисту сільськогосподарських культур відносять застосування мікробіологічних засобів, імуно- і рістрегуляторів, активаторів корисної мікрофлори, агротехнічні прийоми.

Дедалі частіше вчені обговорюють тему про систему майбутнього сільського господарства – *furtherers*. Мова йде про агроєкосистеми, які використовують органічні й зелені добрива, компости, солону, комплекс ефективних мікроорганізмів (ЕМ-технології) і препаратів на їх основі, відновлять і покращать родючість ґрунтів і забезпечать рослини і людей здоровою їжею [8].

У своїх працях Віннюков О.О. та інші автори зазначають, що сільськогосподарські виробники починають міркувати над проблемою екології та негативного хімічного баласту, який вони вносять за надмірної інтенсифікації. Основними перевагами всіх перерахованих систем землеробства, які об'єднані під назвою альтернативних, перед традиційним землеробством є висока якість сільськогосподарської

продукції, зменшення забруднення середовища та антропогенного навантаження на ґрунти, але поряд з перевагами традиційних, альтернативні мають низьку недоліків, головним з яких є зменшення рівня врожайності [9; 10].

Шевніков Д.М. у своїх працях переконує, що під час ведення органічного землеробства більш ефективними в боротьбі зі шкідниками і хворобами є використання суміші біологічних препаратів захисної дії. Він вважає, що сполучення різних препаратів може забезпечувати більш широкий спектр дії та більш тривалу захисту для рослин. Тому, комбінування препаратів дає змогу зменшити ризик розвитку резистентності шкідників до одного конкретного засобу захисту. Це може бути більш економічно вигідним, оскільки використання одного препарату безсумнівно може бути недостатньо ефективним і вимагати багаторазового обприскування [11]. На ефективність біологічних препаратів значно впливають такі чинники: опади, температура, сонячне освітлення, антимікробна реакція рослин, неякісна обробка.

Багато питань щодо використання біофунгіцидів у захисті пшениці ярої в органічному землеробстві досліджено недостатньо. Наші дослідження спрямовані на пошук ефективних біопрепаратів та їх сумішей, що сприятиме збільшенню рівню захисту пшениці ярої, і дасть змогу зменшити кількість обробок за вегетації.

Матеріали та методи досліджень. Експериментальні дослідження проводили протягом 2021–2024 рр. в умовах Північного Лісостепу у польових дослідах відділу захисту рослин ННЦ «ІЗ НААН» с-ще Чабани, Фастівського р-ну Київської обл. Досліди дрібноділянкові. Площа дослідних ділянок – 15 м² кв. м, повторність – 3-кратна.

Ґрунти в досліді темно-сірі, опідзолені, крупнопилуваті, легкосуглинкові. Вміст гумусу – 1,6–2,0%, рН_{сол} – 5,8–6,0, гідролітична кислотність – 2,15 мг-екв./100 г ґрунту.

У досліді використовували сорт пшениці ярої Рання 93 виведений Інститутом землеробства УААН, високоадаптивний, придатний для сівби та «ремонт» зрідженої пшениці озимої. Сорт посухостійкий, середньоранній 87–95 днів, стійкий до ураження основними хворобами, осипання, проростання зерна в колосі, вилягання. Цінний за якістю зерна. Вміст білка в зерні 12,3–13,2%, сирі клейковини – 20–30%. Норма висіву на 1 га – 4,5–5,0 млн/шт. насінин.

Рекомендований для вирощування в зонах Полісся й Лісостепу України.

Проти хвороб проводили три обприскування: перше – у фазі трубкування, друге – прапорцевого листка, третє – у фазі молочно-воскової стиглості.

Облік хвороб пшениці ярої здійснено за методами, викладеними в посібниках: «Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур» (за ред. Омелюти В.П.) [12], «Методики випробування і застосування пестицидів» (за ред. проф. С.О. Трибеля) [13].

Виділення збудників хвороб із рослин, їх визначення та дослідження проведені за методиками Білай В.Й. [14], згідно з методичними вказівками з експериментальної мікології і фітопатології: «Методи експериментальної мікології» (1982) [15].

Дослідження з виявлення ефективності дії біологічних препаратів було здійснено відповідно до методик, викладених у посібниках «Методики випробування і застосування пестицидів» за ред. проф. С.О. Трибеля [13] та «Реєстраційні випробування фунгіцидів у сільському господарстві» (2013) [16].

Схема досліду включала варіанти обробки вегетуючих рослин біологічними препаратами фунгіцидної дії. Опис препаратів та їх діючі речовини наведені в табл.1.

Результати та їх обговорення. Істотний вплив на розвиток хвороб мали погодні умови, а саме температура, вологість, кількість та характер опадів. На початку весняно-літнього періоду 2021 р. температура повітря була близькою або нижчою від норми з дощами та грозами. Літній період характеризувався теплим, часом спекотним із нерівномірними опадами в окремі дні короткочасними дощами зливого характеру.

Погодні умови першої та другої декади квітня 2021–2024 рр. були сприятливі для проведення сівби пшениці ярої. Прохолодна погода квітня 2022 р. (в середньому за місяць ГТК 4,5) та третя декада травня (ГТК 1,1) короткотривалі дощі зливого характеру вплинули на розвиток борошнистої роси та септоріозу. В той самий час підвищені температури та знижена вологість повітря в червні (ГТК 0,5) призвели до прискореного проходження фенологічних фаз пшениці ярої. Наприкінці червня у посівах відмічалася молочна стиглість зерна, що на два тижні раніше середніх багаторічних строків. Зерно пшениці ярої у третій декаді липня досягло повної стиглості у строки близькі до середніх багаторічних.

Перші ознаки борошнистої роси в 2022 р. були виявлені на листках пшениці ярої на початку травня, тоді розвиток хвороби був незначним до 1%, поширення становило 20–50%. У фазі виходу в трубку (29-30 ВВСН) розвиток септоріозу становив – 1,5–2%, поширення – 10–18, борошнистої роси розвиток – 3–8, поширення – 30–50%. У фазі прапорцевого листка розвиток борошнистої роси становив у середньому 21,6% поширеність – 87,3, розвиток септоріозу листків – 2,9, поширення – 18%. У фазі цвітіння розвиток борошнистої роси був 39,2%, поширення 90, септоріозу відповідно 7,2, 30%. У фазі формування зернівки розвиток борошнистої роси сягав 47,3%, поширення – 93, розвиток септоріозу у цій фазі був 10, поширення – 37%. Розвиток септоріозу колоса був незначним – до 1%, збудника альтернаторіозу виділено також його поширення становило 30, а розвиток – 1,5%.

Погодні умови 2023 р. сприяли розвитку септоріозу та борошнистої роси, піренофорозу на посівах пшениці ярої. Перші ознаки борошнистої роси, септоріозу, піренофорозу були виявлені на листках пшениці ярої наприкінці травня – початку червня. В фазі прапорцевого листка розвиток хвороб становив: борошнистої роси та септоріозу – 3-4%, поширення – 50–60, піренофорозу – 0,1-2 (поширення 50%). У фазі колосіння розвиток борошнистої роси сягав у середньому 3,7% поширеність – 60%. Розвиток септоріозу листків був у межах – 3–4,5%, піренофорозу – від 0,5 до 2, з поширенням – 20%.

У фазі цвітіння (20.06.2023) розвиток борошнистої роси був 4-5, септоріозу 3,5–4%, поширення – 70–80%. Розвиток піренофорозу становив 3%.

Розвиток септоріозу колоса – до 15%, фузаріозу – до 5 (поширення 10–15%). Також на колосі спостерігали розвиток альтернаторіозу, його поширення становило 90%, а розвиток – 1,5–5%.

У 2024 р. перші ознаки борошнистої роси, септоріозу були виявлені на листках пшениці ярої наприкінці травня – початку червня. В фазі прапорцевого листка розвиток хвороб борошнистої роси та септоріозу сягав – 3–5%, поширення – 50–60%. У фазі колосіння розвиток борошнистої роси становив у середньому 5,8% поширеність – 60%, розвиток септоріозу листків був у межах – 3–5,3%. У фазі цвітіння розвиток борошнистої роси сягав 10–15%, септоріозу 20%, поширення 80–90% відповідно. Розвиток піренофорозу становив 1% з поширенням 5%.

Таблиця 1. Назви препаратів, використаних у досліджах та їх характеристика

№ п/п	Назва препарату та норма витрати	Діюча речовина та її вміст
1	Триходермін, р., 10 мл/т	Гриб-антогоніст <i>Trichoderma lignorum</i> з титром $2,0 \times 10^9$ клітин в 1 мл
2	Гаупсин, р., 0,5 мл /10 кг	Клітини <i>Pseudomonas aureofaciens</i> В-111 та В-306, титр життєздатних клітин 1×10^4 /мкг препарату
3	Амалгерол,ЕВ (1-2л/т)	Екстракт морських водоростей – 300 г/л, екстракт рослин – 200 г/л, (N загальний – 5,0 г/л, P ₂ O ₅ – менше 0,1 г/л, K ₂ O – 5,0 г/л)
4	ЕМ - агро+ЕМ-5, р., 0,5-5 л/га	ЕМ-агро: субстанція живих культур : молочно-кислі, фотосинтезувальні, азотфіксувальні, дріжджі, актиноміцети, меляса цукрової тростини, вода + ЕМ-5:меляса цукрової тростини, вода, алкоголь, часник, оцет, гострий перець
5	Споромакс В (2 кг/га)	Спори бактерій <i>Bacillus subtilis</i> та продукти їх метаболізму: фітогормони, антибіотики, вітаміни. Загальний титр не менше 109 КУО/мл
6	Споромакс Т (1-2 кг/га)	Комплекс штамів <i>Trihoderma harzianum</i> та продукти їх метаболізму: целюлозолітичні ферменти, фітогормони, антибіотики, вітаміни Загальний титр не менше 107 КУО/мл
7	Споразин (2 л/га)	<i>Pseudomonas aureofaciens</i> Mb-24 (ІМВ В-7559), <i>Pseudomonas aureofaciens</i> Mb-17 (ІМВ В-7558), <i>Bacillus subtilis</i> BT-7 (ІМВ В-7349) загальний титр не менше 3×10^8 КУО/мл
8	Фітофіт 0,05л/га	Водно-етанольний концентрат біологічно активних речовин культуральної рідини та біомаси штаму-продуценту <i>Streptomyces netropsis</i>
9	Біостимікс 0,5 л/га	Органо-мінеральне добриво в складі мікробних культур (<i>Bacillus myloliguesfaciens</i> В-7099, <i>Pseudomonas aureofaciens</i> В-7096), гуматів та природного прилипача
10	Фітодоктор 10 л/т	Біологічний фунгіцид широкого спектра дії для профілактики та лікування комплексу хвороб. Живі клітини та спори бактерії <i>Bacillus subtilis</i> вдосконаленого штаму BS 323 з титром живих клітин не менше 5×10^9 КУО/мл та продукти їх метаболізму: фітогормони, амінокислоти, антибіотики

Треба зазначити, що у 2021–2024 рр. інтенсивність розвитку кореневої гнилі на усіх етапах обстежень була невисокою, в межах 0,5–2,0 балів за обліковою шкалою, де 0 – відсутність ураження, а 4 – максимальний бал ураження (табл. 2). З наведених у табл. 2 даних видно, що основними домінуючими хворобами впродовж 4 років були борошниста роса та септоріоз. Інтенсивний розвиток бурої іржі спостерігали в 2024 р. На відміну від 2024 р. в 2023 р. її розвиток був зовсім незначним до 4% (наприкінці вегетації). Епіфітотійного розвитку альтернاریозу, септоріозу колоса, піренофорозу не спостерігали.

Технічна ефективність біологічних фунгіцидів проти борошнистої роси становила 3,7–18,5%, проти септоріозу 24,1–37,9%. Була вищою за використання Амалгерол, ЕВ (1-2л/т) (насіння + обробка – прапорцевий листок (2л/га), та суміші препаратів Споразин

2 л/га + Фітофіт 0,05л/га+ Біостимікс 0,5 л/га+ Ксампан 0,25 л/га, Споромакс Т1 – 2 кг/га + Споромакс В – 2 кг/га + Ксампан 0,25 л/га – в середньому 37%. Обліки, проведені після трьох обробок, показали, що істотної ефективності щодо контролю, у варіантах із застосуванням різних біопрепаратів на основі різних діючих компонентів не має. Ефективність препаратів становила менше 35–38%.

Обробка біологічними препаратами проводилась для підвищення імунітету та проти хвороб. Обліки, проведені після обробок, показали, що істотної ефективності щодо контролю, у варіантах із застосуванням різних біопрепаратів та інокулянтів на основі різних діючих речовин не має.

За обробки насіння біологічними препаратами розвиток корневих гнилей у 2022 р. був у межах 0,5–1%, поширеність – 10–15%. Найбільша технічна

Таблиця 2. Розвиток найпоширеніших хвороб пшениці ярої ННЦ «ІЗ НААН» (середнє за 2021–2024 рр.), %

Хвороби	Фази розвитку						ЕПШ, %
	Кущення	Трубкування	Прапорцевий листок	Цвітіння	Налив зерна	Формування зернівки	
Борошниста роса	0,8	5	8,7	22,5	41,5	44,3	15–20
Септоріоз листіків	0,1	1,8	3,4	7,2	10,0	20,7	15–20
Септоріоз колоса	0	0	0	0	0	1,5	5
Альтернاریоз колоса	0	0	0	0	0	1,6	5
Піренофороз*	0	0	2,6	3,8	1,8	2,2	3-5
Бура іржа*	0	0	0,6	3,5	6,1	9,6	10
Кореневі гнилі	0,1	0,3	1,4	0,7	1,2	1,8	15

Примітка. Прояв піренофорозу та бурої іржі був у 2023-2024 рр.

ефективність 80,0% була за використання біопрепаратів Фітодоктор 10 л/т, Споромакс В 2 кг/га, Споразин 2 л/га, Споразин 2 л/га + Фітофіт 0,05л/га + Біостимікс 0,5 л/га+ Ксампан 0,25 л/га, Споромакс Т1-2 кг/га + Споромакс В – 2 кг/га + Ксампан 0,25 л/га; 68% за застосування Споромакс Т 1–2 кг/га, 60% – Гаупсин М, р., 0,5 мл/10 кг, 52% – Біостимікс 0,5 л/га. Технічна ефективність деяких біологічних препаратів та їх сумішей була достатньо високою, що пов'язано з незначним розвитком корневих гнилей та їх поширенням.

Встановлено, що під час застосування біологічних препаратів урожайність пшениці ярої була в межах 2,2–3,4 ц/га, тоді як на контролі 2,1 ц/га (табл. 3). Застосування біофунгіцидів сприяло підвищенню врожайності в середньому на 0,1–3 т/га, порівняно з контролем (2,1 т/га). У варіантах із застосуванням суміші біопрепаратів Споразин 2 л/га + Фітофіт 0,05л/га + Біостимікс 0,5 л/га + Ксампан 0,25 л/га та Споромакс Т 1 – 2 кг/га + Споромакс В 2 кг/га + Ксампан 0,25 л/га урожайність була найбільша, приріст становив 0,9 т/га і 0,7 т/га відповідно.

Таблиця 3. Вплив препаратів на врожайність пшениці ярої (середнє за 2021–2024 рр.)

№	Препарат, норма витрати	Урожайність, т/га	Збережений урожай, т/га
1	Контроль (вода)	2,1	–
2	Агробактерин 0,5 л/га (обробка – вихід в трубку)	2,2	0,1
3	Амалгерол,ЕВ (2л/га)	2,5	0,4
4	ЕМ – агро+ЕМ-5, р., 0,5-5 л/т (Зобробки)	2,2	0,1
5	Гаупсин, р., 10 л /га (обробка–вихід в трубку, прапорцевий листок)	2,6	0,5
6	Споромакс В 2 кг/га	2,4	0,3
7	Споромакс Т 1-2 кг/га	2,4	0,3
8	Споразин 2 л/га	2,2	0,1
9	Споразин 2 л/га + Фітофіт 0,05л/га + + Біостимікс 0,5 л/га+ Ксампан 0,25 л/га	3,0	0,9
10	Споромакс Т1- 2 кг/га + Споромакс В 2 кг/га + + Ксампан 0,25 л/га	2,8	0,7
НІР		0,2	–

ВИСНОВКИ

Вегетаційні періоди 2021–2024рр. були сприятливими для розвитку хвороб пшениці ярої. Згідно з отриманими результатами, усі біологічні препарати, що використовували в досліді істотно не стримували розвиток та поширення хвороб, але їх застосування давало приріст урожаю.

Встановлено, за застосування суміші біопрепаратів Споразин 2 л/га + Фітофит 0,05 л/га + Біостимікс 0,5 л/га +

Ксампан 0,25 л/га та Споромакс Т1-2 кг/га + Споромакс В 2 кг/га + Ксампан 0,25 л/га урожайність була найбільша, приріст становив 0,9 т/га та 0,7 т/га відповідно.

Отже, обробка посівів пшениці ярої біопрепаратами має позитивний вплив на рослини, про що свідчить збережений урожай. Тому, використання біофунгіцидів у захисті пшениці ярої потребує подальших досліджень, і вивчення проблеми захисту залишається актуальним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Квашук О.В. Органічне агровиробництво: освіта і наука: збірник матеріалів VII Міжнародної науково-практичної конференції (25 жовтня 2022 р.). Науково-методичний центр ВФПО. Київ, 2022. С.4–7.
2. Борисонік З.Б. Ярі колосові культури. Київ: Урожай, 2001. 176 с.
3. Тараріко О.Г. Біологізація та екологізація ґрунтозахисного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 1999. № 10. С. 5–9.
4. Білітюк А.П., Скурагівська О.В., Писаренко П.В. Біологізація технології – засіб підвищення урожаїв і якості зерна. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2007. № 3. С. 92–98. URL: https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2007/03/r2_3_2007.pdf.
5. Біологічні препарати проти хвороб зернових колосових культур / С. Ретьман, Г. Ткаленко, С. Михайленко. *Пропозиція*. Сучасні агротехнології із застосування біопрепаратів та регуляторів росту. 2015. С. 18–20.
6. URL: <https://superagronom.com/news/18976-dnipropetrovschina-postupilasya-liderstvom-z-virobnitstva-yaroyi-pshenitsi-kiyivschini>.
7. Brummer E.C. Plant breeding for harmony between agriculture and the environment. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2011. № 9. P. 561–568. DOI: 10.1890/100225 (date of access: 07.09.2021).
8. Baysal-Gurel F. Management of soil-borne diseases in organic vegetable production. ISE Workshop Jefferson City, Missouri, 04-05 June, 2013.
9. Вінюков О.О., Коробова О.М., Бондарева О.Б., Коноваленко Л.І. Використання біо- і ристрегу-

люючих препаратів для підвищення продуктивності та якості зерна ячменю ярого. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 3. С. 43–50.

10. Вінюков О.О., Бондарева О.Б., Коноваленко Л.І. Прогностична модель формування якості і екологічної безпеки продукції рослинництва в умовах техногенезу. Досягнення вітчизняної аграрної науки: історія, сучасний стан та перспективи розвитку : *матеріали Всеукраїнської наук. практ. Інтернет-конф. присвяченої 100-річчю Національної академії аграрних наук (15 листопада 2018 р.)* Херсон : Інститут зрошуваного землеробства НААН, 2018. С. 25–27.
11. Шевніков Д.М. Вплив мінеральних добрив та біопрепаратів на якість зерна пшениці твердої ярої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 4. С. 153–157.
12. Омелюта, В.П. Григорович І.В., Чабан С.В. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур. Київ: Урожай, 1986. 294 с.
13. Методики випробування і застосування пестицидів. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П., Іващенко О.О. та ін./ за ред. проф. С.О. Трибеля. Київ: Світ. 2001. 448 с.
14. Микроорганизмы – возбудители болезней растений (под ред. Билай В.И., Гвоздяк Р.И., Скрипаль И.Г. и др.). Киев: Наукова думка, 1988. 552 с.
15. Методы экспериментальной микологии: справочник. Киев: Наукова думка, 1982. 550 с.
16. Реєстраційні випробування фунгіцидів у сільському господарстві / Ретьман С.В. та ін./ за ред. С.В. Ретьмана, М.П. Лісового. Київ : Колобіг, 2013. 296 с.

REFERENCES

1. Kvashuk O. V. (2022). Orhanichne ahrovyrubnytstvo: osvita i nauka: zbirnyk materialiv VII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. Organic agricultural production: education and science:

collection of materials of the VII International Scientific and Practical Conference [Scientific and Methodological Center of the VFPO]. P. 4–7 [in Ukrainian].

2. Borisonik Z.B. (2001). Spring spiked crops. K.: Urozhay. 176 p. [in Ukrainian].
3. Biologization and ecologization of soil protection agriculture (1999). *Bulletin of Agrarian Science*, 10, 5–9 [in Ukrainian].
4. Bilitiuk A.P., Skurativska O.V., Pysarenko P.V. (2007). Biologization of technology – a means of increasing yields and quality of grain. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 92–98. URL: https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2007/03/r2_3_2007.pdf [in Ukrainian].
5. Retman S., Tkalenko G., Mykhaylenko S. (2015). Biologichni preparaty proty khvorob zernovykh kolosovykh kultur [Biological preparations against diseases of cereal spiked crops]. *Spetsvypusk zhurnalnykh Propozytsiia. Suchasni ahrotekhnologii iz zastosuvannia biopreparatav ta rehulatoriv rostu – Special issue of the journal Proposal. Modern agrotechnologies for the use of biological products and growth regulators*, 18–20 [in Ukrainian].
6. URL: <https://superagronom.com/news/18976-dni-propetrovschina-postupilasya-liderstvom-z-virobnitstva-yaroyi-pshenitsi-kiyivschini> [in Ukrainian].
7. Brummer E. C. (2011). Plant breeding for harmony between agriculture and the environment. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9, 561–568. DOI: 10.1890/100225 (date of access: 07.09.2021) [in English].
8. Baysal-Gurel F. (2013). Management of soil-borne diseases in organic vegetable production. ISE Workshop Jefferson City, Missouri (June 04–05) [in English].
9. Vinyukov O.O., Korobova O.M., Bondareva O.B., Konovalenko L.I. (2017). The use of bio- and growth-regulating preparations to improve the productivity and quality of spring barley grain. *Balanced nature management*, 3, 43–50 [in Ukrainian].
10. Vinyukov O.O., Bondareva O.B., Konovalenko L.I. (2018). Prohnostychna model formuvannia yakosti i ekolohichnoi bezpeky produktsii roslynnytstva v umovakh tekhnogenezu [Prognostic model of formation of quality and environmental safety of crop production in the conditions of technogenesis]. *Dosiahnennia vitchyznianoï ahrarnoi nauky: istoriia, suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku : mat. vseukrainskoi nauk. prakt. internet-konf. prysviachenoï 100-richchiiu Natsionalnoi akademii ahrarnykh nauk [Achievements of domestic agrarian science: history, current state and prospects for development: materials of the All-Ukrainian scientific and practical Internet conference dedicated to the 100th anniversary of the National Academy of Agrarian Sciences]* (pp. 25–27). Kherson: Institute of Irrigated Agriculture of NAAS [in Ukrainian].
11. Shevnikov D. M. (2013). Influence of mineral fertilizers and biological products on the quality of durum spring wheat grain. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 153–157 [in Ukrainian].
12. Omelyuta V.P., Grigorovich I.V., Chaban S.V. (1986). *Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur [Accounting of pests and diseases of agricultural crops]*. Kyiv: Urozhay. 294 p. [in Ukrainian].
13. Tribel S.O., Sigareva D.D., Sekun M.P., Ivashchenko O.O. (Ed.) (2001). *Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv [Methods of testing and application of pesticides]*. Kyiv: Svit. 448 p. [in Ukrainian].
14. IBilai V.I. (Ed.), Hvozdiak R.I., Skrypal I.G. (1988). *Mykroorhanyzmi – vzbudytely boleznei rastenyi [Microorganisms - causative agents of plant diseases]*. Kyiv: Scientific thought. 552 p. [in Russian].
15. *Methods of experimental mycology (1982). Handbook*. Kyiv: Naukova dumka. 550 p. [in Ukrainian].
16. Retman S.V. et al. (2013). Reiestratsiini vyprobuvannia funhitsydiv u silskomu hospodarstvi [Registration trials of fungicides in agriculture]. Kyiv: Kolobig. 296 p. [in Ukrainian].

Raichuk T.M.

The main diseases of spring wheat and the use of biofungicides in the northern Forest-Steppe of Ukraine

Aim. The purpose of the research was to identify the most common diseases of spring wheat grown in the Northern Forest-Steppe and to identify the most effective biological products used in the experiment against diseases of spring wheat. **Methods.** The experimental studies were conducted during 2021–2024 in the Northern Forest-Steppe in the field experiments of the Plant Protection Department of the National Research Center “Institute of Agriculture NAAS” in Chabany village, Fastiv district, Kyiv region. Object of research: spring wheat variety Rannia 93. Weather conditions during the years of research contributed to the development of diseases. **Results.** As a result of the crops’ inspections, the following diseases were detected: powdery mildew (*Blumeria graminis* (DC.) Speer. (BLUMGR), leaf septoria (*Septoria tritici* Roberge ex Desm. (SEPTTR), ear blight (*Sertoria nodorum*

(Berk.) Berk (SEPTNO), *pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler and root rot (*Fusarium* (FUSASP), *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker (BIPOSO), *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx & L.L.Olivier (GAEU-GR), *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton (PSEUHE), *Alternaria* spp.) (ALT), *Fusarium* spp. (FUSASP), brown rust *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. ex Desm (*P. triticina* Erikss). **Conclusions.** The growing seasons of 2021–2024 were favorable for the development of wheat diseases, but the effectiveness of biological products during the spring wheat growing season was low and at the end of the growing season was less than 30%. The surveys conducted after three treatments showed that there is no significant effectiveness in relation to the control in variants with the use of different biological products based on different active ingredients. When applying biological products during the growing season, spring wheat yielded 0.1-0.9 t/ha more than in the control. The highest yield increase was in the variant with the use of a mixture of Sporazin 2 l/ha + Phytophyt 0.05 l/ha + Biostimix 0.5 l/ha + Xampan 0.25 l/ha, Sporomax T 1- 2 kg/ha + Sporomax B 2 kg/ha + Xampan 0.25 l/ha. Thus, the preserved yield indicates that the treatment of spring wheat crops with biological products has a positive effect on plants. Therefore, the use of biofungicides in the protection of spring wheat requires further research, and the study of the protection problem remains relevant.

Key words: spring wheat, pathogens, phytosanitary condition, *Septoria tritici*, powdery mildew, yellow spot, root rot.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Райчук Т.М., кандидат сільськогосподарських наук, ННЦ «Інститут землеробства НААН України», e-mail: raichuk@ukr.net, ORCID:0000-0003-4332-7188.

Raichuk T.M., Candidate of Agricultural Sciences, the NSC «Institute of Agriculture of NAAS», e-mail: raichuk@ukr.net, ORCID:0000-0003-4332-7188.

Надійшла 03.06.2024

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ОЗИМОЇ ЗА ОРГАНІЧНОГО ВИРОЩУВАННЯ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

С.П. Шляхтурова, В.М. Юла, Д.С. Шляхтуров

ННЦ «ІЗ НААН» (с-ще Чабани, Україна)

Мета. Визначити вплив комплексного застосування технологічних факторів та засобів біологізації на особливості формування продуктивності пшениці спельти (озимої) за органічного вирощування і встановити найефективніше їх поєднання для максимальної реалізації генетичного потенціалу культури в умовах північної частини Правобережного Лісостепу. **Методи.** Польовий, лабораторно-аналітичний, розрахунковий, статистичний. **Результати.** Встановлено високу ефективність сидерального пару гірчиці ярої як попередника за вирощування спельти, що забезпечувало додатковий приріст урожаю на рівні 1,23–1,30 т/га, або 23,7–32,8%. Передпосівне оброблення насіння біопрепаратом залежно від попередника сприяло збільшенню врожайності культури на 8,6–12,7%, дворазове позакореневе обприскування посівів біодобривом – на 19,5–25,7%, а поєднання цих агрозаходів – на 23,2–32,3%. За вирощування після сидерального пару спельта формувала зерно зі вмістом клейковини на 0,6–1,0 % (абс.) більшим, ніж за вирощування після гірчиці на зерно. Застосування біопрепаратів впливало на приріст збору протеїну на 11,4–38,5%, клейковини – на 10,3–38,7% залежно від попередника. **Висновки.** Доведена необхідність комплексного застосування в технології органічного вирощування пшениці озимої спельти таких елементів, як заорювання сидерата і обробка насіння та посівів біопрепаратами удобрювальної, стимулювальної та фунгіцидної дії. Оптимальними параметрами елементів технології вирощування пшениці спельти озимої за органічної системи землеробства є поєднання передпосівної обробки насіння рістстимулювальним біопрепаратом (1,5 л/т) та позакореневого підживлення посівів добривом органічного походження (двічі по 1,5 л/га наприкінці кушення і у фазі трубкування). Таке поєднання технологічних елементів за вирощування культури після сидерату забезпечило отримання в середньому за роки досліджень 6,43 т/га зерна з вмістом протеїну 14,4% та клейковини 25,6%, а також 67,14 тис. грн/га прибутку за рентабельності 670%.

Ключові слова: біопрепарат, зерно, економічна ефективність, клейковина, попередник, протеїн, урожайність, якість.

Вступ. Технологічний та соціальний розвиток України пов'язаний із долученням держави до ініціатив Європейського Зеленого Курсу – законодавчих пропозицій, за допомогою яких ЄС планує досягти кліматичної нейтральності у 2050 р. [1]. У рамках цього Курсу Європейською комісією 14.07.2021 р. затверджено пакет ініціатив «Fit for 55», який передбачає скорочення викидів парникових газів щонайменше на 55% [2]. Частково означені проблеми вирішуються розробленням і впровадженням технологій органічного виробництва продукції.

Водночас унаслідок збройної агресії Російської Федерації перед сільським господарством України

виникла низка проблем, які необхідно терміново розв'язувати. Частково зруйновані або обмежені логістичні ланцюги експортно-імпортних операцій. Це призвело до обмеження обігових коштів у виробників та нестачі добрив, засобів захисту рослин, насіння і паливно-мастильних матеріалів. Тому господарювання на основі органічного землеробства, за якого окремі з наведених ресурсів використовуються в обмежених обсягах, а інші – взагалі заборонені, набуває великої актуальності як для підтримки окремих сільськогосподарських підприємств, так і для стабілізації вітчизняного аграрного сектору та забезпечення продовольчої безпеки держави.

Отже, Україна маючи високий потенціал, як з екологічної, так і з економічної точки зору, для збільшення площ під органічним сільським господарством, а також стратегічний курс на інтеграцію в ЄС, як член всесвітньої організації СОТ, може запропонувати світовому ринку органічну продукцію рослинництва та долучитись до виконання Європейського Зеленого Курсу.

Низка суворих вимог до виробництва сертифікованої органічної продукції робить виробництво традиційних для інтенсивного землеробства культур, зокрема пшениці м'якої, ризикованим і малорентабельним, що вимагає пошуку їх аналогів, вирощування яких в органічному землеробстві було б прибутковим та екологічно безпечним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковці-аграрії та виробники зернових, які працюють у галузі органічного землеробства, нині звертають увагу на пшеницю озиму спельту, яка може значною мірою задовольнити згадані вище вимоги. Так, Г.М. Господаренко, В.В. Любич [3] наголошують, що у країнах Європи продукти зі спельти вважаються дієтичними, використовуються в дитячих установах та закладах охорони здоров'я. Підвищена увага до спельти обумовлюється цінними харчовими й технологічними якостями, а саме: підвищеним до 21–25% вмістом білка в зерні, який має у своєму складі певні відміни від білка пшениці м'якої і тому придатний для харчування людей із важкими спадковими хворобами; високим вмістом вітамінів, наявністю в зерні мікополісахаридів [4], а також високими результатами органолептичних тестувань – хліб зі спельти має унікальний смак та завдяки достатній водоутримувальній здатності довго не черствіє.

Аналіз даних ФАО, проведений Л.М. Алавердян, О.П. Юдічева, О.В. Романенко [5] засвідчив, що в 2015 р. ціна на зерно органічної спельти піднялася від 800 до 2000 євро, на зерно неорганічної – від 500 до 1600 євро. Разом із тим, у 2015–2016 рр. унаслідок її перевиробництва, як в Україні, так і в країнах ЄС, ціна у розрахунку на тонну продукції знизилася майже вдвічі (до 220–250 євро за 1 т нешеретованої спельти), порівняно із попередніми роками і тримається, наголошують науковці, на цьому самому рівні й сьогодні.

Аналіз наукової літератури засвідчує, що наразі в Україні польових досліджень із визначення впливу елементів технології на ріст, розвиток і формування продуктивності культури в умовах органічного

землеробства проведено ще недостатньо. Хоча останнім часом з'явилися публікації, присвячені спельті, вони більшою мірою стосуються селекційної практики [6–8], висвітлюють харчові властивості зерна та продуктів його переробки [9], вплив погодних умов на продуктивність культури [10]. Зокрема, на Поліссі проведено дослідження стосовно стійкості спельти озимої до хвороб і формування продуктивності культури [11]. Його автори доводять, що позакореневе внесення біопрепаратів і біодобрих зумовило значне зниження ураження посівів спельти хворобами, підвищення врожайності культури залежно від препарату на 5,6–16,7%, покращення якісних показників зерна.

Дослідження з питань вивчення особливостей технології вирощування, функціонування рослин спельти, її стійкості до несприятливих чинників та формування продуктивності в інтенсивному землеробстві здійснено вченими Уманського національного університету садівництва у Правобережному Лісостепу [12]. Ними розроблено систему удобрення та діагностику азотного живлення пшениці спельти за допомогою портативного приладу N-тестер і шкалу забезпеченості рослин азотом. Однак, предметом досліджень був лише один сорт – Зоря України, врожайність якого в середньому за роки досліджень залежно від варіантів удобрення становила лише 1,90–3,11 т/га, масова частка білка в зерні – 14,2–23,1%, а масова частка клейковини – 27,5–49,4% відповідно.

За повідомленням М.М. Корхова, А.В. Льовкіна [13], умовах Південного Степу України у 2015/16 сільськогосподарському році найвищий рівень урожайності зерна (6,63 т/га) забезпечив сорт пшениці спельти Європа за передпосівної за обробки насіння біопрепаратами. Сорт спельти Зоря України сформував найбільшу масову частку білка (19,1%) та клейковини (42,0%) в зерні за обробки насіння біопрепаратами. Ефективність біопрепаратів за вирощування різних сортів спельти в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу досліджували науковці Білоцерківського національного аграрного університету [14].

У той самий час, комплексний вплив таких елементів технології як застосування сидератів та побічної продукції попередника, оброблення насіння біопрепаратами та позакореневого підживлення органічним добривом на формування продуктивності пшениці спельти озимої в умовах північної частини Правобережного Лісостепу вивчено недостатньо.

Мета досліджень – вивчити вплив комплексного застосування технологічних факторів та засобів біологізації на особливості формування продуктивності пшениці спельти (озимої) для виробництва органічної продукції і встановити найефективніше їх поєднання для максимальної реалізації генетичного потенціалу культури в умовах північної частини Правобережного Лісостепу.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили у короткотерміновому досліді на темно-сірому опідзоленому ґрунті відділу технологій зернових колосових культур ННЦ «ІЗ НААН» упродовж 2020–2023 рр. Предметом досліджень був сорт пшениці озимої спельти Евріка. Повторність досліду – чотириразова. Загальна площа під дослідом сягає 0,32 га, площа облікової ділянки – 12,4 м².

Агрохімічна характеристика темно-сірого опідзоленого ґрунту, на якому закладено дослід така: вміст гумусу – 1,94%, вміст лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 97 мг N на кг ґрунту (дуже низький рівень), вміст рухомого фосфору (за Чириковим) – 172 мг/кг ґрунту (високий рівень), вміст рухомого калію (за Чириковим) – 102 мг/кг ґрунту (підвищений рівень) [15]. Реакція ґрунтового середовища ($\text{pH}_{\text{сол.}}$ 5,3) – слабо кисла, гідролітична кислотність – 2,89 м-екв/100 г ґрунту, сума ввібраних основ – 13,1 м-екв/100 г ґрунту.

Агротехніка вирощування пшениці спельти озимої включала обробіток дисковою бороною АГД – 2,5 на глибину 10–12 см, до якісного заробляння сидеральної культури, передпосівний обробіток ґрунту – агрегатом типу «Європак» на глибину загортання насіння, сівбу спельти проведено в оптимальні для зони строки сівби: у 2020 р. – 25 вересня, у 2021 і 2022 рр. – 23 вересня з нормою висіву 5,5 млн схожих насінин на 1 га. Попередник – сидеральний пар (зелена маса гірчиці ярої) та гірчиця яра.

У дослідженнях вивчали ефективність препаратів, дозволених до використання в органічному виробництві – Біокомплекс-БТУ і Біо-гель. Біокомплекс-БТУ, р. – клітини бактерій *Bacillus subtilis* 221 – 40+10%, *Azotobacter* – 30+10%, *Paenibacillus polymyxa* – 10+5%, *Enterococcus* – 10+5%, *Lactobacillus* – 10+5% титр 1×10^8 – 1×10^9 КУО/см³, макро- та мікроелементи, біологічні активні продукти життєдіяльності бактерій: нікотинова та пантотенова кислоти, піридоксин, біотин, гетероауксини, гіберелін, цитокініни, ферменти, фунгіцидні та бактерицидні речовини тощо. Норми внесення препарату:

для обробки насіння – 1,0–2,0 л/т, для обприскування в період вегетації – 0,3–0,8 л/га. Біо-гель – органічне добриво на основі гумітів, яке містить у собі N – 0,30%, P₂O₅ – 0,30, K₂O – 0,05, Мп – 10,6–16,0, Мо – 0,20–0,30, Zn – 0,77–1,20, Cu – 0,45–0,70%, Со – 0,53–0,80, В – 0,45–0,70%, а також сапрофітні мікроорганізми природної органічної сировини. Норма внесення препарату по 1,5 л/га. Схему досліду наведено в табл. 1.

Польові досліди закладали й виконували з урахуванням вимог методики дослідної справи [16]. У процесі проведення досліджень застосовані загальнонаукові та спеціальні методи: польовий метод – для вивчення взаємозв'язку об'єктів із біотичними та абіотичними факторами середовища; лабораторні методи: морфологічний, агрохімічний, фізичний; статистичні методи: дисперсійний, порівняльно-розрахунковий – для визначення економічної ефективності технологій вирощування. Встановлення врожайності основної та побічної продукції проводили поділянково, методом суцільного обліку прямим комбайнуванням.

Результати та їх обговорення. Аналіз результатів, отриманих у 2021–2023 рр. досліджень засвідчив високу ефективність сидерального пару гірчиці ярої як попередника за вирощування пшениці спельти озимої. Порівняно з розміщенням досліджуваної культури після гірчиці ярої на зерно посіви спельти забезпечували додатковий приріст урожаю на рівні 1,23–1,30 т/га, або 23,7–32,8% (табл. 1). Частка впливу фактора «попередник» за роки досліджень змінювалась від 49,4 до 65,5%.

Нашими дослідженнями встановлено, що застосування препаратів біологічного походження, які мають захисну, стимулювальну, удобрювальну дію, є значним ресурсом у збільшенні врожайів пшениці спельти озимої. Визначено, що в середньому за 2021–2023 рр. окреме передпосівне оброблення насіння спельти біопрепаратом залежно від попередника сприяє підвищенню врожайності культури на 8,6–12,7%, дворазове позакореневе обприскування посівів біодобривом – на 19,5–25,7%, а поєднання цих агроходів у технології вирощування – на 23,2–32,3% залежно від попередника. Частка впливу фактора на формування приросту врожаю спельти становила від 28,2% у 2022 р. до 39,8% у 2023 р.

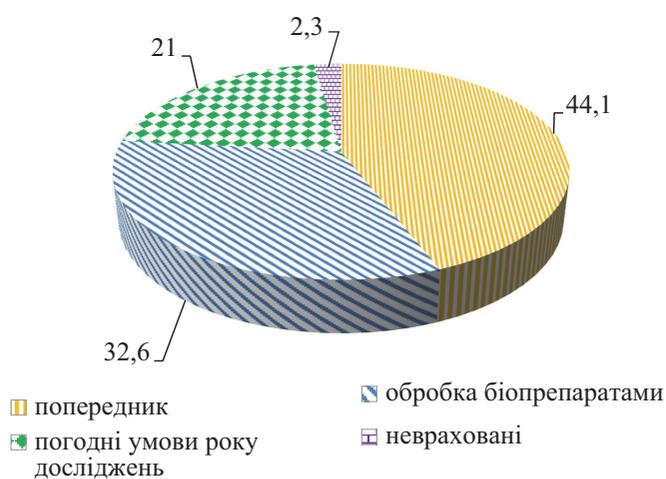
Загалом за роки досліджень частка участі факторів з урахуванням метеорологічних умов вегетаційного періоду кожного року сягала: для фактора

Таблиця 1. Урожайність пшениці спельти озимої за органічної системи землеробства, 2021–2023 рр., т/га

Попередник	Обробка біопрепаратами	Урожайність, т/га			
		2021 р.	2022 р.	2023 р.	Середнє за 2021–2023 рр.
Сидерат (зелена маса гірчиці ярої)	Контроль (без обробки)	4,61	5,61	5,44	5,22
	Обробка насіння БТУ - комплекс (1,5 л/т)	4,83	6,42	5,76	5,67
	Обробка посівів Біо-гель на IV і VII е. о. (по 1,5 л/га)	5,35	6,55	6,81	6,24
	Обробка насіння БТУ - комплекс (1,5 л/т) + обробка посівів Біо-гель на IV і VII е. о. (по 1,5 л/га)	5,52	6,64	7,14	6,43
Гірчиця яра	Контроль (без обробки)	3,97	4,42	3,40	3,93
	Обробка насіння БТУ - комплекс (1,5 л/т)	4,20	4,86	4,24	4,43
	Обробка посівів Біо-гель на IV і VII е. о. (по 1,5 л/га)	4,54	5,24	5,05	4,94
	Обробка насіння БТУ - комплекс (1,5 л/т) + обробка посівів Біо-гель на IV і VII е. о. (по 1,5 л/га)	4,65	5,61	5,33	5,20
НІР ₀₅ за факторами:					
попередник		0,13	0,17	0,03	0,11
обробка біопрепаратами		0,18	0,24	0,02	0,13
погодні умови року досліджень		-	-	-	0,11
загальна		0,25	0,35	0,04	0,32
Частка впливу фактора:					
попередник		49,4	65,5	60,1	44,1
обробка біопрепаратами		37,5	28,2	39,8	32,6
погодні умови року досліджень		-	-	-	21,0
невраховані		13,1	6,3	0,1	2,3

«попередник» – 44,1%, «обробка біопрепаратами» – 32,6%, «погодні умови року» – 21,0% (рис.).

Аналіз результатів досліджень свідчить, що найефективнішим вирощування пшениці спельти озимої в органічній системі землеробства було за технології, яка передбачала такі складові: попередник – гірчиця



Частка впливу факторів на формування приросту врожайності пшениці озимої спельти, середнє за 2021–2023 рр., %

яра на сидерат; передпосівне оброблення насіння рістстимулювальним біопрепаратом, 1,5 л/т; оброблення посівів органічним добривом на IV і VI по 1,5 л/га. Поєднання цих елементів дозволило отримати урожайність зерна культури на рівні 6,43 т/га у середньому за роки досліджень.

Якість зерна спельти є важливим показником, адже саме через підвищений вміст білка і клейковини цій культурі надається перевага над пшеницею м'якою за вирощування за органічного землеробства.

Встановлено, що за вирощування після сидерального пару вміст протеїну у середньому за 2021–2023 рр. збільшувався під впливом застосування біопрепаратів на 0,3–1,0% (абс.), після гірчиці на зерно – на 0,1–0,6% (абс.). Застосування як попередника сидерального пару забезпечило формування цього показника на рівні 13,4–14,4%, що на 0,2–0,6% (абс.) вище, ніж після гірчиці на зерно (табл. 2).

Вміст клейковини в середньому за 2021–2023 рр. змінювався в межах від 23,5 до 25,6% залежно від варіанта дослідження. Варто зазначити, що за вирощування після сидерального пару пшениця спельта формувала

Таблиця 2. Якість зерна пшениці спельти озимої за вирощування в системі органічного землеробства, середнє за 2021–2023 р.

Попередник	Обробка біопрепаратами	Протеїн		Клейковина	
		вміст, %	збір, т/га	вміст, %	збір, т/га
Сидерат (зелена маса гірчиці ярої)	Без обробки (контроль)	13,4	0,70	24,3	1,26
	Обробка насіння БТУ - комплекс (1,5 л/т)	13,7	0,78	24,6	1,39
	Обробка посівів Біо-гель на IV і VII е.о. (по 1,5 л/га)	14,3	0,89	25,3	1,57
	Обробка насіння БТУ - комплекс (1,5 л/т) + обробка посівів Біо-гель на IV і VII е.о. (по 1,5 л/га)	14,4	0,92	25,6	1,63
Гірчиця яра	Без обробки (контроль)	13,1	0,52	23,5	0,93
	Обробка насіння БТУ - комплекс (1,5 л/т)	13,2	0,59	23,6	1,04
	Обробка посівів Біо-гель на IV і VII е.о. (по 1,5 л/га)	13,8	0,68	24,7	1,22
	Обробка насіння БТУ - комплекс (1,5 л/т) + обробка посівів Біо-гель на IV і VII е.о. (по 1,5 л/га)	13,8	0,72	24,9	1,29

зерно з вмістом клейковини на 0,6–1,0% (абс.) більшим, ніж за вирощування після гірчиці на зерно.

Біопрепарати, залежно від виду і регламенту застосування, сприяли збільшенню вмісту клейковини порівняно до контролю на 0,3–1,3% (абс.) на фоні сидерального пару і 0,1–1,4% (абс.) – за вирощування після гірчиці.

За показниками розрахункового збору білка і клейковини з одиниці площі за рахунок вищої врожайності та якості перевагу мало вирощування пшениці спельти озимої після сидерату, перевищуючи за збором протеїну на 27,8–34,6%, за збором клейковини – на 26,4–35,5% порівняно до попередника гірчиця яра. Застосування біопрепаратів сприяло приросту збору протеїну 11,4–38,5%, клейковини – на 10,3–38,7% залежно від попередника. Найбільший збір протеїну і клейковини – відповідно 0,92 і 1,63 т/га – у середньому за три роки досліджень одержали за вирощування спельти після сидерального пару, передпосівного оброблення насіння біопрепаратом та позакореневого внесення біодобрива на IV і VII етапах органогенезу.

У сучасних умовах формування органічного ринку питання економічної ефективності виробництва тієї чи іншої рослинницької продукції є визначальним критерієм у виборі стратегії і основних напрямів ведення органічного землеробства.

Економічну ефективність технології вирощування спельти озимої оцінювали за рівнем прибутку та рентабельності з врахуванням витратної частини і собівартості виробництва 1 т зерна (табл. 3).

Виробничі витрати у зв'язку з відсутністю витрат на придбання та внесення мінеральних добрив

та пестицидів становили у 2021–2023 р. 9,42–10,02 тис. грн/га. Собівартість зерна закономірно залежала від рівня врожайності і нижчою була після сидерату за показників 1559–1825 грн/т, тоді як після гірчиці ярої – 1909–2398 тис. грн/т.

Вирощування пшениці спельти озимої після сидерату з метою отримання органічного зерна було високоприбутковим і економічно виправданим, забезпечивши отримання прибутку в середньому за 2021–2023 рр. у межах 53,12–67,14 тис. грн/га за рентабельності 558–670%.

Натомість гірчиця яра на зерно як попередник зумовила одержання значно нижчого прибутку – в середньому за роки досліджень у контролі (без обробки) лише 37,73 тис. грн/га, а за поєднання обробки насіння і посівів – 52,47 тис. грн/га. Рентабельність відповідно знижувалась до 400–528%.

Висновки

Проведені дослідження свідчать про необхідність комплексного застосування в технології за органічного вирощування пшениці озимої спельти таких елементів, як заорювання сидерата і обробка насіння та посівів біопрепаратами удобрювальної, стимулювальної та фунгіцидної дії. Аналіз показників врожайності, якості зерна та економічної оцінки дозволить встановити, що оптимальними параметрами елементів технології вирощування пшениці спельти озимої за органічної системи землеробства є поєднання передпосівної обробки насіння препаратом Біокомплекс-БТУ для зернових (1,5 л/т) та позакореневого підживлення посівів добривом органічного походження Біо-гель (двічі по 1,5 л/га наприкінці кушення і у фазі трубкування). Таке поєднання

Таблиця 3. Економічна ефективність вирощування пшениці спельти озимої в системі органічного землеробства, середнє за 2021–2023 рр.

Попередник	Обробка біопрепаратами	Виробничі витрати, тис. грн/га	Собівартість зерна, грн/т	Прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
Сидерат (зелена маса гірчиці ярої)	Без обробки (контроль)	9,52	1825	53,12	558
	Обробка насіння БТУ - комплекс (1,5 л/т)	9,61	1695	58,43	608
	Обробка посівів Біо-гель на IV і VII е.о. (по 1,5 л/га)	9,96	1596	64,92	652
	Обробка насіння БТУ - комплекс (1,5 л/т) + обробка посівів Біо-гель на IV і VII е.о. (по 1,5 л/га)	10,02	1559	67,14	670
Гірчиця яра	Без обробки (контроль)	9,42	2398	37,73	400
	Обробка насіння БТУ - комплекс (1,5 л/т)	9,51	2147	43,65	459
	Обробка посівів Біо-гель на IV і VII е.о. (по 1,5 л/га)	9,86	1996	49,42	501
	Обробка насіння БТУ - комплекс (1,5 л/т) + обробка посівів Біо-гель на IV і VII е.о. (по 1,5 л/га)	9,93	1909	52,47	528

технологічних елементів за вирощування культури після сидерату забезпечило отримання в середньому за роки досліджень 6,43 т/га зерна з вмістом протеїну 14,4% та клейковини 25,6%, а також 67,14 тис. грн/га прибутку за рентабельності 670%.

Одержані результати підтверджують про високу економічну ефективність та перспективність вирощування пшениці спельти озимої з метою виробництва органічного зерна в умовах Правобережного Лісостепу.

ЛІТЕРАТУРА

- The European Green Deal URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640>.
- 'Fit for 55': delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021DC0550>.
- Господаренко Г.М., Любич В.В. Цінна пшениця спельта. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/17402-tsinna-pshenytsia-spelta.html>.
- Господаренко Г.М., Любич В.В. Спельта – пшениця, яку обирає світ. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/16503-spelta-pshenytsia-iaku-obyraie-svit.html>.
- Алавердян Л.М., Юдічева О.П., Романенко О.В. Боршно зі спельти: визначення та обґрунтування тенденцій розвитку ринку, оцінка якості. *Товарознавчий вісник*. 2019. Випуск 12. С. 6–17.
- Моргун В. В., Кірізій Д. А. Перспективи та сучасні стратегії поліпшення фізіологічних ознак пшениці для підвищення її продуктивності. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2012. № 6. С. 463–483.
- Нінієва А. К. Перезимівля колекційних зразків та гібридів озимої спельти. Біологія: від молекули до біосфери: матеріали доповідей учасників V Міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців (22–25 листопада 2010 р.) / Харків, 2010. С. 162–163.
- Ружицька О. М., Борисова О. В. Насіннева продуктивність і біохімічний склад зерна озимої спельти та полби за умов півдня степової зони України. *Фізіологія рослин і генетика*. 2018. Т. 50, № 2. С. 161–169.
- Технологічні властивості зерна полби та спельти і перспективи їх використання для виробництва харчових продуктів / Б.В. Єгоров, Д.О. Жигунов, М.Р. Мардар, Р.Р. Значек, Г.Д. Жигунова. *Наукові праці НУХТ*. 2017. Том 23, № 5, Ч. 1. С. 209–216.
- Ружицька О.М., Борисова О.В. Ріст, продуктивність та якість зерна озимої спельти за умов півдня степової зони України. *Вісник ОНУ. Біологія*. 2015. Т. 20. Вип. 1(36). С.47–57.
- Вирощування спельти озимої за використання препаратів біологічного походження в умовах Полісся / О.І. Савчук, Н. А. Кошицька, В.В. Гуреля, М. М. Ключевич. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2018. Вип. 11. С. 31–34.
- Ткаченко І.Ю. Оптимізація азотного живлення пшениці спельти на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України: автореф. на здобуття наук. ступеня канд. с.- г. наук: спец. 06.01.04 «Агрохімія». Харків, 2015. 21 с.

13. Корхова М.М., Льовкіна А.В. Перспективи вирощування пшениці спельти на півдні України. *Молодий вчений*. 2017. № 3 (43). С. 26–29.
14. Заїка Н.В., Карпук Л.М. Урожайність та якість зерна спельти (*Triticum spelta* L.) в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2023. № 1. С. 114–122.
15. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. (Національний стандарт України). Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 19 с.
16. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Едельвейс, 2014. 331 с.

REFERENCES

1. The European Green Deal URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640> [in English].
2. 'Fit for 55': delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021DC0550> [in English].
3. Hospodarenko H.M., Liubych V.V. Tsinna pshenytsia spelta. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/17402-tsinna-pshenytsia-spelta.html> [in Ukrainian].
4. Hospodarenko H.M., Liubych V.V. Spelta – pshenytsia, yaku obyraie svit. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/16503-spelta-pshenytsia-iaku-obyraie-svit.html> [in Ukrainian].
5. Alaverdian L.M., Yudicheva O.P., Romanenko O.V. (2019). Boroshno zi spelyty: vyznachennia ta obgruntuvannia tendentsii rozvytku rynku, otsinka yakosti. *Tovaroznavchyi visnyk*, 12, 6–17 [in Ukrainian].
6. Morhun V.V., Kirizii D.A. (2012). Perspektyvy ta suchasni stratehii polipshennia fiziologichnykh oznak pshenytsi dlia pidvyshchennia yii produktyvnosti. *Fyziolohyia y byokhymyia kulturnykh rastenyi*, 6, 463–483 [in Ukrainian].
7. Niniieva A.K. (2010). Perezymivlia kolektsiinykh zrazkiv ta hibrydiv ozymoї spelyty. *Biolohiia: vid molekuly do biosfery: Materialy dopovidei uchasnykiv V Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh naukovtsiv*, 22–25 lystopada 2010 r., Kharkiv, 162–163 [in Ukrainian].
8. Ruzhytska O.M., Borysova O.V. (2018). Nasinnieva produktyvnist i biokhimichni sklad zerna ozymoї spelyty ta polby za umov pivdnia stepovoi zony Ukrainy. *Fyziolohyia rastenyi y henetyka*, 50, 2, 161–169 [in Ukrainian].
9. B.V. Yehorov, D.O. Zhyhunov, M.R. Mardar, R.R. Znachek, H.D. Zhyhunova (2017) Tekhnologichni vlastyvoli zerna polby ta spelyty i perspektyvy yikh vykorystannia dlia vyrobnytstva kharchovykh produktiv *Naukovi pratsi NUKhT*, 23, № 5, part 1, 209–216 [in Ukrainian].
10. Ruzhytska O. M., Borysova O. V. (2015). Rist, produktyvnist ta yakist zerna ozymoї spelyty za umov pivdnia stepovoi zony Ukrainy. *Visnyk ONU. Biolohiia*, 20, 1(36), 47–57 [in Ukrainian].
11. Savchuk O. I., Koshytska N. A., Hurelia V. V., Kliuchevych M.M. (2018). Vyroshchuvannia spelyty ozymoї za vykorystannia preparativ biologichnoho pokhodzhennia v umovakh Polissia *Ahropromyslove vyrobnytstvo Polissia*, 11, 31–34 [in Ukrainian].
12. Tkachenko I.Iu. (2015). Optymizatsiia azotnoho zhyvlennia pshenytsi spelyty na chornozemi opidzolenomu Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: avtoref. na zdobuttia nauk. stupenia kand. s.-h. nauk: spets. 06.01.04 «Ahrokhimiiia» Kharkiv. 21 p. [in Ukrainian].
13. Korkhova M.M., Lovkina A.V. (2017). Perspektyvy vyroshchuvannia pshenytsi spelyty na pivdni Ukrainy. *Molodyi vchenyi*, № 3 (43), 26–29 [in Ukrainian].
14. Zaika N.V., Karpuk L.M. (2023). Urozhainist ta yakist zerna spelyty (*Triticum spelta* L.) v umovakh Lisostepu Ukrainy. *Ahrobiolohiia*, 1, 114–122 [in Ukrainian].
15. DSTU 4362:2004. (2006). Yakist ґрунту. Pokaznyky rodiuchosti ґруntiv. (Natsionalnyi standart Ukrainy). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 19 p. [in Ukrainian].
16. Yeshchenko V.O. (2014). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii. Kyiv: Edelweis. 331 p. [in Ukrainian].

Shlyakhturova S.P., Yula V.M., Shliakhturov D.S.

Features of the winter wheat spelt productivity formation under organic cultivation in the Right Bank Forest Steppe

Aim. To determine the impact of technological factors and biologicalization means complex application on the peculiarities of the winter wheat spelt productivity formation under organic cultivation and to establish the most effective combination of them for the genetic potential maximum realization in the conditions of the northern part of the Right Bank Forest Steppe. **Methods.** Field, laboratory analytical, calculation, statistical. **Results.** The high

efficiency of green manure of spring mustard as a predecessor for the spelt cultivation was established, which ensured an additional yield increase at the level of 1.23–1.30 t/ha, or 23.7–32.8%. Depending on the precursor, pre-sowing treatment of seeds with a biopreparation contributed to an increase in crop yield by 8.6–12.7%, two foliar spraying of crops with biofertilizer by 19.5–25.7%, and the combination of these agricultural measures by 23.2–32.3 %. After the sideral predecessor, spelt formed a grain with a gluten content of 0.61.0% (abs.) higher than when grown after mustard per grain. The use of biological preparations increases the collection of protein by 11.4–38.5% depending on the predecessor, gluten - by 10.3–38.7%. **Conclusions.** The necessity of complex application such elements as sideral predecessor and seeds and crops treatment of biological preparations of fertilizing, stimulating and fungicidal action in the technology of winter wheat spelt organic cultivation has been proved. The optimal parameters of the winter wheat spelt growing technology in organic farming are a combination of pre-sowing treatment of seeds with a growth-stimulating biopreparation (1.5 l/t) and foliar fertilizing of crops with organic fertilizer (twice of 1.5 l/ha at the end of tillering stage and in the stem-extension stage). This technological elements combination for the cultivation after siderate predecessor provided an average over the years of research of 6.43 t/ha yield of grain with a protein content of 14.4% and gluten content of 25.6%, a profit 67.14 thousand hrn/ha, a profitability of 670%.

Key words: biological preparation, grain, economic efficiency, gluten, predecessor, protein, productivity, quality.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Шляхтурова С.П., науковий співробітник відділу технологій зернових колосових культур, ННЦ «ІЗ НААН», e-mail: shlyahturova83@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1308-2829.

Юла В.М., кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу технологій зернових колосових культур, ННЦ «ІЗ НААН»,

Shlyakhturova S.P., Researcher, Department of Cereal Spiked Crops Technologies, NSC «Institute of Agriculture NAAS», e-mail: shlyahturova83@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1308-2829.

Yula V.M., Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Head of Department of Cereal Spiked Crops Technologies, NSC «Institute of Agriculture NAAS»,

e-mail: tehnosntensiv@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7298-9522.

Шляхтуров Д.С., кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу координації наукових досліджень, стандартизації та метрології, ННЦ «ІЗ НААН», e-mail: dshlyahturov@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8896-3236 .

e-mail: tehnosntensiv@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7298-9522.

Shliakhturov D.S., Candidate of Agricultural Sciences, Head of Department of scientific research coordination, standardization and metrology, NSC «Institute of Agriculture NAAS», e-mail: dshlyahturov@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8896-3236.

Надійшла 19.06.2024

ОЦІНКА ФІТОСАНІТАРНИХ УМОВ ВИРОБНИЦТВА БАЗОВОЇ НАСІННЕВОЇ КАРТОПЛІ У ЗОНІ ПІВДЕННОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

І.В. Левківський, О.В. Вишневська

Інститут картоплярства НААН

(с/мт Немішаєве, Бучанський р-н, Київська обл., Україна)

Мета. Провести моніторинг чисельності та видового складу переносників вірусних інфекцій картоплі в зоні Полісся України та оцінити фітосанітарні умови виробництва базової насінневої картоплі. **Методи.** Польовий, лабораторно-аналітичний, ентомологічний, статистичний. **Результати.** У 2021–2023 рр. в насадженнях насінневої картоплі південної частини зони Полісся України за використання жовтих водяних пасток Меріке виявлено від 41 до 52 видів попелиць. Серед них від 6 до 7 видів були переносниками вірусів картоплі та становили 43,14–84,15% від загальної кількості виловлених попелиць. Решта 37–45 видів попелиць, були пов'язані з овочевими, фруктовими та ягідними культурами, бур'янами, деревами та кущами, що оточували насадження насінневої картоплі. Видова та кількісна чисельність попелиць залежали від погодних умов, обробок інсектицидами. Зареєстровано до 7 видів попелиць-переносників вірусних хвороб картоплі, що живляться на картоплі: *Aphis fabae* Scop., *Aphis nasturtii* Kalt., *Aphis frangulae* Kalt., *Aulacorthum solani* Kalt., *Macrosiphum ephorbiae* Thom., *Myzus persicae* Sulz., *Rhopalosiphum padi* Lin. Найчисельнішими векторами переносу вірусної інфекції картоплі були види: *Macrosiphum ephorbiae* Thom., *Aphis fabae* Scop., *Aphis frangulae* Kalt., *Aphis nasturtii* Kalt., які мають відносно невисокий індекс передачі вірусу картоплі Y 0,2, 0,1, 0,53 та 0,4 відповідно. Сукупний індекс векторного навантаження вірусних інфекцій картоплі за роками сягав: 2021 – 47,18 балів, 2022 – 69,48 та 2023 – 52,12. **Висновки.** Визначено тенденцію до підвищення зростання чисельності та шкодочинності видів попелиць, які є переносниками вірусів картоплі, що може стати причиною зростання поширення вірусних хвороб у базовому насінневому матеріалі.

Ключові слова: картопля, віруси, моніторинг, вектори переносу вірусів, пастки Меріке, види попелиць.

Вступ. Вірусні хвороби є причиною значних збитків для галузі картоплярства. За виробництва насінневої картоплі дотримання величини допуску вмісту вірусної інфекції в насінневому матеріалі надзвичайно складна справа. Віруси картоплі, які передаються попелицею є надзвичайно шкодочинними для її виробництва в усьому світі, викликають широкий спектр симптомів на рослинах та бульбах, які призводить до значного зниження врожайності та втрати якості бульб.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати досліджень свідчать про те, що основними переносниками найбільш шкодочинних і широко розповсюджених вірусів є попелиці. Близько двох десятків видів попелиць беруть участь у перенесенні вірусів. Наприклад, зелена персикова попелиця *Myzus persicae* Sulz. і картопляна попелиця *Macrosiphum ephorbiae* Thom.

колонізують картоплю та виступають векторами переносу декількох економічно важливих вірусів [1].

Для правильної організації насінництва картоплі важливим є проведення моніторингу попелиць-переносників вірусних інфекцій картоплі в окремих ґрунтово-кліматичних умовах. Накопичення і аналіз даних щодо динаміки розвитку популяцій шкідника і його чисельності в зів'язуванні з метеорологічними умовами і ураженістю картоплі вірусами дають можливість прогнозувати поширення важливих вірусних хвороб картоплі і правильно організувати захисні заходи, які максимально знижують повторне ураження вірусами оздоровленого матеріалу [2].

Боротьба з попелицею та вірусами, які передаються попелицею, є першою і головною вимогою для виробництва насінневої картоплі [3].

За результатами спостережень упродовж 40 років (з 1977 по 2017 рр.) було встановлено, що з часом початок весняної міграції у переносників вірусів картоплі: *Aphis gossypii*, *Aulacorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae* та *Myzus persicae* ставав дедалі раніше, тоді як пік осінньої міграції поступово переміщався на пізніший сезон. Крім того, річна загальна кількість зібраних попелиць зросла в 3,74 раза протягом 40 років. Разом із підвищенням середньорічної температури на 1,03 °C за останні чотири десятиліття відбулись достовірні зміни популяції попелиць [4].

Інтенсивність поширення і склад вірусних хвороб на насінницьких посівах картоплі залежить від кількості і активності попелиць, оскільки видовий склад переносників визначає видовий склад вірусних хвороб [5]. Шляхи передачі вірусів від одного господаря до іншого варіюють залежно від різних видів вірусів. Передача може бути вертикальною або горизонтальною, причому остання часто опосередковується векторами або контактним способом. Віруси, що уражують види рослин родини пасльонових, здебільшого передаються комахами-переносниками, зокрема попелицями [6; 7]. Найбільшу шкоду для насінневої картоплі попелиці наносять, коли пік льоту попелиць припадає на момент фаз розвитку картоплі сходи – квітування. Після піку льоту переносників вірусів картоплиння необхідно обробити інсектицидами у поєднанні з мінеральними оліями та за наявності в структурі врожаю 80% бульб розміром насінневої фракції видалити картоплиння не пізніше, як через два тижні після льоту, щоб знизити ймовірність проникнення вірусної інфекції в бульби нового врожаю [8]. Неперсистентні віруси зберігають свою активність на стилетах переносників до 10 год, і попелиці здатні переносити їх на досить велику відстань. Такі віруси можуть переноситися і попелицями, які не заселяють насадження картоплі. Види, що не живляться на картоплі, у пошуках рослин-господарів можуть переносити вірус пробними уколами. Особливе значення в поширенні вірусів на картоплі відіграють літні крилаті стадії попелиць, масовий літ яких відбувається в червні–липні. Аналізуючи дані за роками, можна відмітити, що пік льоту крилатої попелиці припадає на червень – липень, і сягає від 90 до 564 особ. за 1 міс. Найбільше в пастки Меріке потрапило попелиць в 2015 р. – 1590 шт. [9].

Вірус картоплі *Y(YBK)* вважається одним із десяти найбільш шкодочинних вірусів рослин через його економічний вплив світове вирощування картоплі.

Кілька видів попелиці (*Aphididae*; *Hemiptera*) підтримують природне розмноження *YBK* непостійним способом [10].

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в 2021–2023 рр. в розсаднику базового насінництва картоплі Інституту картоплярства НААН в умовах просторової ізоляції від основних джерел та переносників вірусних інфекцій картоплі.

Об'єкт досліджень – насадження базового насінневого матеріалу картоплі середньостиглих сортів Мирослава та Фотинія. Загальна площа дослідів становила 0,10 га. Для досліджень використовували сертифікований насінневий матеріал картоплі класу еліти, оздоровлений методами біотехнології.

Польовий дослід закладено за дотримання положень «Картоплярство: Методика дослідної справи» [11]. Повторність розміщення пасток для відлову попелиць (чашок Меріке) – чотириразова. Схема садіння картоплі – 75×20 см за густоти стояння рослин – 66,7 тис. шт./га. Технологія вирощування – загальноприйнята для насінницьких насаджень картоплі у зоні Полісся України. Агротехніка поля включала такі технологічні операції: веснооранку, культивування, формування гребенів за допомогою фрезерного культиватора. Система удобрення – мінеральні добрива у вигляді нітроамфоски з нормою 5 ц/га у фізичній вазі або $N_{80}P_{80}K_{80}$ в кг д.р./га з внесенням їх локально у борозни під час садіння картоплі, внесення врозкид перед культивуванням калімагнезії в дозі K_{30} кг д.р./га, підживлення рослин аміачною селітрою – N_{20} кг д.р./га у фазу росту та розвитку рослин картоплі – сходи. Десикацію здійснювали у момент формування у структурі врожаю насінневих бульб, які мають розмір не більше меж 28–60 мм у поперечному діаметрі не більше 70–80%. Для видалення картоплиння застосовували десикант «Реглон® Супер 150 SL» загальною нормою 2 л/га з внесенням у декілька етапів – перша обробка картоплиння з нормою 0,8 л/га, друга – 1,2 л/га. До кожної фунгіцидно-інсектицидної обробки додавали препарат на основі мінеральної олії – «ОЛЕМІКС® 84 к.е» в дозі 1,0 л/га з внесенням 300 л/га води.

Моніторинг чисельності та визначення видового складу попелиць проводили методом жовтих чашок (чашок Меріке) для визначення настання активного льоту попелиць за Методичними вказівками [9;11].

Збір попелиць проводили через кожні одну-дві доби, у лабораторних умовах здійснювали підрахунок крилатих особин та їх консервування 75%-м

етиловим спиртом для подальшого визначення видів, визначення видів здійснювали за визначником [9;11].

Прогнозоване вірусне навантаження досліджуваної ділянки для видів, потенційно активних щодо поширення вірусів картоплі було розраховано із застосуванням шкали індексів передачі вірусів, розрахунок здійснювали згідно з рекомендаціями [12]. Розрахунок вірусного навантаження проводили згідно з рекомендаціями [13].

Визначення видового складу попелиць здійснювали фахівці кафедри ентомології та збереження біорізноманіття Ужгородського національного університету. Матеріал опрацьовували за загальноприйнятими в афідології методиками [14].

Статистичну обробку експериментальних даних проводили за схемою однофакторного дисперсійного аналізу результатів польового дослідження [11].

Результати та їх обговорення. У ході проведених досліджень впродовж 2021–2023 рр. в насадженнях базової насінневої картоплі було виявлено 7 видів попелиць із родини справжні попелиці – *Aphididae*, ряду рівнокрилі хоботні *Homoptera*: зелена персикова *Myzodes persicae* Sulz., крушинна попелиця (*Aphis nasturti* Kalt.), звичайна картопляна попелиця (*Aulacorthum solani* Kalt.), велика картопляна (*Macrosiphum euphorbiae* Thom.), чорна бобова (*Aphis fabae* Scop.), черемхова попелиця (*Rhopalosiphum padi* Lin.).

Ентомологічні дослідження чисельності та видового складу мігруючих попелиць у розсадниках

базового насінництва Південного Полісся України показали, що загальна їх чисельність у роки дослідження різнилась і становила у 2021 р. – 183 шт./пастку, 2022 р. – 417,5 шт./пастку, 2023 р. – 284,5 шт./пастку (рис.1).

Моніторинг зростання чисельності крилатих попелиць у 2021 р. показав, що в умовах південної частини зони Полісся пік зростання чисельності відмічено з 1 по 3 декаду червня (відповідно 18,5, 35,5, 28,3 шт. комах за декаду в середньому на 1чашку), у липні – 1 та 2 декади, у серпні – у 3 декаді. У 2022 р. збільшення переносників вірусних інфекцій у насадженнях базової картоплі відзначено у 1–2 та 3 декадах червня з кількістю попелиць відповідно 182,5 шт. за декаду на 1 пастку, 81 і 17,5 шт. за декаду/пастку та 1 й 3 декадах липня – 115,5 та 40 шт. за декаду/пастку. Ентомологічні спостереження за розмноженням та шкодочинністю попелиць у 2023 р. виявили, що пікове зростання чисельності комах відмічено у 1 та 2 декадах червня – 170,5 та 64,5 шт. за декаду/чашку, у 2 декаді липня – 64,5 шт. за декаду/чашку та 3 декаді серпня – 43,5 шт. за декаду/чашку.

У 2021 р. у загальній кількості крилатих попелиць, які потрапили в одну пастку за весь вегетаційний період (183,0 екз. за декаду/пастку) визначено попелиць-переносників вірусів картоплі – 154 шт., або 84,1% від загальної кількості (табл. 1).

Визначення видового складу популяції попелиць у насадженнях насінневої картоплі у 2021 р. показало,

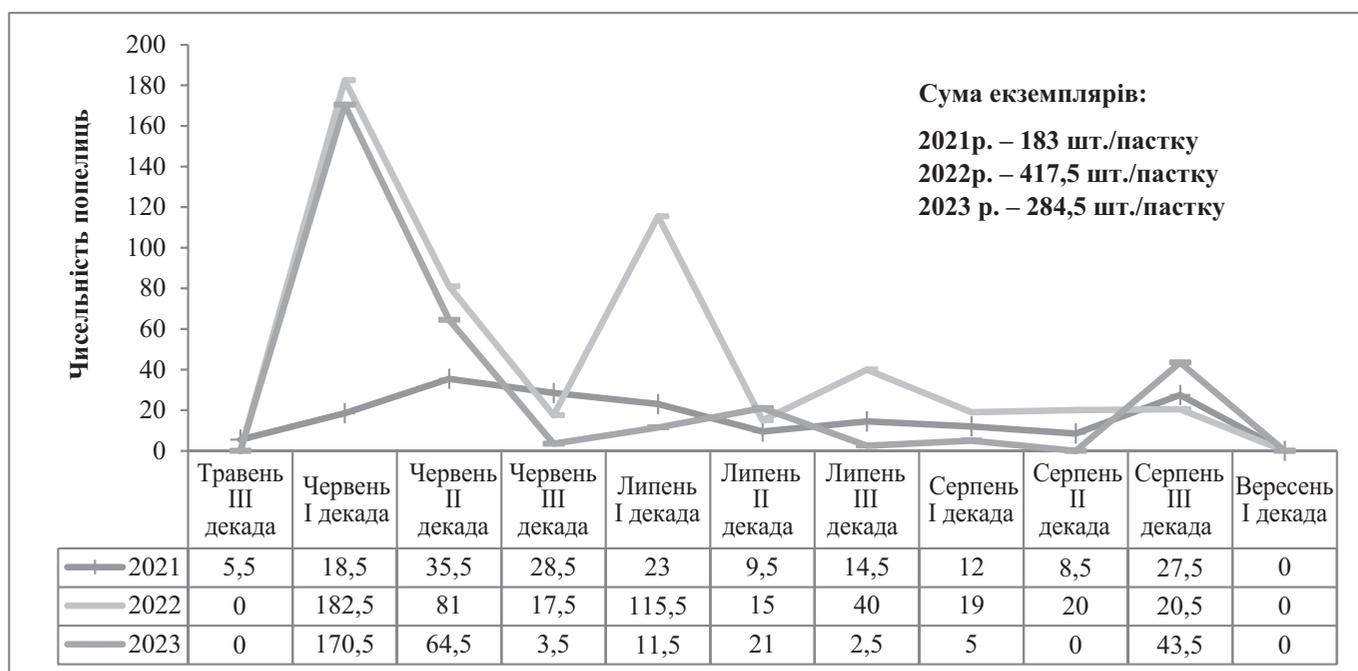


Рис. 1. Загальна чисельність крилатих форм попелиць у розсаднику базового насінництва за період вегетації в зоні Південного Полісся України, 2021–2023 рр.

що основну масу крилатих попелиць становили потенційно важливі вектори поширення *Y*-вірусу картоплі та вірусу скручування листків картоплі (ВСКЛК): чорна бобова попелиця (*Aphis fabae* Scop.) (37,67%), жостерова (*Aphis nasturtii* Kalt.) (29,87%), крушинна (*Aphis nasturtii* Kalt.) (12,99%), велика картопляна (*Macrosiphum euphorbiae* Thom.) (9,74%), звичайна картопляна (*Aulacorthum solani* Kalt.) (6,49%), зелена персикова попелиця (*Myzus persicae* Sulz.) (3,25%). Найбільш чисельними векторами були види попелиць – *Aphis frangulae* Kalt. і *Aphis fabae* Scop., які мають відносно невисокий індекс передачі *YBK* – 0,53 та 0,1 відповідно. Загальна чисельність цих видів становила 67,54% від кількості виявлених комах-векторів переносу вірусної інфекції картоплі. Сукупний індекс векторного навантаження в насадженнях базової насінневої картоплі сягав 47,18 балів.

Спостереження за чисельністю та видовим складом попелиць у 2022 р. показали, що число крилатих попелиць, які потрапили в одну пастку за весь вегетаційний період сягало 417,5 шт., зокрема векторів переносу вірусів картоплі – 201,0 екз., або 48,14% усіх відловлених попелиць (табл. 2).

Визначення видового складу популяцій попелиць у насадженнях насінневої картоплі в умовах 2022 р. показало, що основну їх масу становили попелиці-вектори поширення *Y*-вірусу картоплі та вірусу

скручування листків картоплі у порядку зменшення: крушинна (*Aphis nasturtii* Kalt.) (28,86%), жостерова (*Aphis frangulae* Kalt.) (22,89%), велика картопляна (*Macrosiphum euphorbiae* Thom.) (15,92%), звичайна картопляна (*Aulacorthum solani* Kalt.) (12,43%), чорна бобова (*Aphis fabae* Scop.) (9,95%), черемхова (*Rhopalosiphum padi* Lin.) (7,46%), зелена персикова (*Myzus persicae* Sulz.) (2,49%). Найбільш чисельними векторами були види *Aphis frangulae* Kalt., *Aphis nasturtii* Kalt., які мають відносно невисокий індекс передачі *YBK* – 0,53 та 0,1 відповідно (табл. 2). Загальна чисельність цих видів становила 51,75% від кількості виявлених комах-векторів, і створили значне векторне навантаження насінницьких насаджень базової насінневої картоплі. Сукупний індекс векторного навантаження сягав 69,48 балів.

В умовах вегетаційного періоду 2023 р. в пастках Меріке на насадженнях насінневої картоплі було виявлено 284,5 шт. крилатих попелиць, зокрема векторів переносу вірусів картоплі – 172,0 екз., або 60,46% усієї кількості виявлених попелиць (табл. 3).

Визначення видового складу популяцій попелиць у насадженнях насінневої картоплі в умовах південної частини Полісся України показало, що основну масу крилатих попелиць склали потенційно важливі вектори поширення *Y*-вірусу картоплі та вірусу скручування листків картоплі в порядку зменшення:

Таблиця 1. Векторне навантаження крилатих попелиць у насадженнях базової насінневої картоплі в зоні Південного Полісся України, 2021 р.

Вид попелиць		Індекс передачі <i>YBK</i> та ВСКЛК *, бал	Кількість попелиць, шт.	Сукупний індекс векторного навантаження, бал	Частка від загальної кількості переносників вірусів картоплі, %
Чорна бобова	<i>Aphis fabae</i> Scop.	0,1	58	5,8	37,67
Жостерова	<i>Aphis frangulae</i> Kalt.	0,53**	46	24,38	29,87
Крушинна	<i>Aphis nasturtii</i> Kalt.	0,4	20	8,0	12,99
Велика картопляна	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thom.	0,2	15	3,0	9,74
Зелена персикова	<i>Myzus persicae</i> Sulz.	1,0	5	5,0	3,25
Звичайна картопляна	<i>Aulacorthum solani</i> Kalt.	0,1	10	1,0	6,49
Всього попелиць переносників вірусів картоплі		–	154,0	–	100/84,15
Всього попелиць		–	183,0	–	
Сукупний індекс		–	-	47,18	

* Дані за [15;16]; ** дані за [17].

велика картопляна (*Macrosiphum euphorbiae* Thom.) (23,84%), чорна бобова (*Aphis fabae* Scop.) (21,51 %), жостерова (*Aphis frangulae* Kalt.) (19,76 %), крушинна (*Aphis nasturtii* Kalt.) (18,02 %), черемхова

(*Rhopalosiphum padi* Lin.) (8,13 %), звичайна картопляна (*Aulacorthum solani* Kalt.) (6,98 %), зелена персикова (*Myzus persicae* Sulz.) (1,74 %). Найбільш чисельними векторами були види *Macrosiphum*

Таблиця 2. Векторне навантаження крилатих попелиць в насадженнях базової насіннєвої картоплі у зоні південного Полісся України, 2022 р.

Вид попелиць		Індекс передачі УВК та ВСЛК *, бал	Кількість попелиць, шт.	Сукупний індекс векторного навантаження, бал	Частка від загальної кількості переносників вірусів картоплі, %
Чорна бобова	<i>Aphis fabae</i> Scop.	0,1	20	2,0	9,95
Жостерова	<i>Aphis frangulae</i> Kalt.	0,53**	46	24,38	22,89
Черемхова	<i>Rhopalosiphum padi</i> Lin.	0,4	15	6,0	7,46
Крушинна	<i>Aphis nasturtii</i> Kalt.	0,4	58	23,2	28,86
Велика картопляна	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thom.	0,2	32	6,4	15,92
Зелена персикова	<i>Myzus persicae</i> Sulz.	1,0	5	5,0	2,49
Звичайна картопляна	<i>Aulacorthum solani</i> Kalt.	0,1	25	2,5	12,43
Всього попелиць переносників вірусів картоплі		–	201,0	69,48	100,0/48,14
Всього попелиць		–	417,5		
Сукупний індекс		–	–		

*Дані за [15;16]; **дані за [17].

Таблиця 3. Векторне навантаження крилатих попелиць в насадженнях базової насіннєвої картоплі в зоні Південного Полісся України, 2023 р.

Вид попелиць		Індекс передачі УВК та ВСЛК*, бал	Кількість попелиць, шт.	Сукупний індекс векторного навантаження, бал	Частка від загальної кількості переносників вірусів картоплі, %
Чорна бобова	<i>Aphis fabae</i> Scop.	0,1	37	3,7	21,51
Жостерова	<i>Aphis frangulae</i> Kalt.	0,53**	34	18,02	19,76
Черемхова	<i>Rhopalosiphum padi</i> Lin.	0,4	14	5,6	8,13
Крушинна	<i>Aphis nasturtii</i> Kalt.	0,4	31	12,4	18,02
Велика картопляна	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thom.	0,2	41	8,2	23,84
Зелена персикова	<i>Myzus persicae</i> Sulz.	1,0	3	3	1,74
Звичайна картопляна	<i>Aulacorthum solani</i> Kalt.	0,1	12	1,2	6,98
Всього попелиць переносників вірусів картоплі		–	172	52,12	100/60,46
Всього попелиць		–	284,5		
Сукупний індекс		–	–		

*Дані за [15;16]; **дані за [17].

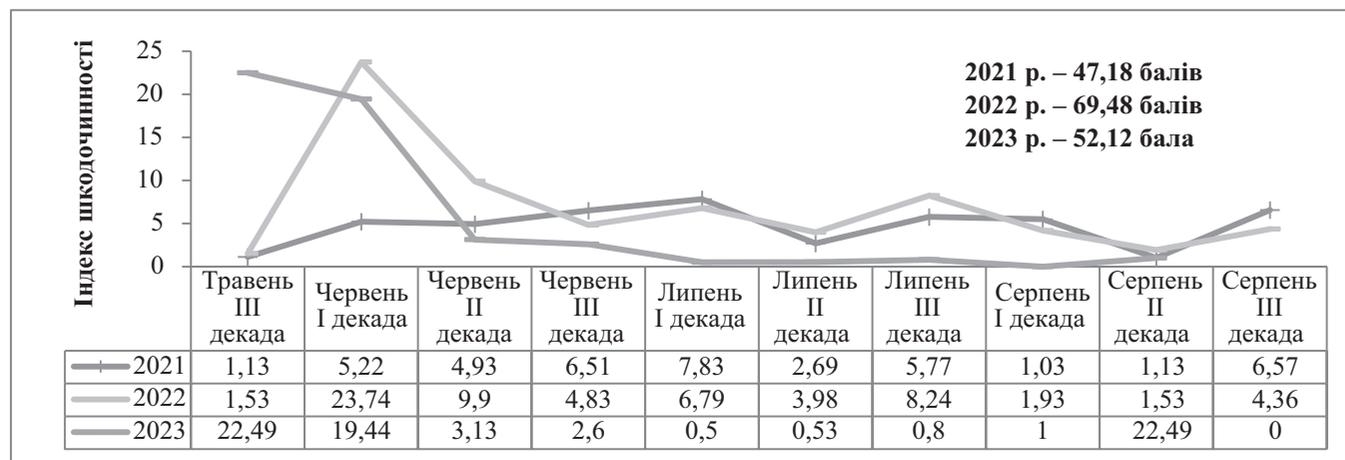


Рис. 2. Динаміка величини сукупного індексу шкодочинності крилатих форм попелиць у розсаднику базового насінництва картоплі за декадами, 2021 – 2023 рр.

euphorbiae Thom., *Aphis fabae* Scop., *Aphis frangulae* Kalt., *Aphis nasturtii* Kalt., які мають наступні індекси передачі YBK – 0,2, 0,1, 0,53 та 0,4 відповідно. Загальна чисельність цих видів сягала 83,13% від кількості виявлених комах-векторів і створила значне векторне навантаження в насадженнях базової насінневої картоплі. Сукупний індекс векторного навантаження становив 52,12 бала.

Аналіз динаміки величини сукупного індексу переносу вірусів картоплі крилатими формами попелиць в розсаднику базового насінництва картоплі за декадами за 2021–2023 рр. засвідчив, що періоди зростання шкодочинності переносників в умовах південної частини Полісся України відмічені в період – впродовж 3 декади травня до 3 декади липня (рис. 2).

Настання критичних піків збільшення шкодочинності крилатих форм попелиць відмічено у 1 декаді червня 2022 р. та 3 декаді травня і 1 декаді червня 2023 р.

Висновки

Найпоширенішими переносниками вірусних інфекцій картоплі у сезон 2021–2023 рр. були: крушинна (*Aphis nasturtii* Kalt.), жостерова (*Aphis frangulae*

Kalt.), велика картопляна (*Macrosiphum euphorbiae* Thom.), чорна бобова попелиця (*Aphis fabae* Scop.). Персикова попелиця (*Myzus persicae* Sulz.) за високого індексу переносу вірусів картоплі (1,0 бал), через незначну її чисельність мала низький сукупний індекс шкодочинності.

Визначення динаміки величини сукупного індексу шкодочинності різних видів крилатих форм попелиць у розсаднику базового насінництва картоплі в умовах південної частини Полісся України за період вегетації 2021–2023 рр. показало, що зростанням індексу шкодочинності переносників характеризувались 1 декада червня 2022 та 2023 рр., 1 декада травня 2023 р.

Дослідженнями встановлено, що найшкодочиннішими періодами для розповсюдження тяжких вірусних інфекцій: Y -вірусу картоплі, вірусу скручування листків картоплі та інших вірусів є період – з кінця травня по липень місяць та третя декада серпня. Впродовж цих періодів із метою збереження якісних характеристик базового насінневого матеріалу картоплі необхідно застосовувати обробки насаджень інсектицидами у поєднанні з мінеральними оліями та ранню десикацію картоплиннця.

ЛІТЕРАТУРА

- Xu Y., Gray S. M. Aphids and their transmitted potato viruses: A continuous challenges in potato crops. *Journal of Integrative Agriculture*. 2020. Vol. 19, № 2. P. 367–375. DOI: 10.1016/s2095-3119(19)62842-x.
- Vushnevska O., Dmytrenko V., Zakharchuk N., Oliinyk T. Productivity and viral diseases of seed potatoes depending on the period of potato desiccation. *EUREKA: Life Sciences*. 2021. № 5. P. 26–34. DOI: 10.21303/2504-5695.2021.002067.
- Kreuze J.F., Souza–Dias J.A.C., Jeevalatha A., Figueira A.R., Valkonen J.P.T., Jones, R.A.C. Viral Diseases in Potato. *The Potato Crop: book*. Cham, 2020. P. 389–430. DOI: 10.1007/978-3-030-28683-5_11.
- Kim J., Kwon M. Population dynamics of aphid species in Korean seed potato cultivation area over four decades. *Entomological Research*. 2019. Vol. 49, № 4. P. 179–184. DOI: 10.1111/1748-5967.12348.

5. Ghosh A., Rao G. P., Baranwal V. K. Manual on transmission of plant viruses and phytoplasmas by insect vectors : manual. New Delhi 110012: Indian Agricultural Research Institute, 2019. P 46.
6. Hančinský R., Mihálik D., Mrkvová M., Candresse T., Glasa M., Plant Viruses Infecting Solanaceae Family Members in the Cultivated and Wild Environments: A Review. *Plants*. 2020. Vol. 9, № 5. P. 667. DOI: 10.3390/plants9050667.
7. da Silva W., Kutnjak D., Xu Y., Xu Y., Giovannoni J., Elena S.F., Gray S. Transmission modes affect the population structure of potato virus Y in potato. *PLOS Pathogens*. 2020. Vol. 16, № 6. P. e1008608. DOI: 10.1371/journal.ppat.1008608.
8. Radcliffe E. B., Ragsdale D. W., Surányi R. A. IPM case studies: seed potato. *Aphids as crop pests* / ed. by H. F. v. Emden, R. Harrington. Wallingford, 2022. P. 613–625. DOI: 10.1079/9780851998190.0613.
9. Фурдига М.М., Вишнеvsька О.В., Олійник Т.М., Захарчук Н.А., Рязанцев М.В., Самойліченко О.В., Шмунь С.А., Дмитренко В.П. Методичні рекомендації з польової оцінювання насаджень насінневої картоплі: методика. Вінниця: «Твори», 2023. 124 с.
10. Belabess Z., Tahiri A., Lahlali R. Contemporary perspectives on the global evolution of potato virus Y pathogen. *Indian Phytopathology*. 2024. Vol. 77. P. 13–34. DOI: 10.1007/s42360-024-00709-1.
11. Бондарчук А.А., Колтунов В.А., Олійник Т.М., Фурдига М.М., Вишнеvsька О.В., Осипчук А.А., Купріянова Т.М., Захарчук Н.А. Картоплярство: Методика дослід. справ / ред.: А. Бондарчук, В. Колтунов. Вінниця: «Твори», 2019. 652 с.
12. PVY vectors. *Fera. In-field aphid monitoring – seed potatoes*. URL: http://aphmon.fera.defra.gov.uk/pvy_vector_info.cfm.
13. Vector pressure index. *Fera. In-field aphid monitoring – seed potatoes*. URL: http://aphmon.fera.defra.gov.uk/vp_index.cfm.
14. Станкевич С.В., Горновська С.В. Методи виявлення, збору та зберігання комах: навч. посібн. Житомир: «Рута», 2022. 140 с.
15. Srinivasan R., Hall D.G., Cervantes F.A., Alvarez J.M., Whitworth J.L. Strain Specificity and Simultaneous Transmission of Closely Related Strains of a *Potyvirus* by *Myzus persica*. *Journal of Economic Entomology*. 2012. Vol. 105, № 3. P. 783–791. DOI: 10.1603/ec11310.
16. Vucetic A., Jovicic I., Petrovic-Obradovic O. The pressure of Aphids (Aphididae, Hemiptera), vectors of potato viruses. *Archives of Biological Sciences*. 2013. Vol. 65, № 2. P. 659–666. DOI: 10.2298/abs1302659v.
17. Verbeek M., Piron P.G.M., Dulleman A. M., Cupepus C., van der Vlugt R.A.A. Determination of aphid transmission efficiencies for N, NTN and Wilga strains of Potato virus Y. *Annals of Applied Biology*. 2009. Vol. 156, № 1. P. 39–49. DOI: 10.1111/j.1744-7348.2009.00359.x.

REFERENCES

1. Xu, Y., & Gray, S.M. (2020). Aphids and their transmitted potato viruses: A continuous challenges in potato crops. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(2), 367–375. DOI: 10.1016/s2095-3119(19)62842-x [in English].
2. Vushnevska, O., Dmytrenko, V., Zakharchuk, N., & Oliinyk, T. (2021). Productivity and viral diseases of seed potatoes depending on the period of potato desiccation. *EUREKA: Life Sciences*, 5, 26–34. DOI: 10.21303/2504-5695.2021.002067 [in English].
3. Kreuze, J.F., Souza–Dias, J.A.C., Jeevalatha, A., Figueira, A.R., Valkonen, J.P.T., & Jones, R.A.C. (2020). Viral Diseases in Potato. In Campos, H., & Ortiz, O. (Eds.), *The Potato Crop*. (pp. 389–430). Cham: Springer DOI: 10.1007/978-3-030-28683-5_11 [in English].
4. Kim, J., & Kwon, M. (2019). Population dynamics of aphid species in Korean seed potato cultivation area over four decades. *Entomological Research*, 49(4), 179–184. DOI: 10.1111/1748-5967.12348 [in English].
5. Ghosh, A., Rao, G.P., & Baranwal, V.K. (2019). *Manual on transmission of plant viruses and phytoplasmas by insect vectors*. Indian Agricultural Research Institute [in English].
6. Hančinský, R., Mihálik, D., Mrkvová, M., Candresse, T., & Glasa, M. (2020). Plant Viruses Infecting *Solanaceae* Family Members in the Cultivated and Wild Environments. *Plants*, 9, 5, 667. DOI: 10.3390/plants9050667 [in English].
7. da Silva, W., Kutnjak, D., Xu, Y., Xu, Y., Giovannoni, J., Elena, S.F., & Gray, S. (2020). Transmission modes affect the population structure of potato virus Y in potato. *PLOS Pathogens*, 16(6), e1008608. DOI: 10.1371/journal.ppat.1008608 [in English].
8. Radcliffe, E.B., Ragsdale, D.W., & Surányi, R.A. (2022). IPM case studies: seed potato. In H.F. V. Emden & R. Harrington (Eds.). *Aphids as crop pests*

- (pp. 613–625). Wallingford: CABI. DOI: 10.1079/9780851998190.0613 [in English].
9. Furdyga, M.M., Vushnevskaya, O.V., Oliynyk, T.M., Zakharchuk, N.A., Ryazantsev, M.V., Samoilenko, O.V., Shmun, S.A., & Dmytrenko, V.P. (2023). *Guidelines for Field Evaluation of Seed Potato Plantations*. Vinnytsia: Tvory [in Ukrainian].
 10. Belabess, Z., Tahiri, A. & Lahlali, R. (2024) Contemporary perspectives on the global evolution of potato virus Y pathogen. *Indian Phytopathology*, 77, 13–34. DOI: 10.1007/s42360-024-00709-1 [in English].
 11. Bondarchuk, A., Koltunov, V., Olijnyk, T., Furdyga, M., Vushnevskaya, O., Osypchuk, A., Kupriyanova, T., & Zaxarchuk, N. (2019). *Potato growing*. Bondarchuk, A., & Koltunov, V. (Eds.). Vinnytsia: Tvory [in Ukrainian].
 12. *PVY vectors*. (d.b.). Retrived from: http://aphmon.fera.defra.gov.uk/pvy_vector_info.cfm. [in English].
 13. *Vector pressure index*. (d.b.). Retrived from: http://aphmon.fera.defra.gov.uk/vp_index.cfm [in English].
 14. Stankevych, S., & Gornovska, S. (2022). *Methods of detection, collection and storage of insects*. Zhytomyr: Ruta [in Ukrainian].
 15. Srinivasan, R., Hall, D.G., Cervantes, F.A., Alvarez, J.M., & Whitworth, J.L. (2012). Strain Specificity and Simultaneous Transmission of Closely Related Strains of a *Potyvirus* by *Myzus persicae*. *Journal of Economic Entomology*, 105(3), 783–791. DOI: 10.1603/ec11310 [in English].
 16. Vucetic, A., Jovicic, I., & Petrovic-Obradovic, O. (2013). The pressure of Aphids (Aphididae, Hemiptera), vectors of potato viruses. *Archives of Biological Sciences*, 65(2), 659–666. DOI: doi:10.2298/abs1302659v [in English].
 17. Verbeek, M., Piron, P.G.M., Dulleman, A. M., Cupepus, C., & van der Vlugt, R.A.A. (2009). Determination of aphid transmission efficiencies for N, NTN and Wilga strains of Potato virus Y. *Annals of Applied Biology*, 156(1), 39–49. DOI: 10.1111/j.1744-7348.2009.00359.x [in English].

Levkivskiy I.V., Vyshnevskaya O.V.

Assessment of phytosanitary conditions for the production of basic seed potatoes in the Southern Polissya region of Ukraine

Aim. To monitor the population and species composition of potato virus carriers in the Polissia region of Ukraine and assess the phytosanitary conditions for the production of basic seed potatoes. **Methods.** Field, laboratory-analytical, entomological, and statistical. **Results.** In 2021–2023, monitoring on seed potato plantings in the southern part of the Polissia region of Ukraine, using yellow water traps, identified 41 to 52 aphid species. Of these, 6 to 7 species were carriers of potato viruses; these aphid species constituted 43.14–84.15% of the total number of aphids caught. The remaining 37–45 aphid species, which were attracted by the yellow traps, were associated with vegetable, fruit, and berry crops, weeds, trees, and shrubs surrounding the seed potato fields. Aphid species composition and population levels depended on weather conditions and insecticide treatments. Up to seven aphid species that are carriers of potato viral diseases were recorded on potatoes, namely: *Aphis fabae* Scop., *Aphis nasturtii* Kalt., *Aphis frangulae* Kalt., *Aulacorthum solani* Kalt., *Macrosiphum euphorbiae* Thom., *Myzus persicae* Sulz., *Rhopalosiphum padi* Lin. The most numerous vectors for transmitting potato viral infection were the species: *Macrosiphum euphorbiae* Thom., *Aphis fabae* Scop., *Aphis frangulae* Kalt., and *Aphis nasturtii* Kalt., with relatively low PVY transmission indices of 0.2, 0.1, 0.53, and 0.4, respectively. The cumulative vector load index of potato viral infections was 47.18 points in 2021, 69.48 points in 2022, and 52.12 points in 2023. **Conclusions.** A trend toward increased population and damage potential of aphid species that carry potato viruses was identified, which could lead to a higher spread of viral diseases in basic seed material.

Key words: potato, viruses, monitoring, virus transmission vectors, Merike traps, aphid species.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Левківський І.В., науковий співробітник, Інститут картоплярства НААН, RCID:0000-0001-5773-2809.

Вишневіська О.В., кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут картоплярства НААН, ORCID:0000-0002-1089-6862

Levkivskiy I.V., Research Scientist, Institute for Potato Research, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, ORCID:0000-0001-5773-2809.

Vyshnevskaya O.V., Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher, Institute for Potato Research, National Academy of Agrarian Sciences, ORCID:0000-0002-1089-6862.

Надійшла 19.06.2024

СЕЛЕКЦІЙНА ОЦІНКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКА, СТІЙКИХ ДО НЕСПРАВЖНЬОЇ БОРОШНИСТОЇ РОСИ

В.В. Кириченко, Т.М. Луценко

Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН (м. Харків, Україна)

Мета. Провести оцінку стійкості до несправжньої борошнистої роси нового вихідного матеріалу соняшника з використанням ліній-диференціаторів, що віднесені до міжнародних стандартів. Визначити продуктивність рослин та їх висоту у нових експериментальних гібридів, створених за участю ліній-носіїв стійкості до збудника несправжньої борошнистої роси (НБР) у трьох типах схрещувань, а саме: відновлені прості гібриди F_1 , гібридні комбінації з носіями генетичних детермінантів ЦЧС_{ггг} та гібридні комбінації, які отримані методом штучного запилення материнських компонентів, порівняно з двома типами комерційних гібридів-стандартів. **Методи.** Лабораторні — в умовах штучного клімату за власними методиками оцінки наявності генетичних детермінантів P_6 , що контролюють стійкість соняшника до збудника НБР, до рас 710, 730, 330, які розповсюджені у східній частині Лісостепу України. Польові випробування в умовах 2022-2023 рр., з оцінкою основних господарських ознак, на ділянках наукової сівозміни Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, за загальноприйнятими методиками випробувань та обліку рослин. **Результати.** Встановлено наявність стійкого вихідного матеріалу з робочої колекції лабораторії селекції і генетики соняшника та запозичених з Генбанку НЦГРР України. У мінливих за погодними умовами 2022-2023 рр. отримані результати досліджень щодо стійкості до НБР у лабораторних та польових випробуваннях. Доведено вплив донорів стійкості до збудника НБР, а саме: X06134BPI, X06135BPI та X777BPI на витривалість експериментальних гібридів із достовірними проявами зростання продуктивності рослин щодо стандартів, простого гібрида Кадета та трилінійного гібрида Златсон. Визначено негативний добір щодо висоти рослин, яка не перевищує зазначені стандарти, що саме позитивно впливає на формування оптимальної висоти рослини в агроценозі, який не має втрат урожайності за вирощування в умовах агровиробництва. **Висновки.** Виділено перспективні стандарти стійкості до несправжньої борошнистої роси, а саме: лінії X06135BPI (однокошикова) X06134BPI (багатокошикова) та X777BPI (закріплювач стерильності пилку), які характеризуються імунністю до збудника місцевих рас. Надана характеристика стійкості до НБР кращих нових гібридів щодо зазначених стандартів. Створено експериментальні гібриди трьох груп, а саме: відновлені за фертильністю пилку прості гібриди, стерильні прості гібриди та гібридні комбінації, які отримані за допомогою штучної кастрації материнського компонента та запилення відновниками фертильності пилку, з високою продуктивністю рослин та їх оптимальною висотою, які достовірно перевищили існуючі гібриди-стандарти Кадет і Златсон.

Ключові слова: селекція, генетичні детермінанти, продуктивність рослин, висота агроценозу, стійкість, диференціатори, оцінка господарських ознак.

Вступ. Соняшник (*Helianthus annuus* L.) є однією з найважливіших олійних культур у світі, яка знаходить широке застосування у виготовленні продуктів харчування, промисловій та енергетичній сферах.

Науковці з селекції соняшника мають завдання із забезпечення стійкості рослин до різних хвороб, що негативно впливають на врожайність та якість насіння.

Мета – провести оцінку стійкості до несправжньої борошнистої роси нового вихідного матеріалу соняшника з використанням ліній-диференціаторів, що віднесені до міжнародних стандартів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Селекція соняшника на стійкість до несправжньої борошнистої роси *Plasmopara helianthi* Novot в Україні стала нагальною проблемою у зв'язку з поширенням збудника хвороби, що пов'язано з надмірним розповсюдженням культури та унаслідок змін клімату. Відомо, що шкодочинність від дії хвороб в окремі роки може сягати до 35% втрати врожаю [1]. Мінливість факультативного патогену призводить до виникнення нових патогенних форм що спричиняє втрату стійкості ліній та гібридів [2]. Тому постійно діюча селекція соняшника має проводитися на стійкість до нових типів патогенів (рас) існуючих наразі. Існує думка щодо генетичного контролю НБР. Вона базується як на полігенному, так моногенному характері [3]. Кращі практичні результати у селекції можна досягти з поєднанням в одному генотипі обох типів стійкості.

Гени стійкості НБР було виявлено у дикорослих видів соняшника, котрі вже використані як донори. А саме ген P_6 було запозичено у дикорослого екотипа *H. annuus* [3], інші як-от P_5 , P_7 , P_8 з P_{arg} *H. tuberosus*, *H. praecox*, *H. argophyllus* [2; 4].

У сучасних умовах використовується 15 генів стійкості до НБР, які локалізовані за допомогою SSR на генетичній карті соняшника [2].

Тому, щоденно триває робота з пошуку стійкого вихідного матеріалу соняшника до збудника НБР, що має актуальність для селекційних програм, як у світі, так і в Україні. У східній частині Лісостепу в окремі роки вирує збудник НБР двох рас 730, 732, що потребують нове живильне середовище, яким є соняшник *Helianthus annuus* L.

Наші завдання у комплексній програмі ПНД-16 полягають у розвитку лабораторних та польових досліджень на новому селекційному матеріалі потенційних носіїв генів P_6 , що і стало основою викладених результатів, наших наукових пошуків як вчених Харківської школи імунологів-селекціонерів. За останні 10 років науковим колективом виділено 33 лінії соняшника, а саме відновники фертильності пилку (RfRf), вже відомі X06134BP1, X06135BP1, а згодом X777BP1_{rff} тощо. Все це надає підстави для проведення послідовних наукових досліджень із визначення особливостей прояву стійкості соняшника до збудника НБР, виділення джерел стійкості, передача до НЦГРРУ та Генбанку,

забезпечення селекційних програм вихідним матеріалом та створення комерційних гібридів, у яких поєднані стійкість до біотичних чинників із цінними господарськими ознаками, які є складовою високої генетично обумовленої врожайності та адаптивності до навколишнього середовища [5].

Матеріали та методи досліджень. Польові дослідження стійкості соняшника та оцінки прояву господарських ознак, продуктивність і висота рослин дослідні зразки у кількості 50 шт. висіяли в умовах провокаційного фону у інфекційному розсаднику наукової сівозміни IP ім. В.Я. Юр'єва НААН, де попередник соняшника у чотириріпільній ротації – просо. Сівбу проводили в оптимальні для культури строки ручними саджалками на дворядкових ділянках, з шириною міжряддя 70 см та відстань рослину у рядку – 35 см. Створення інфекційних фонів (провокаційних у польових умовах та штучних в умовах лабораторії), обліки врожайності рослин проводили за загальноприйнятими методиками [6]. Оцінку зразків в лабораторних умовах здійснювали експрес-методом [7].

Для дослідження були залучені лінії X17BO1, X82B, X1002B, X588BOг, X808B та їх стерильні аналоги, а також лінії відновники фертильності пилку X06135BP1, X06134BP1, X526BO1, X201BSu, які створені в лабораторії селекції і генетики IP ім. В.Я. Юр'єва НААН. Крім того, 30 гібридних комбінацій унаслідок схрещувань за трьома типами: прості відновлені гібриди F_1 (ЦЧС_{rff}/RfRf); прості стерильні гібриди F_1 (ЦЧС_{rff}/B_{rff}) і гібридні комбінації, які отримані методом штучного запилення після примусової кастрації різного сполучення генетичних детермінантів, що обумовлюють ріст і розвиток господарських ознак, як-от високий вміст олеїнової кислоти (Ol), стійкість проти вовчка (Or), стійкість проти гербіцидів сульфонілсечовинної групи (Su), відновлення фертильності пилку (Rf), а також стійкість до НБР (P1), що є для соняшника актуальним. У період проходження фенофаз проводили спостереження за ростом і розвитком рослини. Здійснено заміри на 10 рослинах у чотирьох повтореннях двох основних господарських ознак, продуктивність та висота рослини. За вологості 7%, збирали індивідуально кожну рослину.

Лабораторні дослідження проведено IP ім. В.Я. Юр'єва НААН у лабораторії стійкості до біотичних чинників. Ізоляцію збудника НБР робили з уражених рослин падалиці соняшника. Інокулюм розмножували на сприятливих зразках. Рослини з насінням розміщували у кліматичних камерах на три доби за температури 22 °С. Тридобові паростки

розташовували в емностях, потім інокулювали водною суспензією спор. Для приготування інокулюму змивали конідії збудника з листків ураженого зразка у воду, з обов'язковим контролем концентрації зооспор, у подальшому рослини розміщували в кліматичній камері для проникнення зооспор безпосередньо у проростки за температури 12,5 °С. Через одну добу матеріал, який перебував у сприятливих умовах для росту рослин соняшника за температури 22–24 °С. На 6-ту добу створювали вологу камеру для провокування виходу спорозношення збудника на поверхню сім'ядольних листків, з подальшим обліком на ураження патогеном. Обліки уражених рослин збудником НБР проводили за загальноприйнятими методиками [7–9].

Обробку експериментальних даних здійснено дисперсійним аналізом В.Г. Вольфа (1966) на ПК за допомогою пакету програм Microsoft Office та «Статистика 06» [10].

Результати та їх обговорення. Селекція соняшника на стійкість до НБР є складним завданням зі значною кількістю рас патогена та їх мінливістю. На сьогодні відомо понад 15 генетичних детермінантів (Pl), які обумовлюють расоспецифічну стійкість культури. Гени було виділено з різних генетичних ресурсів та встановлено їх домінуючий тип. Найбільш розповсюджені гени Pl_1 і Pl_2 вважаються присутніми в усіх селекційних зразках соняшника. У наукових дослідженнях представлено 13 ліній диференціаторів, які входять до міжнародного стандартного набору з ідентифікацією патогенів збудника НБР [11;12] (табл. 1).

У своїх роботах використали колекцію диференціаторів, яку отримано з Генбанку НЦГРРУ, лінію НА-288 – як нестійкий стандарт, але з високою стійкістю власної селекції X06134ВР1 (багатокошикова) та імунністю X06135ВР1 (однокошикова) – відновники фертильності пилку (RfRf) що є компонентами різних комерційних гібридів соняшника IP ім. В.Я. Юр'єва НААН.

На сьогодні маркованими і найбільш цінним є джерело гену Pl_{ARG} , який зумовлює універсальну стійкість до усіх відомих рас *P. helianthi* [13].

Вчені НЦНССГІ дослідили 16 міросателітів першої групи зчеплення (LG_1) з метою ідентифікації маркерів гену Pl_{ARG} . Не менш важливим напрямом у селекції соняшника на стійкість до НБР є пошук носія гену Pl_6 , який обумовлює стійкість до 11 разів, а саме до 710, 730 і 330 найбільш розповсюдженими у східній частині Лісостепу України. Тому у 2022-2023 рр. було проведено дослідження щодо поширеності хвороби на дослідних полях 50 зразків соняшнику власної селекції.

В умовах провокаційного фону розповсюдженість НБР на вивчених зразках коливалась від 0,0% до 25,5% уражених рослин. Рівень інфекційного фону був достатнім для диференціації досліджуваного матеріалу за стійкістю. Дуже висока стійкість відмічена у лініях X0634ВР1, X06135ВР1 та X777ВР1 і їх комбінації як прямого та зворотного схрещування, що дало можливість використовувати саме їх як стандарт в оцінці селекційного матеріалу (табл. 2).

Випробування ліній X06134ВР1 і X06135ВР1 та X777ВР1 (закріплювач стерильності) у схрещуваннях

Таблиця 1. Характеристика ліній-диференціаторів [11; 12]

Назва	Гени, які забезпечують стійкість	Рівень НБР, до яких рас забезпечена стійкість
НА-288	–	Нестійка
RNA-265	Pl_1	100
RNA-274	Pl_1, Pl_2	100, 300, 304, 310, 330, 334
DM-2	Pl_2, Pl_5	100, 300, 304, 700, 703
PM-13	Pl_2, Pl_5	100, 300, 700, 703
PM-17	Pl_5	100, 300, 304, 310, 700, 710, 703, 714
803-I	Pl_8	100, 300, 304, 330, 334, 700, 710, 714, 730, 733, 734
HA-R4	Pl_2, Pl_{13}	100, 300, 304, 330, 334, 700, 710, 714, 730, 734, 770
HA-R5	Pl_2, Pl_{13}	100, 300, 304, 330, 334, 700, 710, 714, 730, 734, 770
QHP-1	Pl_8, Pl_{13}	100, 300, 304, 330, 334, 700, 710, 714, 730, 734, 770
FT-226 (аналог QHP-1)	Pl_8, Pl_{13}	100, 300, 304, 330, 334, 700, 710, 714, 730, 734, 770
HA-335	Pl_1, Pl_2, Pl_6	100, 300, 330, 700, 710, 730, 733, 770
RNA-419	Pl_{ARG}	Універсально стійка

різного типу показали недостатність одного з батьківських компонентів у забезпеченості високої та дуже високої стійкості до збудника НБР. Оскільки тільки у комбінаціях Cx777AP1/X06134BP1, Cx777AP1/X06135BP1 вдалося досягти абсолютну стійкість, що важливо у гетерозисній селекції. Тому, за створення простих відновлених та простих стерильних F₁ необхідно використовувати лінії, які мають достовірну імунну характеристику стійкості до збудника НБР, що є основним фактором у подальшій проблемі зниження рівня пошкодження соняшника в агроценозах.

Важливо, щоб ознака стійкості до НБР поєднувалась із високою продуктивністю та оптимальною висотою рослин.

Найбільшу цінність у селекції соняшника становлять лінії та гібридні комбінації (третій тип),

які слугують вихідним матеріалом для отримання інбредних ліній нового покоління, що поєднують у собі генетичні детермінанти корисних господарських ознак, як-от: високий вміст олеїнової кислоти, стійкість до вовчка, основних хвороб, стійкість проти гербіцидів сульфонілсечовинної групи. Мають різні типи рослин за габітусом (однокошиковий, багатокошиковий), стовідсоткову здатність до відновлення фертильності пилку (RfRf), різні за вегетаційним періодом і стійкості до збудника НБР. У табл. 2 представлені такі гібридні комбінації, які відповідають сучасним вимогам.

Крім того, важливо, щоб вказані ознаки поєднувались з високою продуктивністю рослин та їх висотою. Найбільшу цінність для селекційних програм у гетерозисної селекції мають лінії, гібридні комбінації

Таблиця 2. Імунологічна характеристика гібридів першого покоління соняшника на стійкість до збудника несправжньої борошнистої роси (2022-2023 рр.)

Тип гібриду	Гібридна комбінація	К-ть рослин на рядок	К-ть рослин уражених НБР	Ураженість, %	Бали ураження	Ступінь ураження, %
Прості відновлені гібриди	Cx588AOr/X06135BP1	20	1	5,00	7	Висока стійкість
	Cx588AOr/X06134BP1	20	1	5,00	7	Висока стійкість
	Cx808A/X06135BP1	21	1	4,76	7	Висока стійкість
	Cx808A/X06134BP1	22	1	4,55	7	Висока стійкість
	Cx82A/X06135BP1	21	1	4,76	7	Висока стійкість
	Cx82A/X06134BP1	22	1	4,55	7	Висока стійкість
	Cx777AP1/X06135BP1	22	0	0,00	9	Дуже висока стійка
	Cx777AP1/X06134BP1	21	0	0,00	9	Дуже висока стійка
Прості стерильні гібриди	Cx777AP1/X17BO1	22	0	0,00	9	Дуже висока стійка
	Cx777AP1/X588BOr	21	1	4,76	7	Висока стійкість
	Cx777AP1/X808B	20	0	0,00	9	Дуже висока стійка
	Cx777AP1/X82B	20	0	0,00	9	Дуже висока стійка
	Cx777AP1/X1002B	22	0	0,00	9	Дуже висока стійка
Гібриди с кастрацією материнської лінії	X06135BP1/X17BO1	19	0	0,00	9	Дуже висока стійка
	X06135BP1/X588BOr	22	1	4,55	7	Висока стійкість
	X06135BP1/X526BO1	20	1	5,00	7	Висока стійкість
	X06134BP1/X17BO1	15	0	0,00	9	Дуже висока стійка
	X06134BP1/X588BOr	20	1	5,00	7	Висока стійкість
	X201BSu/X06135BP1	20	1	5,00	7	Висока стійкість
	X201BSu/X06134BP1	20	1	5,00	7	Висока стійкість
Стандарти стійкості	X06135BP1/X777BP1	10	0	0,00	9	Дуже висока стійка
	X06135BP1/X06134BP1	20	0	0,00	9	Дуже висока стійка
	X06134BP1/X06135BP1	14	0	0,00	9	Дуже висока стійка

Таблиця 3. Характеристика нових гібридних комбінацій за основними господарськими ознаками, зі стійкістю до НБР, порівняно з комерційними гібридами соняшника

Тип гібридів	Батьківські компоненти гібридів	Середня продуктивність, г		Гібриди-стандарти				Середня висота, см				Гібриди-стандарти			
		2022	2023	Простий F ₁	Кадет	Трилінійний F ₁		2022	2023	Простий F ₁	Кадет	Трилінійний F ₁		2022	2023
						Відхилення, %	Златсон					Відхилення, %	Златсон		
Прості відновлені F ₁ (A/RFR)	Cx17AOI / X06135BP1	70,33	58,00	45,52	15,29	33,54	-3,13	144,60	142,20	-14,74	-20,78	-6,13	-20,63		
	Cx588AOg / X06135BP1	74,64	72,75	54,48	44,46	41,77	21,50	123,20	136,10	-27,36	-24,18	-28,58	-25,35		
	Cx588AOg / X06134BP1	81,00	83,54	67,59	66,05	54,66	39,52	152,20	153,75	-10,26	-14,35	-12,72	-16,35		
	Cx777AP1 / X17BO1	80,67	76,59	66,90	52,16	53,16	27,85	157,00	158,50	-7,43	-11,70	-8,93	-13,76		
Прості стерильні F ₁ (A/B ^{HT})	Cx777AP1 / X588BOg	69,67	68,34	44,14	37,03	31,23	15,14	158,00	158,40	-6,37	-11,75	-7,89	-13,31		
	Cx777AP1 / X1002B	71,33	74,92	47,59	48,92	35,44	25,13	161,40	147,00	-5,42	-6,65	-6,97	-19,57		
	X06135BP1 / X526BO1	86,00	74,80	77,93	48,68	63,19	24,93	161,08	159,81	-5,29	-2,87	-4,99	-3,09		
Міжілейні F ₁ зі штучною кастрацією	X526BO1 / X06134BP1	66,33	91,00	3,03	80,88	20,25	52,98	162,40	169,70	-4,25	-3,57	-5,80	-2,23		
	X201BSu / X06135BP1	77,00	67,17	53,20	33,23	40,51	11,95	162,20	173,10	-4,36	-3,57	-5,92	-5,72		
	X201BSu / X06134BP1	71,33	85,12	47,59	69,19	35,44	42,16	163,80	175,60	-3,41	-2,17	-4,99	-4,46		
HiP ⁰⁵		4,13	6,42	13,46	12,71	8,52	10,80	8,32	8,72	4,88	5,20	4,77	5,46		

та подальші інбредні покоління з підвищеною продуктивністю однієї рослини, що тісно пов'язана з урожайністю, також залежність від контрольованої щільності рослин на одиниці площі.

У табл. 3 наведено результати дворічних досліджень нових кращих гібридних комбінацій із продуктивності та висоти рослин щодо гібридів власної селекції, які вже допущені у виробництво України, а саме простий гібрид соняшника Кадет та трилінійний Златсон (табл. 3).

Отримані достовірні дані щодо перевищення стандартів за продуктивністю рослин новими експериментальними гібридами, які стійкі до НБР зі значним зниженням висоти від 2,87% до 28,54%. Це відрізняє їх попередньо створених власних гібридів із середньою висотою в агроценозі до 175,6 см, що призводить до втрат урожайності за перестою та збирання. Новостворені гібриди мають оптимальний тип рослин соняшника, що здатний витримувати навантаження повноцінного кошика з продуктивністю насіння 70–85 г з рослини при абсолютній стійкості до збудника несправжньої борошнистої роси в умовах східної частини Лісостепу.

Експериментальні гібриди першого типу (табл. 3) з визначеними параметрами основних господарських ознак спрямовані до розсадника випробування; другого типу – до створення трилінійних гібридів як материнських компонентів, які рентабельні у насінництві; третього типу – до розсадника для отримання інбредних поколінь із характеристикою зазначених корисних ознак для перевірки на здатність відновлювати фертильність пилку [14;15].

Дані табл. 3 свідчать про нестабільність прояву ознаки середньої продуктивності рослини соняшника

під впливом погоднокліматичних умов у роки випробування. Однак вказує на стабільність значного перевищення кращими експериментальними гібридами стандартів в умовах дослідного поля. Нові гібриди F_1 стабільно мають середню висоту рослин достовірно меншу, ніж у гібридів Кадет і Златсон, що характеризує їх конкретні переваги порівняно з раніше створеними гібридами, що створені з іншого вихідного матеріалу.

Отже, використання у схрещуваннях нових ліній соняшника, стійких до НБР дає можливість мати основні групи гібридних комбінацій, які конкурують з раніше створеними гібридами допущеними до поширення в агропідприємствах України. Це свідчить про поступове закріплення ефекта гетерозиса в ході добору ліній із високою продуктивністю рослин, їх оптимальною висотою та стійкістю до несправжньої борошнистої роси.

Висновки

Виділено перспективні власні стандарти стійкості до несправжньої борошнистої роси, а саме лінії Х06135ВР1 (однокошикова), Х06134ВР1 (багатокошикова) та Х777БР1 (закріплювач стерильності пилку), які характеризуються імунністю до збудника місцевої раси. Надана характеристика стійкості до НБР кращих нових гібридів щодо зазначених стандартів. Створено експериментальні гібриди трьох груп, а саме: відновлені за фертильністю пилку, стерильні прості гібриди та гібридні комбінації, які отримані за допомогою штучної кастрації материнського компонента та запиленні відновниками фертильності пилку, з високою продуктивністю й оптимальною висотою рослин в агроценозі, які стабільно перевищили гібриди-стандарты Кадет і Златсон.

ЛІТЕРАТУРА

1. Трибель С.О., Гетьман М.В., Стригун О.О. та ін. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб. Київ: Колоб'іг, 2010. 392 с.
2. Jocić S., Miladinović D., Imerovski I. Towards sustainable downy mildew resistance in sunflower. *Helia*. 2012. V. 35, N. 56. P. 61–72.
3. Tourvieille de Labrouhe D., Serre F., Walser P., Roche S., Vear F. Quantitative resistance to downy mildew (*Plasmopara halstedii*) in sunflower (*Helianthus annuus*). *Euphytica*. 2008. № 164 (2). P. 433–444.
4. Miller J.F., Gulia T.J. Inheritance of resistance to race 4 of downy mildew derived from interspecific crosses in sunflower. *Crop Science*. 1991. V. 31, N. 1. P. 40–43.
5. Каталог вихідного матеріалу соняшнику на стійкість до збудника несправжньої борошнистої роси. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Є. Ю. Кучеренко, Т.М. Луценко, В.В. Кириченко та ін. Харків, 2023. 12 с.
6. Петренко В.П., Кириченко В.В., Черняєва І.М. та ін. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів: навч. посіб./ за ред. академіка НААН В.В. Кириченка, члена-кореспондента НААН В.П. Петренкової. Харків: ІР ім. В. Я. Юр'єва, 2012. 320 с.

7. Долгова Е.М., Аладына З.К., Михайлова В.Н. Экспресс-метод оценки подсолнечника на устойчивость к ложной мучнистой росе. Селекция и семеноводство. Республ. межведомств. тематич. научн. сб. Киев, 1990. Вып 68. С. 50–55.
8. Методика оцінки вихідного матеріалу польових культур на стійкість до біотичних чинників в умовах лабораторії / Є. Ю. Кучеренко, Т.М. Луценко, Л.Н. Кобизева, В.В. Кириченко та ін. / Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Харків, 2023. С. 18-19.
9. Визначення рівня стійкості вихідного матеріалу польових культур до комплексу стресових чинників: методичні рекомендації / Є.Ю. Кучеренко, Л.Н. Кобизева, В.В. Кириченко та ін. Харків: ФОП Бовін О.В., 2020. С. 57-58.
10. Вольф В.Г. Статистическая обработка данных. М., 1966. С. 166–234.
11. Mouzeyar S., Tourvieille de Labrouhe D., Vear F. Histopathological studies of resistance of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to downy mildew (*Plasmopara halstedii*). *J. Phytopathology*. 1993. № 139. P. 289–297.
12. Herbette S., Lenne C., de Labrouhe D.T., Drevet J.R., Roeckel-Drevet P. Transcripts of sunflower antioxidant scavengers of the SOD and GPX families accumulate differentially in response to downy mildew infection, phytohormones, reactive oxygen species, nitric oxide, protein kinase and phosphatase. *Physiol. Plant*. 2003. № 119(3). P.418–428.
13. Radwan O., Mouzeyar S., Venisse J.S., Nicolas P., Bouzidi M.F. Resistance of sunflower to the biotrophic oomycete *Plasmopara halstedii* is associated with a delayed hypersensitive response within the hypocotyl. *J. Exp. Bot.* 2005. № 56 (420). P. 2683–2693.
14. Петренко В.П., Кириченко В.В., Черняєва І.М. та ін. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів: навч. посіб. за редакцією, В.П. Петренкої. ІР Харків: ім. В.Я. Юр'єва, 2012. 320 с.
15. Соняшник. Спеціальна селекція: моногр. / Кириченко В.В., Макляк К.М., Петренко В.П., та ін. Харків, 2020. 496 с.

REFERENCES

1. Trybel S.O., Hetman M.V., Stryhun O.O. et al. (2010). Methodology for evaluating the resistance of wheat cultivars to pests and pathogens. Kyiv. Kolobih. 392 p. [in Ukrainian].
2. Jocić S., Miladinović D., Imerovski I. (2012). Towards sustainable downy mildew resistance in sunflower. *Helia*, 35, 56, 61–72 [in English].
3. Tourvieille de Labrouhe D., Serre F., Walser R., Roche S., Vear F. (2008). Quantitative resistance to downy mildew (*Plasmopara halstedii*) in sunflower (*Helianthus annuus*). *Euphytica*, 164 (2), 433–444 [in English].
4. Miller J.F., Gulia T.J. (1991). Inheritance of resistance to race 4 of downy mildew derived from interspecific crosses in sunflower. *Crop Science*, 31, 1, 40–43 [in English].
5. Catalog of sunflower starting materials for resistance to the causative agent of downy mildew (2023). Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS. Ye. Yu. Kucherenko, T.M. Lutsenko, V.V. Kyrychenko, et al. 12 p. [in Ukrainian].
6. Petrenkova V.P., Kyrychenko V.V., Cherniaieva I.M., et al. (2012). Basics of field crop breeding for resistance to harmful organisms: manual. Ed. by NAAS Academician V.V. Kyrychenko, NAAS Corresponding Member V.P. Petrenkova. Kharkiv, PPI and V.Ya. Yuriev. 320 p. [in Ukrainian].
7. Dolgova Ye.M., Aladyina Z.K., Mykhaylova V.N. (1990). Express method of evaluating sunflowers for resistance to downy mildew. *Breeding and Seed Production. Republic interagency thematic scientific collection*, 68, 50–55 [in Russian].
8. Method for evaluating field crop starting materials of for resistance to biotic factors in the laboratory (2023). Ye. Yu. Kucherenko, T.M. Lutsenko, L.N. Kobyzeva, V.V. Kyrychenko, et al. Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS, Kharkiv. P. 18-19 [in Ukrainian].
9. Determination of resistance of field crop starting materials to a set of stressors (2020). Methodical guideline / Ye. Yu. Kucherenko, L.N. Kobyzeva, V.V. Kyrychenko, et al. Kharkiv. Sole proprietor Bovin O.V. P. 57-58 [in Ukrainian].
10. Volf V.G. (1966). Statistical processing of data. M. P. 166–234 [in Russian].
11. Mouzeyar S., Tourvieille de Labrouhe D., Vear F. (1993). Histopathological studies of resistance of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to downy mildew (*Plasmopara halstedii*). *J. Phytopathology*, 139, 289–297 [in English].
12. Herbette S., Lenne S., de Labrouhe D.T., Drevet J.R., Roeckel-Drevet R. (2003). Transcripts of sunflower antioxidant scavengers of the SOD and GPX families accumulate differentially in response to downy

- mildew infection, phytohormones, reactive oxygen species, nitric oxide, protein kinase and phosphatase. *Physiol. Plant.* 119(3), 418–428 [in English].
13. Radwan O., Mouzeyar S., Venisse J.S., Nicolas R., M.F. Bouzidi. (2005). Resistance of sunflower to the biotrophic oomycete *Plasmopara halstedii* is associated with a delayed hypersensitive response within the hypocotyl. *J. Exp. Bot.*, 56 (420), 2683–2693 [in English].
 14. Petrenkova V.P., Kyrychenko V.V., Cherniaieva I.M., et al. (2012). Basics of field crop breeding for resistance to harmful organisms: manual. Ed. by Petrenkova. Kharkiv, PPI and V.Ya. Yuriev. 320 p. [in Ukrainian].
 15. Sunflower. Special breeding. Monograph (2020) / Kyrychenko V.V., Makliak K.M., Petrenkova V.P., et al. Kharkiv. 496 p. [in Ukrainian].

Kyrychenko V.V., Lutsenko T.M.

Breeding assessment of experimental downy mildew-resistant sunflower hybrids

Aim. To determine the resistance of new sunflower starting materials to downy powdery mildew using differentiator lines. To determine the stability of plant performance and height in F_1 derived from lines - donors of resistance to downy mildew in three crossing types in comparison with reference accessions bred by us. **Methods.** Using our own methods, to assess the presence of genetic determinants *Pl*, which control resistance of lines and hybrids to the pathogens of downy mildew races 710, 730, and 330, which are distributed in the eastern Forest-steppe of Ukraine, in an artificial climate. Field trials in 2022-2023 were done with assessments of major economically valuable features by conventional methods. **Results.** The results of the breeding assessments of the new sunflower starting materials for resistance to downy mildew in the laboratory and field trials were obtained. The effect of donors of resistance to the pathogen, *Plasmopara helianthi*, such as X06134BPI, X06135BPI, and X777BPI, on the endurance of new F_{1s} with a significant increase in the plant performance compared to the check accessions (simple hybrid “Kadet” and three-line hybrid “Zlatson”) was proven. Negative selection was demonstrated for plant height: new plants were not taller than reference ones. It has a positive effect on plant height in an agrocenosis, which does not decrease its yield when grown in the conditions of current agriculture production. **Conclusions.** Promising reference accessions of resistance to downy mildew were identified: line X06135BPI (minidisc), X06134BPI (multidisc), and X777BPI (pollen sterility fixer), which are immune to the causative agent of downy mildew local races. The resistance of the best new hybrids to downy mildew in comparison with the specified references was characterized. Experimental hybrids of three groups: restored simple hybrids, sterile simple hybrids, and hybrid combinations obtained by artificial hybridization, were created. They are noticeable for high plant performance and optimal height and significantly better than the existing reference hybrids, “Kadet” and “Zlatson”.

Key words: breeding, downy mildew, genetic determinants, plant performance, agrocenoses height, resistance, differentiators, assessments of economic features.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Кириченко В.В., доктор с.-г. наук, професор, академік НААН, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, ORCID: 0000-0002-3014-4387.

Луценко Т.М., аспірантка, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, м. Харків, Україна, e-mail: lutsenko130490@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5084-7443.

Kyrychenko V.V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of NAAS, Yuriev Plant Production Institute of NAAS, ORCID: 0000-0002-3014-4387.

Lutsenko T.M., post-graduate student, Yuriev Plant Production Institute of NAAS, Kharkiv, Ukraine, e-mail: lutsenko130490@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5084-7443.

Надійшла 10.06.2024

ГІБРИДИЗАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЦЧС ЛІНІЙ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ УМАНСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ В СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОГО СОРТОВИПРОБУВАННЯ «БЕТАІНТЕРКРОС»

С.Г. Труш, О.О. Парфенюк, Л.О. Баланюк, В.М. Татарчук

Дослідна станція тютюництва ННЦ «ІЗ НААН» (м. Умань, Україна)

Мета. Вивчити гібридизаційний потенціал ЦЧС ліній та створити високопродуктивні гібриди буряків цукрових на стерильній основі. **Методи.** Польовий (закладання дослідів, фенологічні спостереження і обліки), лабораторний (визначення технологічних якостей цукросировини), вимірювально-ваговий (визначення структури врожаю), статистичний (математична обробка отриманих результатів досліджень). **Результати.** Установлено критерії добору батьківських компонентів за формування експериментальних гібридів буряків цукрових на стерильній основі в селекції на гетерозис. Доведено істотний вплив базової продуктивності ЦЧС ліній на їх продуктивний потенціал. Найбільш високопродуктивні гібриди буряків цукрових на стерильній основі (СЦ160836, СЦ160119, СЦ160810, СЦ160931, СЦ170529) створено за використання ЦЧС ліній 2101, 2119 і 2121, що характеризувалися високими ефектами ЗКЗ і варіансами СКЗ. За збором і виходом цукру з гектара вони перевищують груповий стандарт на 6,6–15,6% і 7,8–21,3% відповідно. Найпродуктивніший гібрид СЦ 160836 селекції ДСТ ННЦ «ІЗ НААН», за цими показниками перевершив стандарт на 15,6% і 21,3%, відповідно. **Висновки.** Результати досліджень свідчать про значний гібридизаційний потенціал ЦЧС ліній уманської селекції. Для генетичної регуляції елементів продуктивності гібридів буряків цукрових на стерильній основі добір батьківських компонентів необхідно вести комплексно за комбінаційною здатністю, рівнем їх базової продуктивності та низкою інших селекційно-генетичних ознак. Найбільш високопродуктивні комбінації схрещування отримано на базі ЦЧС ліній із високою специфічною комбінаційною здатністю. Крайні гібриди буряків цукрових, сформовані з використанням відповідних ЦЧС ліній і багаторосткових запилювачів різного походження, забезпечують гарантований приріст у 8–16% за збором і 8–21% за виходом цукру з гектара.

Ключові слова: селекційні матеріали, запилювач, топкрос, гібрид, продуктивність.

Вступ. Одним із перспективних шляхів підвищення ефективності роботи галузі цукровиробництва є створення високопродуктивних, адаптованих до умов довкілля одноросткових гібридів буряків цукрових на ЦЧС основі [1; 2]. Особливо вагомо вплив генотипу рослин, а зокрема їх адаптивний потенціал проявляється в останні роки за умов глобального потепління, коли мають місце помітне підвищення температури повітря і ґрунту, тривалі бездощові періоди. Такі погодні умови призводять до стресового стану рослин буряків цукрових і різкого зниження їх продуктивності, поширення хвороб і шкідників, погіршення якості продукції [3–5]. Саме тому проблема створення нового вихідного матеріалу для селекції комбінаційноздатних батьківських компонентів та високопродуктивних гібридів буряків цукрових на стерильній основі є досить актуальною [6].

Мета досліджень – вивчити гібридизаційний потенціал ЦЧС ліній та створити високопродуктивні гібриди буряків цукрових на стерильній основі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед біологічних явищ, використання яких у сільськогосподарських культур дає змогу значною мірою в найкоротші строки підвищити їх продуктивність на перше місце треба поставити гетерозис. Він проявляється в підвищенні життєздатності та продуктивності гібридів першого покоління порівняно з вихідними батьківськими формами [7; 8].

У процесі вивчення генетичних причин гетерозису виникло поняття комбінаційної здатності. Під високою комбінаційною цінністю розуміється здатність компонентів схрещування давати гетерозисне гібридне потомство [8; 9]. На думку багатьох вчених комбінаційна здатність спадкується, що створює

передумови для ведення селекції на високу комбінаційну цінність за продуктивністю так само, як і за іншими кількісними ознаками [10–12].

Для отримання необхідних селекціонеру даних про комбінаційну цінність, створених ліній, існує один надійний шлях – схрещування з наступним випробуванням гібридного потомства [13]. Мірилом комбінаційної здатності в більшості випадків слугують урожайність коренеплодів та їх цукристість, тобто ознаки прояву гетерозису, за якими є найбільш важливим. Однак, визначення комбінаційної здатності можливо і за багатьма іншими ознаками, які можуть цікавити селекціонера. Це облистяність і габітус рослин, скороспілість, стійкість до негативного впливу біотичних і абіотичних чинників навколишнього середовища та ін.

За випробування гібридів, отриманих шляхом схрещування однієї лінії з багатьма іншими, легко виявити варіювання величини гетерозису за окремими гібридними комбінаціями [7]. Тому, комбінаційна цінність лінії може бути виражена двома способами: середньою величиною гетерозису, що спостерігається за всіма гібридними комбінаціями і відхиленнями від цієї величини у тій чи іншій конкретній комбінації. Перша величина характеризує загальну комбінаційну здатність, а друга специфічну. Необхідність поділу поняття комбінаційної здатності на два види обґрунтували теоретично і довели експериментальним шляхом американські селекціонери Спрег Г.Ф. і Тейтум Л.А. [14].

Окрім оцінки комбінаційної здатності в селекції буряків цукрових на гетерозис необхідно проводити вивчення ліній-компонентів схрещування за базовою продуктивністю, стерильністю–фертильністю пилку, плідністю насіння та іншими ознаками. Високі показники їх прояву обумовлюють стабільний гетерозисний ефект за основними господарсько-цінними ознаками у гібридів буряків цукрових на стерильній основі [6].

Генетичний внесок батьківських компонентів схрещування в гібриди знаходиться в прямій залежності від рівня власної продуктивності кожного та їх взаємодії в процесі схрещування. За цих умов особливо великого значення набуває питання формування та селекційного підтримування продуктивного і гібридизаційного потенціалу батьківських компонентів гібридів буряків цукрових на стерильній основі. Відомо, що між продуктивністю інбредних ліній та їх комбінаційною здатністю існує не дуже висока, але очевидна позитивна кореляція. Тому,

з практичної сторони селекція відносно високопродуктивних інбредних ліній є одночасно селекцією на високу комбінаційну здатність [10; 12].

Оцінка компонентів гібридизації за комплексом селекційно-генетичних ознак вимагає значних затрат часу, праці та засобів у межах загальної програми селекції.

З цією метою співробітниками Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН було розроблено селекційну програму досліджень «Бетаінтеркрос», яка дає змогу всебічно оцінити комбінаційну здатність батьківських форм і створити високопродуктивні гібриди, адаптовані до вирощування в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Для визначення генетичної цінності вихідних форм використовують топкросні схрещування з тестерами різної генетичної структури. Показником комбінаційної здатності слугують продуктивність гібридів як за врожайністю коренеплодів, так і збором цукру, що є практично найбільш важливими складовими прояву гетерозису [15; 16].

Матеріали та методи досліджень. Експериментальні дослідження проведено на Дослідній станції тютюництва ННЦ «ІЗ НААН» та мережі наукових установ, що беруть участь у програмі «Бетаінтеркрос». До польових дослідів було залучено сім одностовкових ЦЧС ліній селекції ДСТ ННЦ «ІЗ НААН» і 13 багаторосткових запилювачів різного генетичного походження селекції наукових установ, учасників програми «Бетаінтеркрос». Створення пробних гібридів буряків цукрових проведено шляхом топкросних схрещувань ЦЧС ліній із відповідним набором багаторосткових запилювачів. Оцінку продуктивності створених гібридів здійснено в сортовипробуваннях семи дослідно-селекційних станцій мережі ІБК і ЦБ НААН, розташованих у різних еколого-географічних зонах. Випробування здійснено методом рендомізованих блоків за загальноприйнятою методикою. Елементи продуктивності оцінювали на фоні групового стандарту до якого входило три вітчизняні гібриди буряків цукрових під кодовими номерами M_1 , M_2 , M_3 . Комбінаційну здатність ЦЧС ліній обраховували за методикою В. К. Савченка [17]. Статистичний обробіток результатів досліджень виконано за методикою В.О. Єщенка [18].

Результати та їх обговорення. Створення лінійних матеріалів буряків цукрових напряму пов'язано з явищем інбредної депресії за низкою господарсько-цінних ознак. Врахування цього чинника

Таблиця 1. Базова продуктивність ЦЧС ліній уманської селекції, 2020–2022 рр.

Шифр ЦЧС лінії	Племінне позначення	Показники до групового стандарту, %			
		урожайність коренеплодів	вміст цукру	збір цукру	вихід цукру
2101	ЦЧС 3211/К-й	105,3	95,7	101,0	101,2
2116	ЦЧС 370/Імп.	102,7	98,4	101,1	101,2
2117	ЦЧС 2№ /130	94,7	98,1	92,9	95,4
2119	ЦЧС 365/Імп	103,9	97,8	101,7	101,8
2120	ЦЧС 8.131/Імп.	96,1	95,0	91,2	94,2
2121	ЦЧС 43/К-й	104,1	97,3	101,4	102,0
2128	ЦЧС 393/Імп.	103,3	98,0	101,5	101,7
<i>НІР₀₅</i>		2,7	1,8	1,7	1,8

особливо важливе за добору батьківських компонентів схрещування, які окрім комбінаційної здатності повинні мати високий рівень прояву інших селекційно-генетичних і господарсько-цінних ознак.

Оцінка базової продуктивності ЦЧС ліній уманської селекції свідчить, що більшість з них, окрім ЦЧС 2117 і ЦЧС 2120, характеризуються високою урожайністю коренеплодів. Перевищення групового стандарту становить 2,7–5,3% (табл. 1).

Вміст цукру в їх коренеплодах був нижчим і варіював у межах 95,0–98,4% до стандарту. За комплексними ознаками збір і вихід цукру з гектара п'ять ЦЧС ліній були на рівні стандарту. Абсолютні значення продуктивності групового стандарту першого блоку сортопробування за врожайністю коренеплодів становили 54,1 т/га, вмістом цукру 18,0%, збором цукру 9,74 т/га і виходу цукру 9,85 т/га.

Одним із найбільш важливих показників якості материнського компоненту є одноростковість насіння. Це ключова селекційна ознака, яка забезпечує

можливість вирощування буряків цукрових за інтенсивними технологіями без затрат ручної праці.

Рівень одноростковості насіння ЦЧС ліній уманської селекції за результатами оцінки в програмі «Бетаінтеркрос» був досить високим (94–97%). Найвищим проявом цієї ознаки характеризувалися ЦЧС лінії 2117, 2121 і 2120 (табл. 2).

Другою важливою генетичною ознакою в селекції буряків цукрових на гетерозис є стерильність пилку в рослин ЦЧС ліній 2-го року вегетації. Високий прояв цієї ознаки гарантує повну гібридність насіння і максимальне використання ефекту явища гетерозису за основними господарсько-цінними ознаками. Стерильність пилку ЦЧС ліній уманської селекції варіювала у межах 93–98%. Фертильні рослини були повністю відсутні, а частка стерильних II-го типу (за класифікацією Ф. Оуена) сягала 2–7%.

Для встановлення гібридаційного потенціалу ЦЧС ліній і багаторосткових запилювачів селекції мережі наукових установ ІБК і ЦБ НААН було

Таблиця 2. Характеристика ЦЧС ліній буряків цукрових за одноростковістю насіння, стерильністю пилку та гібридаційним потенціалом за всіма комбінаціями схрещування, 2021–2023 рр.

Шифр ЦЧС лінії	Одноростковість насіння, %	Стерильність пилку, %	Кількість експериментальних гібридів, шт.	Показники до групового стандарту, %			
				урожайність коренеплодів	вміст цукру	збір цукру	вихід цукру
2101	95,1	97,0	8	98,2	101,1	99,5	101,7
2116	94,5	98,4	8	94,3	102,4	98,7	99,3
2117	96,3	95,6	10	97,6	100,8	98,8	100,8
2119	94,6	93,5	7	100,6	100,7	101,1	102,7
2120	97,4	97,9	10	96,2	101,7	98,2	99,8
2121	96,3	95,7	8	98,2	102,0	100,3	101,1
2128	95,1	98,1	10	97,2	101,2	98,4	100,5
<i>НІР₀₅</i>		–	–	2,7	1,8	1,7	1,8

створено експериментальні гібриди буряків цукрових, продуктивність яких вивчено в системі екологічного сортовипробування «Бетаінтеркрос» на фоні групового стандарту. Показники продуктивності групового стандарту другого блоку випробувань становили за врожайністю коренеплодів – 54,0 т/га, вмістом цукру – 18,2%, збором цукру – 9,82 т/га, виходом цукру – 9,98 т/га.

Установлено, що продуктивність експериментальних гібридів ЦЧС ліній уманської селекції за всіма комбінаціями схрещування була досить високою. Порівняно з груповим стандартом збір цукру з гектара варіював у межах 98,2–101,1%, вихід цукру 99,3–102,7%. Найвищим гібридизаційним потенціалом за відповідними господарсько-цінними ознаками характеризувалися ЦЧС лінії 2121 і 2119.

Однак, це комплексні показники. У розрізі їх складових більше варіювання спостерігалось за врожайністю коренеплодів, що насамперед обумовлено гетерозисними ефектами від взаємодії батьківських компонентів. Показники вмісту цукру в коренеплодах були більш стабільними за своїм проявом і варіювали в менших межах.

За результатами продуктивності експериментальних гібридів та їх батьківських компонентів визначено загальну (ЗКЗ) і специфічну (СКЗ) комбінаційну здатність ЦЧС ліній уманської селекції. Найвищими ефектами ЗКЗ за ознаками «урожайність коренеплодів», «збір цукру» і «вихід цукру» характеризувалися ЦЧС лінії 2101, 2119 і 2121. За їх участі отримано найбільшу кількість високопродуктивних комбінацій схрещування, що істотно переважали груповий стандарт.

Низькі ефекти ЗКЗ спостерігалися в ЦЧС ліній 2128, 2120, 2116 і 2117. У ЦЧС ліній 2118, 2128 це пояснюється їх низьким гібридизаційним потенціалом, а ліній 2117 і 2120 низькою базовою продуктивністю, коли компенсаційний комплекс генів не зміг забезпечити повного погашення прояву інбредної депресії батьківських компонентів за найбільш важливими господарсько-цінними ознаками у новостворених генотипах.

За ознакою «вміст цукру» в коренеплодах, що контролюється меншою кількістю генів, не спостерігалось значного варіювання. У більшості випадків її прояв був обумовлений базовими показниками батьківських компонентів гібридів і характеризувався проміжним типом спадкування.

Наступним етапом досліджень було визначення специфічної комбінаційної здатності ЦЧС ліній. Установлено, що лінії 2116, 2117, 2120 і 2128 з низькими варіансами СКЗ стабільно характеризувалися високопродуктивними комбінаціями схрещування, але без істотних відхилень від стандарту.

Високі варіанси СКЗ за ознаками продуктивності були в ЦЧС ліній 2121, 2119 і 2101. Це свідчить, що всі комбінації схрещування за їх участі мають високе вираження аналізуючої ознаки зумовлено специфічними комбінаціями, що значно перевищують середній рівень, який можна було очікувати, і навпаки є комбінації значно нижчі від нього. За використання цих ліній створено найбільш високопродуктивні гібриди буряків цукрових на стерильній основі (табл. 4).

За збором і виходом цукру з гектара вони перевищують груповий стандарт на 6,6–15,6% і 7,8–21,3%

Таблиця 3. Комбінаційна здатність ЦЧС ліній буряків цукрових уманської селекції за ознаками продуктивності, 2023 р.

Шифр ЦЧС лінії	Урожайність коренеплодів		Вміст цукру		Збір цукру		Вихід цукру	
	Ефекти ЗКЗ	Варіанси СКЗ	Ефекти ЗКЗ	Варіанси СКЗ	Ефекти ЗКЗ	Варіанси СКЗ	Ефекти ЗКЗ	Варіанси СКЗ
2101	+8,2	2,81	-0,08	0,15	+3,50	0,77	+3,84	0,81
2116	-12,7	1,12	+0,66	0,39	-2,29	0,04	-2,33	0,09
2117	-2,2	1,24	-0,70	0,21	-2,23	0,39	-2,27	0,44
2119	+10,3	4,77	-0,67	0,25	+3,04	1,09	+3,15	1,14
2120	-8,2	1,29	+0,33	0,44	-2,88	0,21	-3,29	0,29
2121	+8,3	5,25	+0,51	0,31	+3,60	1,22	+3,92	1,35
2128	-3,4	2,04	-0,05	0,30	-2,71	0,50	-3,02	0,71
<i>НІР</i> ₀₅	–	0,21	–	0,02	–	0,06	–	0,07

Таблиця 4. Продуктивність кращих експериментальних гібридів за результатами екологічного сортопробування (програма «Бетаінтеркрос», цикл 2021–2023 рр.)

ЦЧС лінія		Запилювач		Шифр гібриду	Показники у % до групового стандарту			
шифр	оригіна́тор	шифр	оригіна́тор		урожайність коренеплодів	вміст цукру	збір цукру	вихід цукру
2121	ДСТ	2210	ДСТ	СЦ160836	112,1	103,1	115,6	121,3
2119	ДСТ	2204	ВДСС	СЦ160119	107,8	104,7	111,1	110,1
2101	ДСТ	2211	ДСТ	СЦ160810	104,1	103,4	107,7	107,8
2119	ДСТ	2207	ІДСС	СЦ160931	104,5	103,3	107,9	113,5
2121	ДСТ	2202	БЦДСС	СЦ170529	102,5	103,8	106,6	109,6
H1P ₀₅					3,9	1,3	3,0	2,8

Примітки. ДСТ–Дослідна станція тютюництва, ВДСС–Верхняцька ДСС, ІДСС–Іванівська ДСС, БЦДСС–Білоцерківська ДСС.

відповідно. Найбільш продуктивним був гібрид СЦ 160836, отриманий із використанням ЦЧС лінії 2121 і багаторосткового запилювача 2210 власної селекції. За збором і виходом цукру з одиниці площі він перевищив стандарт на 15,6% і 21,3% відповідно. Коренеплоди цього гібриду і гібридів СЦ 160931, СЦ 170529 також характеризувалися високими технологічними якостями цукросировини.

Висновки

Результати досліджень свідчать про значний гібридизаційний потенціал ЦЧС ліній уманської селекції. Для генетичної регуляції елементів продуктивності

гібридів буряків цукрових на стерильній основі добір батьківських компонентів необхідно вести комплексно за комбінаційною здатністю, рівнем їх базової продуктивності та низкою інших селекційно-генетичних ознак. Найбільш високопродуктивні комбінації схрещування отримано на базі ЦЧС ліній із високою специфічною комбінаційною здатністю. Кращі гібриди буряків цукрових, сформовані з використанням відповідних ЦЧС ліній і багаторосткових запилювачів різного походження, забезпечують гарантований приріст в 8–16% за збором і 8–21% за виходом цукру з гектара.

ЛІТЕРАТУРА

1. Роїк М.В., Корнеєва М.О. Напрями, методи та стратегія розвитку селекції цукрових буряків. *Цукрові буряки*. 2015. № 6. С. 7–9.
2. Зубенко В.Ф., Роїк М.В., Іващенко О.О., Гізбулін Н.Г. та ін. Буряківництво. *Проблеми інтенсифікації та ресурсозбереження* / за ред. В.Ф. Зубенка. Київ: НВП ТОВ «Альфа-стевія ЛТД», 2007. 486 с.
3. Adhikari P., Araya H., Aruna G. System of crop intensification for more productive, resource-conserving, climate-resilient, and sustainable agriculture: experience with diverse crops in varying agroecologies. *International journal of agricultural sustainability*. 2018. Vol. 16, Iss. 1. P. 1–28. doi: 10.1080/14735903.2017.1402504.
4. Роїк М.В., Сінченко В.М. Біоадаптивна ресурсозберігаюча технологія вирощування цукрових буряків. Вінниця: Нілан LTD, 2015. С. 29–31.
5. Hassani M., Heidari B., Dadkhodaie A., Stevanato P. Genotype by environment interaction components underlying variations in root, sugar, and white sugar yield in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Euphytica*. 2018. Vol. 214. Iss. 4. 79. doi: 10.1007/s10681-018-2160-0.
6. Корнеєва М.О., Ермантраут Е.Р. Добір селекційних матеріалів для гетерозисної селекції за комплексом господарсько-цінних ознак. *Збірник наукових праць ІЦБ УААН*. 2007. Вип. 9. С. 164–171.
7. Молоцький М.Я., Васильківський С.П., Князюк В.І., Власенко В.А. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин. Київ: Вища освіта, 2006. 463 с.
8. Роїк М.В., Корнеєва М.О. Селекція буряків цукрових. *Спеціальна селекція польових культур* / за ред. М.Я. Молоцького. Біла Церква, 2010. С. 280–285.
9. Labroo M.R., Studer A.J., Rutkoski J.E. Heterosis and Hybrid Crop Breeding: A Multidisciplinary Review. *Front. Genet.* 2021. Vol. 12. 643761. DOI: 10.3389/fgene.2021.643761.

10. Корниенко А.В., Моргун А.В., Труш С.Г. Селекция свеклы на гетерозис (*Beta vulgaris* L.). Воронеж, 2007. 255 с.
11. Fasahat P., Rajabi A., Rad J.M. Principles and utilization of combining ability in plant breeding. *Biom Biostat Int. J.* 2016. Vol. 4, Iss. 1. P. 1–22. doi: 10.15406/bbij.2016.04.00085.
12. Biancardi E., Campbell L., Skaracis G., Biaggi M. Genetics and Breeding of Sugar Beet. *Science Publishers Inc. Enfield, New Hampshire*, 2005. P. 173–206. DOI: 10.1201/9781482280296.
13. Роїк М.В., Корнеєва М.О., Власюк М.В. Оцінка запилювачів цукрових буряків різної генетичної структури за комбінаційною здатністю. *Збірник наукових праць Інституту цукрових буряків УААН*. 2005. Вип. 8. С.28–35.
14. Sprague G.F., Tatum L.A. General and Specific combining ability in single crosses of corn. *J. Amer.Soc. Agron.* 1942. P. 930–932.
15. Кулик А.Г. Генетические основы построения процесса селекции гетерозисных гибридов сахарной свеклы. *Новітні агротехнології: теорія і практика: тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (м. Київ, 11 липня 2017 р.)*. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2017. С. 206–207.
16. Лейбович А.С., Борисов Т.О., Борисова Л.В., Шрамко Л.П. Нові гібриди буряку цукрового (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *altissima* Doell) та методика їх селекції. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2013. № 1. С.35–37.
17. Савченко В. К. Многоцелевой метод количественной оценки комбинационной способности в селекции на гетерозис. *Генетика*. 1978. Т. 14. № 5. С. 793–804.
18. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Дія, 2005. 288 с.

REFERENCES

1. Roik M. V., Korneeva M. O. (2015). Napryamy, metody ta stratehiya rozvytku selektsiyi tsukrovyykh buryakiv [Directions, methods and strategy of development of sugar beet selection]. *Tsukrovi buryaky – Sugar beets*, 6, 7–9 [in Ukrainian].
2. Zubenko V.F., Roik M.V., Ivashchenko O. O., Gizbulin N. G. (2007). Buryakivnytstvo. Problemy intensyfikatsiyi ta resursozberezhennya [Beet growing. Problems of intensification and resource conservation]. V. F. Zubenko (Ed.). Kyiv: Alfa-stevia LTD. 486 p. [in Ukrainian].
3. Adhikari P., Araya H., Aruna G. (2018). System of crop intensification for more productive, resource-conserving, climate-resilient, and sustainable agriculture: experience with diverse crops in varying agroecologies. *International journal of agricultural sustainability*. 16 (1), 1–28. doi:10.1080/14735903.2017.1402504 [in English].
4. Roik M. V., Sinchenko V. M. (2015). Bioadaptivna resursozberihaiucha tekhnolohiia vyroshchuvannia tsukrovyykh buriakiv. [Bioadaptive resource-saving technology of sugar beet growing]. Vinnytsia: Nilan LTD. P. 29–31 [in Ukrainian].
5. Hassani M., Heidari B., Dadkhodaie A., Stevanato P. (2018). Genotype by environment interaction components underlying variations in root, sugar, and white sugar yield in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Euphytica*, 214(4), 79. doi:10.1007/s10681-018-2160-0 [in English].
6. Korneeva M.O., Ermantraut E.R. (2007). Dobir materialiv dlya heterozysnoyi selektsiyi za kompleksom hospodarsko-tsinnyykh oznak [Selection of breeding materials for heterosis selection based on a complex of economic and valuable traits]. *Zbirnyk naukovykh prats ITSB UAAN – Collection of scientific works of the ISB of UAAS*, 9, 164–171 [in Ukrainian].
7. Molotskyi M.Ya., Vasylykivskyi S.P., Knyaziuk V.I., Vlasenko V.A. (2006). Seleksiya i nasinnnytstvo silskohospodarskykh roslyn [Breeding and seed production of agricultural plants]. Kyiv: Vyshcha osvita. 463 p. [in Ukrainian].
8. Roik M.V., Korneeva M.O. (2010). Seleksiya buryakiv tsukrovyykh [Selection of sugar beets]. In M.Ya. Molotskyi (Ed.). *Special selection of field crops*. Bila Tserkva. P. 280–285 [in Ukrainian].
9. Labroo M.R., Studer A.J., Rutkoski J.E. (2021). Heterosis and Hybrid Crop Breeding: A Multidisciplinary Review. *Front. Genet*, 12, 643761. DOI:10.3389/fgene.2021.643761 [in English].
10. Korniyenko A.V., Morhun A.V., Trush S.G. (2007). Seleksiya svekly na heterozis (*Beta vulgaris* L.). [Selection of beets for heterosis (*Beta vulgaris* L.)]. *Voronezh*. 255 p. [in Russian].
11. Fasahat P., Rajabi A., Rad J.M. (2016). Principles and utilization of combining ability in plant breeding. *Biom Biostat Int. J.*, 4(1), 1–22. doi:10.15406/bbij.2016.04.00085 [in English].
12. Biancardi E., Campbell L., Skaracis G., Biaggi M. (2005). Genetics and Breeding of Sugar Beet. *Science*

- Publishers Inc. Enfield, New Hampshire, 173–206. DOI:10.1201/9781482280296 [in English].*
13. Roik M.V., Kornieieva M.O., Vlasiuk M.V. (2005). Otsinka zapyliuvachiv tsukrovykh buriakiv riznoi henetychnoi struktury za kombinatsiinoiu zdattistiu [Evaluation of sugar beet pollinators of different genetic structure by combining ability]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu tsukrovykh buriakiv UAAN –Collection of scientific works of the Institute of Sugar Beets of UAAS, 8, 28–35 [in Ukrainian].*
 14. Sprague G.F., Tatum L.A. (1942). General and Specific combining ability in single crosses of corn. *J. Amer.Soc.Agron, 930–932 [in English].*
 15. Kulyk A. G. (2017). Geneticheskie osnovi postroeniya protsessa selektsii geterozisnykh gibridov sakharnoi svekli. [Genetic basis of construction of the selection process of heterosis sugar beet hybrids]. *Novitni ahrotekhnolohii: teoriia i praktyka: Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN. The latest agrotechnologies: theory and practice: Internat. scien.-pract. conf. Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets of NAAS. Vinnytsia: Nilan-LTD. (pp. 206–207) [in Russian].*
 16. Leibovych A.S., Borysov T.O., Borysova L.V., Shramko L.P. (2013). Novi hibrydy buriaku tsukrovoho (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *altissima* Doell) ta metodyka yikh selektsii. [New hybrids of sugar beet (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *altissima* Doell) and methods for their selection]. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn – Plant Varieties Studying and Protection, 1, 35–37 [in Ukrainian].*
 17. Savchenko V.K. (1978). Mnohotselivoi metod kolychestvennoi otsenky kombynatsyonnoi sposobnosti v selektsii na heterozys. [Multipurpose method for quantitative assessment of combination ability in selection for heterosis]. *Henetyka–Genetics, 14 (5), 793–804 [in Russian].*
 18. Yeschenko V.O., Kopytko P.G., Opryshko V.P., Kostogryz P.V. (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomiyi [Basics of scientific research in agronomy]. Kyiv: Diya. 288 p. [in Ukrainian].

Trush S.H., Parfenyuk O.O., Balanyuk L.O., Tatarchuk V.M.

The hybridization potential of the CMS of sugar beet lines of the Uman selection in the system of ecological variety testing «Betaintercross»

Aim. Study of the hybridization potential of CMS lines and creation of highly productive sugar beet hybrids on a sterile basis. **Methods.** Field (experiments, phenological observations), laboratory (to determine sugar content), measuring and weighing (to determine the crop structure), statistical (mathematical processing of research results). **Results.** The principles of selection of parental components for the formation of experimental hybrids of sugar beets on a sterile basis in selection for heterosis have been established. It has been proved that the basic performance of CMS lines has a significant impact on their productive potential. The most high-yielding sugar beet hybrids on a sterile basis (SC160836, SC160119, SC160810, SC160931, SC170529) were created using CMS lines 2101, 2119 and 2121, which were characterized by high GCA effects and SCA variances. They exceed the group standard by 6.6–15.6% and 7.8–21.3%, respectively, in terms of harvest and yield of sugar per hectare. The most productive hybrid SC160836 of TRS NSC «IA NAAS» selection, according to these indicators exceeded the standard by 15.6% and 21.3%, respectively. **Conclusions.** The research results indicate a significant hybridization potential of the Uman breeding CMS lines. For the genetic regulation of productivity elements of sugar beet hybrids on a sterile basis, the selection of parental components must be carried out comprehensively according to the combining ability, the level of their basic productivity and a number of other selection and genetic characteristics. The most highly productive crossing combinations were obtained on the basis of CMS lines with high specific combining ability. The best hybrids of sugar beets, formed using the appropriate CMS lines and multi-sprout pollinators of various origins, provide a guaranteed increase of 8-16% in terms of harvest and 8-21% in terms of sugar yield per hectare.

Key words: selection materials, pollinator, topcross, hybrid, productivity.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Труш С.Г., кандидат с.-г. наук, заступник директора з наукової роботи, Дослідна станція тютюництва ННЦ «Інститут землеробства НААН», e-mail: trush_dst@ukr.net, ORCID: 0000-0002-0968-6358.

Парфенюк О.О., кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник, Дослідна станція тютюництва ННЦ «Інститут землеробства НААН», e-mail: oksana_parfenyuk@ukr.net, ORCID:0000-0002-2348-4904.

Баланиук Л.О., завідувач лабораторії селекції буряків цукрових, e-mail: balaniukl@ukr.net, ORCID: 0009-0005-4311-0255.

Trush S.H., Candidate of agricultural sciences, deputy director for scientific work, Tobacco Research Station of the NSC «Institute of Agriculture of NAAS», e-mail: trush_dst@ukr.net, ORCID: 0000-0002-0968-6358.

Parfeniuk O.O., Candidate of agricultural sciences, senior researcher, Tobacco Research Station of the NSC «Institute of Agriculture of NAAS», e-mail: oksana_parfenyuk@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2348-4904.

Татарчук В. М., науковий співробітник, Дослідна станція тютюництва ННЦ «Інститут землеробства НААН», e-mail: vm.tatarchuk@ukr.net, ORCID: 0009-0005-0380-8771.

Balaniuk L.O., Head of the sugar beet selection laboratory, Tobacco Research Station of the NSC «Institute of Agriculture of NAAS», e-mail: balaniukl@ukr.net, ORCID: 0009-0005-4311-0255.

Tatarchuk V.M., Researcher, Tobacco Research Station of the NSC «Institute of Agriculture of NAAS», e-mail: vm.tatarchuk@ukr.net, ORCID: 0009-0005-0380-8771.

Надійшла 21.06.2024

ВПЛИВ ПОСУХИ, СПРИЧИНЕНОЇ D-МАНІТОЛОМ, НА ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

І.В. Гаврилюк, Г.М. Ковалишина

Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна)

Мета. Дослідити вплив стресу від посухи, індукованого D-манітолом, на проростання насіння різних генотипів пшениці м'якої озимої, оцінити стійкість сортів до посухи й з'ясувати взаємозалежність між рекомендованою зоною для вирощування сорту та посухостійкістю на ранніх етапах розвитку. **Методи.** Дослідження проведено на 80 сортах пшениці м'якої озимої селекції чотирьох науково-дослідних установ, рекомендованих для вирощування у різних ґрунтово-кліматичних зонах. Посухостійкість оцінювали за методикою Т.В. Юрченко, використовуючи штучне високоосмотичне середовище на основі D-манітолу. Статистичний аналіз даних здійснювали за допомогою XLSTAT програмного забезпечення Microsoft Excel та онлайн-калькулятора ANOVA. Обчислення включали підсумовування, розрахунок середніх значень, стандартних відхилень та коефіцієнтів варіації. Рівень значущості визначався за $p < 0,05$. **Результати.** Виділено сорт, який за показником посухостійкості істотно вищий за сорт-стандарт – МПШ Вишиванка, та 24 сорти — на рівні стандарту. **Висновки.** Виділені сорти з високим показником посухостійкості рекомендовано використовувати у селекційних програмах для підвищення стійкості пшениці м'якої озимої до посухи на ранніх етапах розвитку рослин. Подальші дослідження доцільно спрямувати на вивчення успадкування стійкості до посухи на ранніх етапах розвитку рослин та аналіз ефекту гетерозису між сортами за цією ознакою.

Ключові слова: посухостійкість, високоосмотичне середовище, адаптація, стрес, селекція.

Вступ. Зміна клімату та глобальне потепління спричиняють зростання частоти екстремальних умов, як-от посухи, спека, різкі температурні коливання та нерівномірне зволоження, що негативно впливають на ріст і розвиток рослин, знижуючи їхню врожайність [1; 2]. Одним із основних чинників, що обмежують продуктивність пшениці, є водний дефіцит під час посухи, особливо на етапі проростання насіння [1]. У Лісостепу України восени, у період сівби озимих зернових культур, спостерігаються високі температури та нестача вологи, що робить селекцію посухостійких сортів актуальним завданням [3].

Джерелами цінних ознак, таких як стійкість до біотичних і абіотичних чинників, можуть бути сортове різноманіття роду *Triticum* та його дикорослі родичі [4]. Однак через генетичну складність міжвидових гібридів доцільно шукати джерела цінних ознак у межах одного виду [4].

Селекція пшениці на посухостійкість є ключовим чинником для підвищення її адаптивності та врожайності, а також відкриває можливість розширення

посівних площ у регіонах із несприятливими кліматичними умовами. Ефективність селекції на стійкість до водного дефіциту значною мірою визначається точністю оцінки цієї ознаки у новостворених сортів [5; 6].

Посуха порушує ріст, розвиток та якісні характеристики пшениці, впливаючи на висоту рослин, площу листків, вміст хлорофілу і водний баланс [7; 8]. S.N. Johnson et al. [9] наголошує, що здатність зберігати вологу є ключовою для стійкості сортів. Здатність листків пшениці озимої зберігати воду зазвичай змінюється залежно від фази розвитку рослин і морфобіологічних характеристик сортів [10]. Jia Xiu Ling et al. [11] встановили, що ефективне використання води прямо корелює з урожайністю.

Для визначення посухостійкості пшениці часто використовують осмотичний стрес, створений манітолом, який регулює умови посухи і впливає на фізіологічні процеси насіння під час проростання [12;13]. Методика отримала широке застосування в селекції пшениці, зокрема для оцінки осмотичного потенціалу насіння [14]. Манітол також використовується

для примінгу насіння, що підвищує його життєздатність у стресових умовах [15]. Попереднє замочування в розчині манітолу або трегалози покращує стійкість до стресу, зокрема, засолення [16].

Методика визначення стійкості до посухи [17] сортів пшениці в період проростання насіння за допомогою манітолу полягає у застосуванні розчинів манітолу з різними концентраціями для створення осмотичного тиску, що перешкоджає нормальному поглинанню води насінням.

У дослідженні, проведеному в Тунісі, манітол використовували в концентраціях, що відповідають осмотичним потенціалам від 0 до $-0,73$ МПа для оцінки стійкості генотипів на етапі проростання насіння за різними параметрами такими як: відсоток проростання, довжина коренів і пагонів, співвідношення довжини коренів до пагонів, а також зелену та суху масу проростків [14].

Імітуючи умови посухи, шляхом обмеження поглинання води на етапі проростання, М.К. Chowdhury at al. оцінювали генотипи пшениці за морфологічними та фізіологічними показниками. За результатами їх дослідження ця методика дає можливість ідентифікувати найбільш стійкі генотипи пшениці до посухи [18].

Marthandan V. at al. наголосили на важливості методів ґрунтування насіння (осмотичний примінг), включаючи осмотичну регуляцію за допомогою таких агентів, як манітолу для підвищення стійкості до посухи під час проростання. Ці дослідження пояснюють фізіологічні реакції під час стресу та можуть бути актуальними для покращення проростання пшениці в умовах посухи [15].

Високоосмотичні середовища, зокрема на основі манітолу та поліетиленгліколю, використовують для відбору стійких до посухи на ранніх етапах розвитку рослин сортів і можуть бути корисними в селекції на адаптивність до умов зміни клімату.

Метою було дослідити вплив стресу від посухи, індукованого D-манітолом, на проростання насіння різних генотипів пшениці м'якої озимої, оцінити стійкість сортів до посухи й з'ясувати взаємозалежність між рекомендованою зоною для вирощування сорту та посухостійкістю на ранніх етапах розвитку.

Матеріали та методика досліджень. Для вивчення реакції на стрес сортів пшениці м'якої озимої, спричинений посухою, а саме викликаний D-манітолом, відібрали 80 сортів (табл. 1). Досліджувані генотипи включали сорти пшениці м'якої озимої селекції чотирьох науково-дослідних інститутів України.

Таблиця 1. Перелік сортів пшениці м'якої озимої створених у науково-дослідних установах НААН

№	Назви сортів	Кількість сортів	Оригіатори сортів
1	Пирятинка, Полісянка, Поліська 90, Миролюбна, Щедрівка київська, Кесарія Поліська, Фортеця Поліська, Любіто, Співанка Поліська, Краєвид, Поліська 90, Намисто, Ефектна, Пам'яті Гірка, Співанка Поліська, Золотар, Водограй, Мережка	18	ННЦ «ІЗ НААН»
2	МПП Вишиванка, Світанок Миронівський, МПП Ассоль, МПП Лада, Естафета Миронівська, МПП Ювілейна, МПП Дніпрянка, Балада Миронівська, Монотип, Грація Миронівська, Оберіг Миронівський, Березиня Миронівська, Подолянка, Трудівниця Миронівська, Миронівська 808, МПП Княжна, МПП Валенсія, Господиня Миронівська	18	Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН
3	Розумниця, Перлина Лісостепу, Лірика Білоцерківська, Щедра нива, Зоря ланів, Царівна, Відрада, Зорепад Білоцерківський, Грація Білоцерківська, Квітка полів, Либідь, Рось, Лісова пісня, Водограй Білоцерківський, Романтика, Гадзинка, Легенда Білоцерківська, Чародійка Білоцерківська	18	Білоцерківська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН
4	Катруся Одеська, Дума Одеська, Фортеця, СГІ 100, Палітра, Версія Одеська, Щедрість Одеська, Мудрість Одеська, Кубок, Хвала, Октава Одеська, Кантата Одеська, Оранта Одеська, Альбатрос Одеський, Соната Одеська, Аксіома Одеська, Обряд, Мелодія Одеська, Оптіма Одеська, Родзинка Одеська, Досконалість Одеська, Традиція Одеська, Нота Одеська, Постать, Січ, Славна	26	Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насінництва та сортовивчення НААН

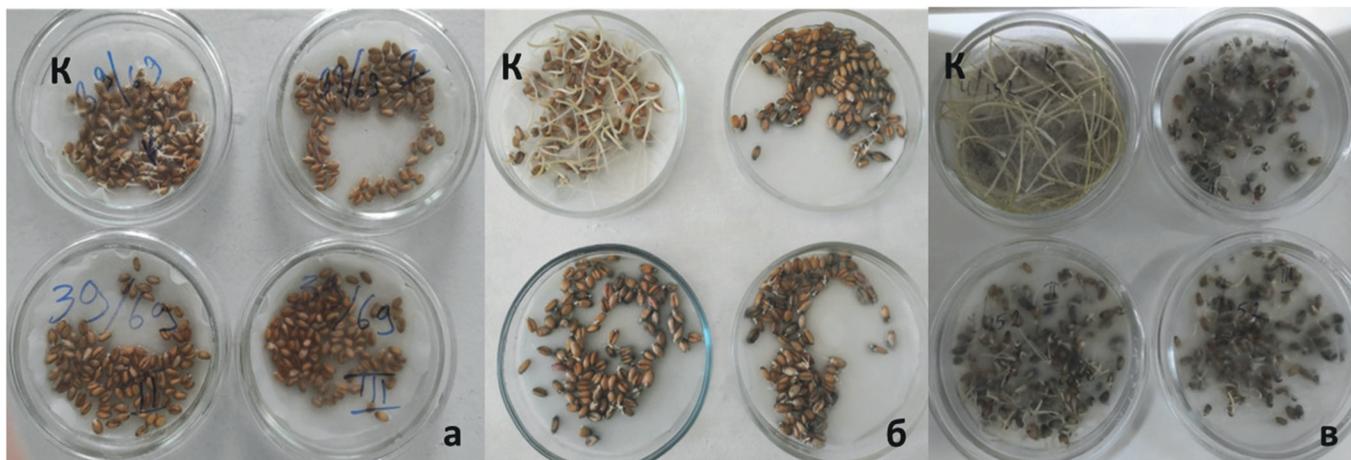


Рис. 1. Вплив манітолу на проростання насіння пшениці м'якої озимої порівняно з контролем (К) на 3-й (а), 7-й (б) та 10-й (в) день

Згідно з даними Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, один із досліджуваних сортів рекомендований до вирощування в ґрунтово-кліматичній зоні України Полісся, 8 – Лісостепу, 5 – Степу, 24 – Лісостепу і Полісся, 5 – Степу і Лісостепу, 30 – Полісся, Лісостепу і Степу, 2 – Степу і Полісся [19].

Пророщували насіння в чашках Петрі на фільтрувальному папері. У кожену чашку поміщали по 100 зерен пшениці м'якої озимої, які знезаражували шляхом обприскування слабким розчином гіпохлориту натрію, щоб уникнути впливу грибкових та бактеріальних інфекцій. контролем слугував зразок, пророщений на дистильованій воді (10 мл на одну чашку). Для кожного сорту, в трьох повтореннях, після знезараження, додавали 10 мл розчину манітолу, що відповідав 16 атм. Облік проводили на 3-й, 7-й та 10-й день пророщування за показниками: енергія проростання насіння, схожості на 7-й та 10-й день. Посухостійкість сорту визначали за відсотком схожості насіння на високоосмотичному середовищі стосовно контролю. Дослідження проводили згідно з методикою Т.В. Юрченко *et al.* (Пат. № 132899 UA. Спосіб оцінки генотипів пшениці м'якої озимої до дії водного дефіциту).

Статистичний аналіз даних здійснювали за допомогою XLSTAT програмного забезпечення Microsoft Excel, а саме: базові обчислення, зокрема, підсумовування, розрахунок середніх значень, стандартних відхилень та коефіцієнтів варіації. Для аналізу дисперсії (ANOVA), з метою порівняння груп, використовували ANOVA Calculator. Статистично значущими вважали відмінності за рівня довіри $p < 0,05$.

Результати та їх обговорення. У результаті дослідження виявили відмінності за показниками енергії проростання та схожістю насіння пшениці м'якої озимої між контролем та на високоосмотичному середовищі. У більшості варіантів дослідження виявили, що манітол діє на рослини як інгібітор проростання насіння та розвитку проростків пшениці м'якої озимої (рис.1). Інгібуючу дію розчину манітолу на проростки також відмітили R. Bousba *et al.* та M. Bukhari *et al.* [20; 210].

Сорт-стандарт Подолянка мав показник енергії проростання насіння (3-й день) за умов водного дефіциту відносно контролю на рівні 100%, а схожості насіння на 10-й день – 99,1% (табл. 2). Варто відмітити сорти, що мали вищі показники енергії проростання у середовищі з манітолом, ніж на контролі: Естафета Миронівська (103,6%), Балада Миронівська (100,3%), Господиня Миронівська (на 117,8%) та Постаць (114,6%). При цьому істотно переважали сорт-стандарт останні два. На 10-й день спостережень суттєво переважав стандарт у відсотках до контролю за посухостійкістю сорт МП Вишиванка – 104,8%.

Серед 80 досліджуваних сортів 55 мали відсотковий показник схожості, нижчий за стандарт, а 24 з них на рівні стандарту: Світанок Миронівський, Пирятинка, МП Дніпрянка, Перлина Лісостепу, Лірика білоцерківська, Балада Миронівська, Полісянка, Фортеця Поліська, Миронівська 808, Естафета Миронівська, Відрада, Любіто, Щедра нива, Зорепад білоцерківський, МП Лада, МП Ассоль, Зоря ланів, Кесарія Поліська, Берегиня Миронівська, Краєвид, Альбатрос Одеський, Катруся Одеська, Поліська 90 і Кубок.

Таблиця 2. Характеристика кращих сортів пшениці м'якої озимої за показником посухостійкості на ранніх етапах розвитку рослин

№	Сорт	Кількість пророслих насінин на 3-й день, шт.		% до контролю	Кількість пророслих насінин на 7-й день, шт.		% до контролю	Кількість пророслих насінин на 10-й день, шт.		% до контролю
		К	середнє по повтореннях		К	середнє по повтореннях		К	середнє по повтореннях	
1	Подолька st.	91,0	91,0	100,0 ^a	94,0	91,9	97,7 ^a	94,0	93,1	99,1 ^a
2	МПП Вишиванка	93,0	87,0	93,5 ^c	93,0	94,3	101,4 ^b	93,0	97,5	104,8 ^b
3	Світанок Миронівський	86,0	85,7	99,6 ^a	94,0	94,0	100,0 ^a	95,0	96,5	101,6 ^a
4	Пирятинка	97,0	81,7	84,2 ^c	97,0	97,0	100,0 ^a	97,0	98,0	101,0 ^a
5	МПП Дніпрянка	95,0	89,0	93,7 ^c	95,0	94,0	98,9 ^a	95,0	95,0	100,0 ^a
6	Перлина Лісостепу	92,0	88,0	95,7 ^a	93,0	91,7	98,6 ^a	94,0	94,0	100,0 ^a
7	Лірика білоцерківська	94,0	83,3	88,6 ^c	95,0	91,3	96,1 ^a	95,0	95,0	100,0 ^a
8	Балада Миронівська	95,0	95,3	100,3 ^a	96,0	96,0	100,0 ^a	96,0	96,0	100,0 ^a
9	Полісянка	98,0	76,0	77,6 ^c	98,0	97,7	99,7 ^a	98,0	97,7	99,7 ^a
10	Фортеця Поліська	95,0	94,0	97,9 ^a	95,0	96,7	101,8 ^b	99,0	98,0	99,0 ^a
11	Миронівська 808	99,0	87,5	88,4 ^c	100,0	97,5	97,5 ^a	100,0	98,8	98,8 ^a
12	Естафета Миронівська	56,0	58,0	103,6 ^a	97,0	88,3	91,1 ^c	97,0	95,5	98,5 ^a
13	Вірада	98,0	93,7	95,6 ^a	98,0	96,0	98,0 ^a	98,0	96,5	98,5 ^a
14	Любіто	97,0	77,7	80,1 ^c	97,0	95,3	98,3 ^a	97,0	95,5	98,5 ^a
15	Щедра нива	98,0	91,0	92,9 ^c	98,0	96,3	98,3 ^a	98,0	96,3	98,3 ^a
16	Зорепад білоцерківський	93,0	84,7	91,0 ^c	97,0	91,0	93,8 ^c	97,0	95,0	97,9 ^a
17	МПП Лада	94,0	92,7	98,6 ^a	97,0	94,3	97,2 ^a	97,0	94,3	97,2 ^a
18	МПП Ассоль	98,0	90,3	92,2 ^c	98,0	94,3	96,3 ^a	98,0	95,0	96,9 ^a
19	Зоря ланів	96,0	92,7	94,6 ^a	96,0	92,7	95,5 ^a	97,0	94,0	96,9 ^a
20	Кесарія Поліська	94,0	82,7	87,9 ^c	95,0	88,0	92,6 ^c	95,0	92,0	96,8 ^a
21	Берегиня Миронівська	98,0	84,3	86,1 ^c	99,0	91,0	91,9 ^c	99,0	95,0	96,0 ^a
22	Краєвид	99,0	87,3	88,2 ^c	99,0	94,7	95,6 ^a	99,0	95,0	96,0 ^a
23	Альбатрос Одеський	99,0	85,5	86,4 ^c	100,0	94,0	94,0 ^c	100,0	96,0	96,0 ^a
24	Катруся Одеська	97,0	89,3	92,1 ^c	98,0	94,0	95,9 ^a	98,0	94,0	95,9 ^a
25	Поліська 90	96,0	44,3	46,2 ^c	97,0	90,0	92,8 ^c	98,0	94,0	95,9 ^a
26	Кубок	71,0	53,0	74,6 ^c	98,0	83,0	84,7 ^c	98,0	94,0	95,9 ^a
27	Грація Миронівська	91,0	64,3	70,7 ^c	96,0	91,3	95,1 ^a	98,0	92,0	93,9 ^c
28	Октава Одеська	97,0	80,3	82,8 ^c	98,0	93,0	95,6 ^a	99,0	93,0	93,9 ^c
29	Мудрість Одеська	86,0	82,7	96,1 ^a	98,0	81,5	83,2 ^c	90,0	81,5	90,6 ^c
30	Господиня Миронівська	60,0	70,7	117,8 ^b	85,0	70,7	83,1 ^c	94,0	70,7	75,2 ^c
31	Постать	16,0	18,3	114,6 ^b	83,0	51,3	61,8 ^c	99,0	53,0	53,5 ^c
Середнє з усієї вибірки (80 сортів)		82,6	63,3	73,9	93,5	81,6	87,3	94,7	83,3	88,6
НІР ₀₀₅		4,7	6,3	5,8	2,5	3,4	2,7	2,4	3,4	3,4

Примітка. К – контроль (насіння пророщене на дистильованій воді), індекс ^a в стовпчику вказує на відсутність статистично достовірної різниці з сортом стандартом за критерієм НІР₀₀₅, індекси ^b та ^c – її наявність, а відповідно перший вище, а другий нижче стандарту.

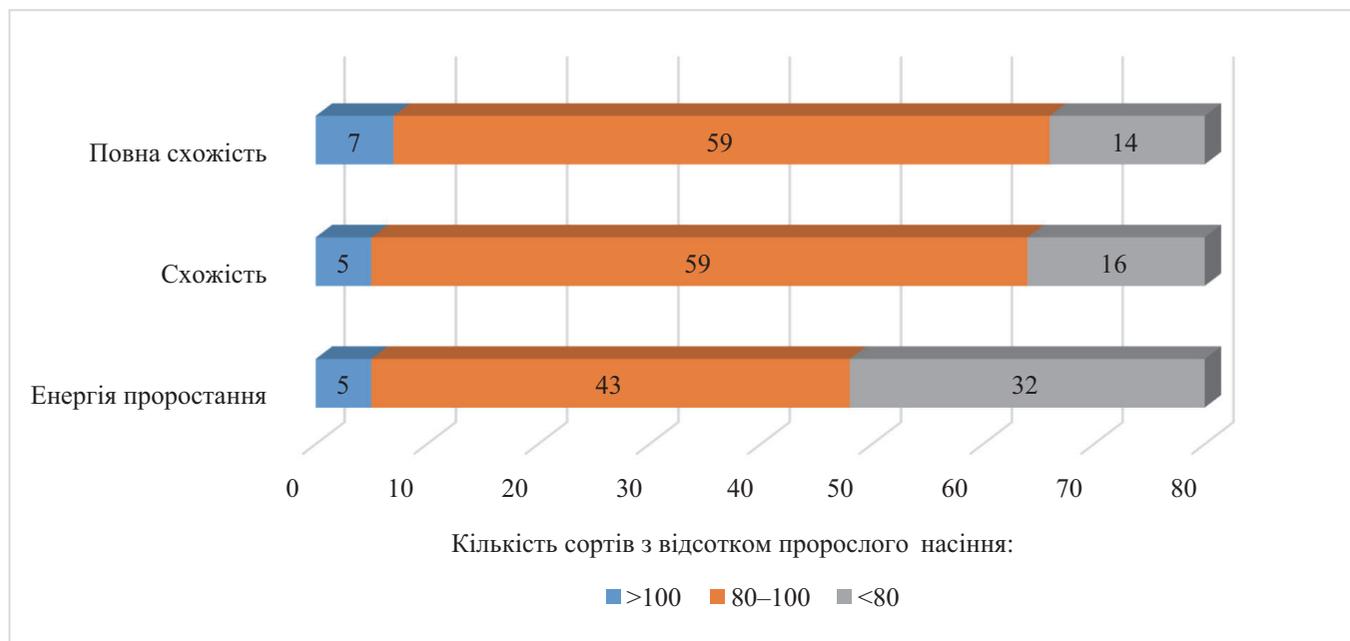


Рис. 2. Відсоток проростання насіння сортів пшениці м'якої озимої на високоосмотичному середовищі

С. Пикало та ін. [26] під час визначення посухостійкості сортів пшениці м'якої озимої, селекції Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла, за цією ж методикою визначення посухостійкості також дійшли висновку, що сорт Балада Миронівська має низьку чутливість до осмотичного тиску і відповідно високий рівень посухостійкості.

Подібні дослідження впливу високоосмотичного тиску та водного дефіциту вивчали В.О. Варавкін та ін., Ю.М. Поливода та ін. [22; 23]. Вчені стверджують, що в стресових умовах активізуються специфічні адаптаційні механізми як-от: синтез осмотично активних речовин, регуляція водного балансу, захист клітин від стресу та оптимізація газообміну. Ці процеси, ймовірно, не активуються у сприятливих контрольних умовах, що й може призводити до нижчих показників схожості.

Відсоток проростання насіння до контролю зростав у середньому по зразках від 73,9% на 3-тю до 87,3% на 7-му та до 88,6% на 10-ту добу. Така динаміка може свідчити, що адаптація рослин до умов посухи відбувається впродовж 7–10 днів. Це може бути наслідком зростання активності метаболічних процесів у насінні та відповідно ефективнішого використання води та поживних речовин.

Динаміка зміни кількості пророслого насіння сортів пшениці м'якої озимої від проростання до повних сходів свідчить про чутливість рослин до водного дефіциту на ранніх етапах розвитку (рис. 2). Різниця між схожістю на 7-й день та схожістю на 10-й день

значно не відрізняються та знаходилася в межах 1,3%, тому можна припустити, що адаптація рослин до стресових умов відбувається упродовж перших 7 днів проростання насіння [220; 23].

Коефіцієнт варіації показника схожості насіння між повтореннями на високоосмотичному середовищі відносно контролю змінювався в середньому від 8,7% на 3-й день до 2,1% на 10-й (рис. 3). Високий рівень мінливості показника енергії проростання спостерігали у сорту Естафета Миронівська (32,2%), середній – Світанок Миронівський (14,9%), Поліська 90 (26,4%), Грація Миронівська (19,7%), Любіто (23,3%), Кубок (10,0%), Октава Одеська (10,1%), Господиня Миронівська (23,1%) та Постаць (22,0%). Результати, одержані для інших сортів, були однорідними. На 7-й день спостережень показники схожості для більшості сортів були однорідними у 3-х повтореннях, крім сортів Кубок (12,7%) та Господиня Миронівська (11,6%). На 10-й день найвищу варіацію показників схожості відмічено для сорту Постаць (10,8%).

Одержані показники дають можливість зробити висновок, що упродовж проростання насіння відбувається адаптація рослин до стресового чинника. Це пояснюється зменшенням варіативності реакції сортів через адаптацію до стресу та досягненням максимальної схожості для кожного сорту пшениці м'якої озимої [22].

Високий рівень коефіцієнта варіації на ранніх етапах (3-й день) може бути спричинений різницею швидкості набухання насіння, поглинання води та

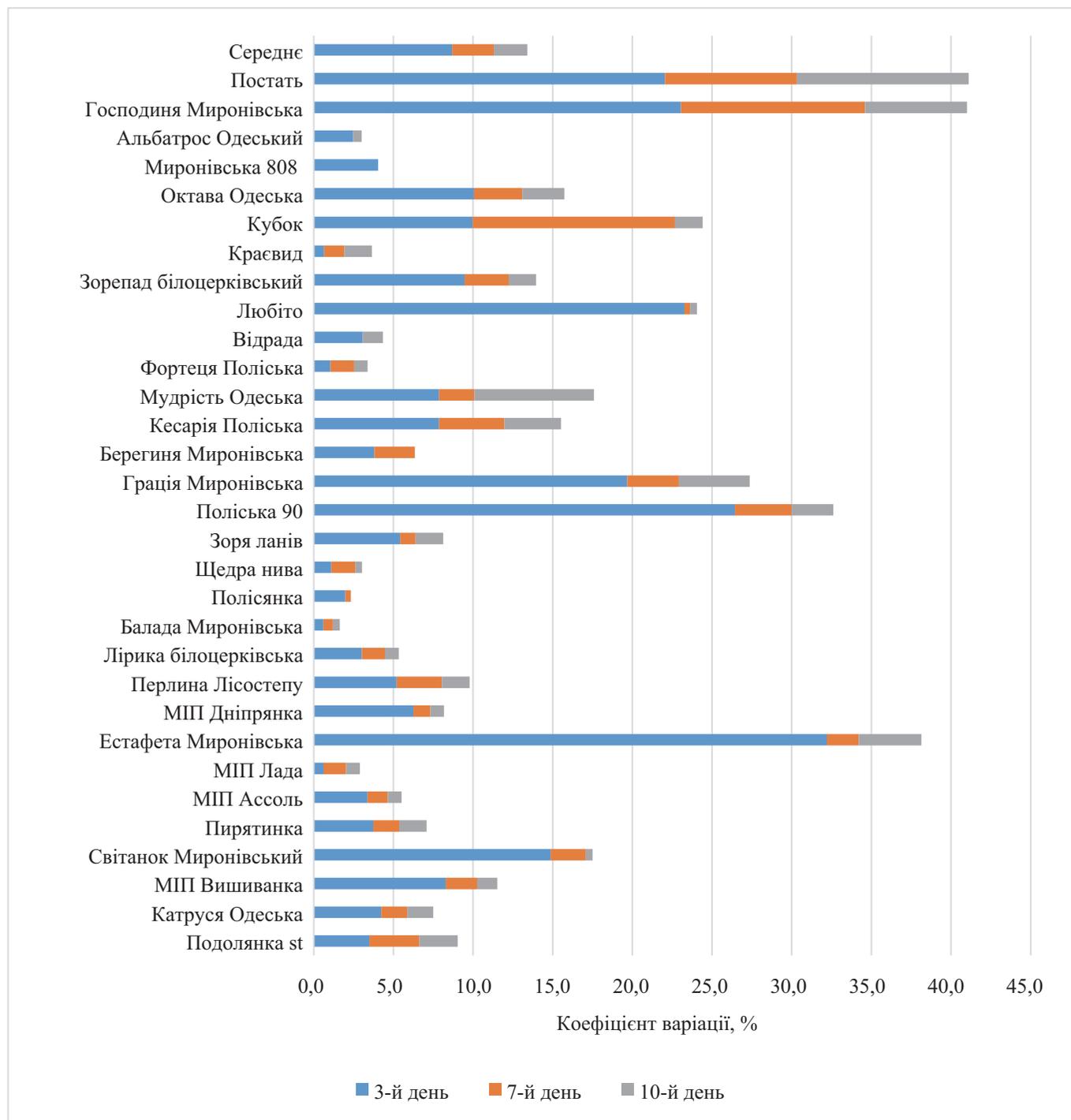


Рис. 3. Динаміка зміни коефіцієнта варіації впродовж проростання насіння пшениці м'якої озимої від 3-го до 10-го дня

ініціювання метаболічних процесів у сортів [23]. Тому доцільно проводити відбір сортів за показником посухостійкості на 10-й день спостережень, коли варіація між варіантами спостережень найменша. Коефіцієнт мінливості проростання насіння сорту стандарту між повтореннями на 10-й день спостережень становив 2,4%, перевищували його сорти: Естафета Миронівська (3,9%), Поліська 90 (2,6%), Грація Миронівська (4,4%), Кесарія Поліська (3,6%),

Мудрість Одеська (7,5%), Октава Одеська (2,6%), Господиня Миронівська (6,4%) та Постать (10,8%).

Окремі дослідження науковців підтверджують, що сорти пшениці, адаптовані до посушливих умов, демонструють вищу посухостійкість під час проростання насіння, що є важливим фактором при виборі сортів для конкретних кліматичних зон. Тобто, сорти створені для вирощування в регіонах із посушливим кліматом, мають вищу посухостійкість на критичних

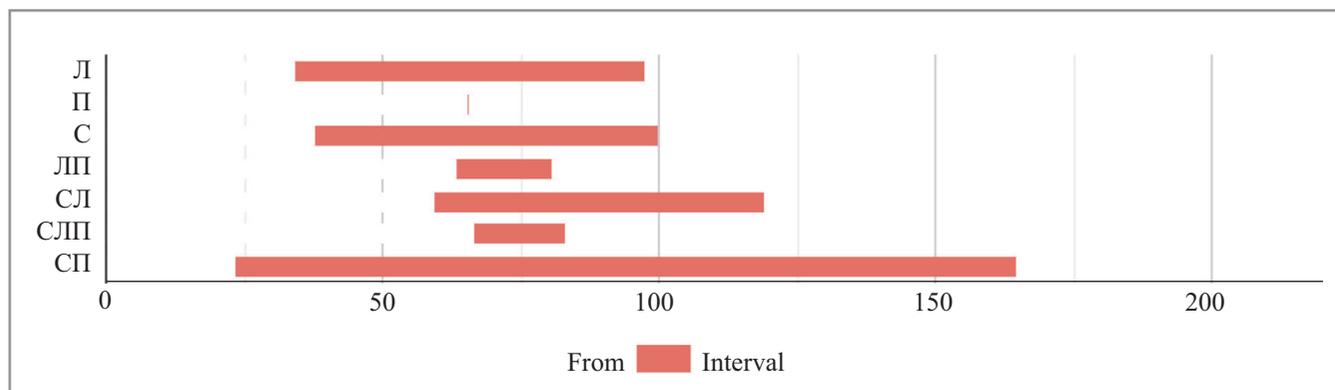


Рис. 4. Довірчі інтервали для середніх значень показника посухостійкості сортів, рекомендованих до вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах України

Примітка: П– Полісся, Л – Лісостеп, С – Степ.

Таблиця 3. Результати аналізу дисперсії (ANOVA) посухостійкості сортів пшениці, рекомендованих для вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах

Source	Ступені свободи	Сума квадратів	Середнє квадратичне відхилення	F статистика	P-значення
Групи (між групами)	6	2879,6423	479,9404	0,7621	0,6019
Помилка (всередині груп)	78	49122,9953	629,782		
Загальне	84	52002,6376	619,079		

етапах розвитку, включаючи період проростання насіння [24; 25].

Під час порівняння посухостійкості на ранніх етапах розвитку сортів пшениці м'якої озимої рекомендованих для вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах їх довірчі інтервали для різних зон вирощування накладаються. Це означає, що на підставі статистичних даних неможливо однозначно стверджувати, що сорти, рекомендовані для вирощування в певній ґрунтово-кліматичній зоні України є більш або менш посухостійким, ніж сорти іншої зони (рис. 4). Це може вказувати на відсутність істотних відмінностей за стійкістю до посухи між сортами рекомендованими для різних зон вирощування або на те, що різниця за стійкістю може бути незначною в межах статистичної похибки.

P-значення для міжгрупових варіацій становить 0,6019, що більше 0,05 (табл. 4). Звідси можна зробити висновок, що різниця між показниками посухостійкості сортів пшениці м'якої озимої рекомендованих для різних зон вирощування не є статистично значущою. Однак, оскільки середнє квадратичне відхилення для варіації всередині груп (помилка) є значно більшим за значення середнього квадратичного відхилення між групами, саме значна варіація показників посухостійкості сортів, рекомендованих

для різних зон вирощування, може бути однією із причин відсутності статистично значущих різниць між групами.

Висновки

В ході дослідження встановили, що доцільно проводити відбір сортів за показником посухостійкості на 10-й день спостережень, коли варіація між варіантами спостережень найменша. В якості джерела стійкості проти посухи на ранніх етапах розвитку пшениці м'якої озимої, що імітовано за допомогою штучного високоосмотичного середовища, відмітили сорт МПП Вишиванка, що має показник посухостійкості на ранніх етапах розвитку істотно вищий, ніж у сорту-стандарту. Серед досліджуваних сортів пшениці 55 мали показники схожості у відсотковому значенні до контролю нижчі від сорту стандарту, а 24 – на рівні, тому їх також можна використовувати як джерела стійкості для сортів із нижчими показниками. Серед них: Світанок Миронівський, Пірятинка, МПП Дніпрянка, Перлина Лісостепу, Лірика Білоцерківська, Балада Миронівська, Полісянка, Фортеця Поліська, Миронівська 808, Естафета Миронівська, Відрада, Любіто, Щедра нива, Зорепад білоцерківський, МПП Лада, МПП Ассоль, Зоря ланів, Кесарія Поліська, Берегія Миронівська, Краевид, Альбатрос Одеський, Катруся Поліська, Поліська 90 та Кубок.

Аналіз довірчих інтервалів та дисперсійний аналіз для середніх значень показника посухостійкості сортів, рекомендованих для вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах України встановили, що на основі отриманих результатів дослідження не можна стверджувати про наявність залежності між рекомендованою зоною вирощування та посухостійкістю сорту.

Виділені посухостійкі сорти пшениці м'якої озимої рекомендовано використовувати в селекції на стійкість проти посухи.

Перспективним напрямком подальших досліджень буде визначення особливостей успадкування посухостійкості сортів на ранніх етапах розвитку для створення сортів, адаптованих до змін клімату, а саме проти посухи в період сівби.

ЛІТЕРАТУРА

1. Штакал, М., Голик, Л., Левченко, О., Шпакович, І. Оцінювання сортів і ліній пшениці озимої за стабільною врожайністю та адаптивністю в умовах зміни клімату Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2022. 100(3). С. 62–69. doi: 10.31073/agrovisnyk202203-08.
2. Гаврилюк І.В., Ковалишна Г.М. Характеристика сортів пшениці м'якої озимої за показниками структури врожаю та якості зерна. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2024. Том 28. №4. С. 68–84. doi: 10.56407/bs.agrarian/4.2024.68
3. Гаврилюк О.С., Євдокимов Д.С., Король І.Л., Кушим А.В., Майборода Д.С., Олійник Б.І. Посухота жаростійкість сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2024. Вип. 107(1). doi: 10.31548/dopovid.1(107).2024.007.
4. Шпакович І.В., Ковалишина Г.М. Рід *Aegilops* як джерело ознак стійкості проти основних збудників листових хвороб для селекції пшениці м'якої озимої. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2024. Вип. 20(2). doi: 10.31548/dopovid.2(108).2024.010.
5. Пикало С.В., Демидов О.А., Куманська Ю.О., Юрченко Т.В., Харченко М.В. Скринінг *in vitro* сортів пшениці твердої озимої на посухостійкість в культурі незрілих зародків. *Екологічні науки*. 2024. № 1(52). Т. 2. С. 13–17. doi: 10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.2.
6. Ahmad A., Aslam Z., Javed T., Hussain S., Raza A., Shabbir, R., Tauseef M.. Screening of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for drought tolerance through agronomic and physiological response. *Agronomy*. 2022. Vol. 12(2), 287. doi: 10.3390/agronomy12020287.
7. Salim B.B.M., Abou El-Yazied A., Salama Y.A.M., Raza A., Osman H.S. Impact of silicon foliar application in enhancing antioxidants, growth, flowering and yield of squash plants under deficit irrigation condition. *Annals of Agricultural Sciences*. 2021. Vol. 66(2), P. 176–183. doi: 10.1016/j.aogas.2021.12.003.
8. Arifuzzaman M., Barman S., Hayder S. et al. Screening of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under drought stress conditions using multivariate analysis. *CEREAL RESEARCH COMMUNICATIONS*. 2020. Vol. 48, 301–308. doi: 10.1007/s42976-020-00039-8.
9. Johnson S.N., Chen Z.H., Rowe R.C., Tissue D.T. Field application of silicon alleviates drought stress and improves water use efficiency in wheat. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. 1030620. doi:10.3389/fpls.2022.1030620.
10. Домарацький Є.О., Базалій В.В., Пічура В.І., Дробітько А.В., Потравка Л.О. Водоутримуюча здатність та посухостійкість пшениці озимої залежно від сортового складу за незрошуваних умов зони Степу. *Аграрні інновації*. 2023. Вип. 21. С. 146–153. doi: 10.32848/agrar.innov.2023.21.22.
11. Jia XiuLing J.X., Jian JiaLi J.J., Ma RuiKun M.R., Lu Jian Li L.J. A study on water use efficiency and its components in high-yielding winter wheat. *Acta Agronomica Sinica*. 1999. Vol. 25, No. 3, 309–314. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20000709803>
12. Пикало С.В., Демидов О.А., Юрченко Т.В., Гуменюк О., Харченко М., Рибка К. Розроблення способів оцінки та добору генотипів зернових культур на стійкість до абіотичних стресових чинників. *Екологічні науки*. 2020. Вип. 5(32). doi: 10.32846/2306-9716/2020.eco.5-32.26.
13. Пикало С., Демидов О., Юрченко Т., Хоменко С., Гуменюк О., Харченко М., Прокопик Н. Методи оцінки посухостійкості селекційного матеріалу пшениці. *Вісник Львівського університету. Сер.: біологічна*. 2020. Вип. 82. С. 63–79. doi: <http://dx.doi.org/10.30970/vlubs.2020.82.05>.
14. Saadaoui W., Tarchoun N., Msetra I., Pavli O., Falleh H., Ayed C., Petropoulos S. A. Effects of drought stress induced by D-Mannitol on the germination and early seedling growth traits, physiological parameters and

- phytochemicals content of Tunisian squash (*Cucurbita maxima* Duch.) landraces. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 14. doi: 10.3389/fpls.2023.1215394.
15. Marthandan V., Geetha R., KumuthaK., Renganathan V.G., Karthikeyan A., Ramalingam J. Seed priming: a feasible strategy to enhance drought tolerance in crop plants. *International journal of molecular sciences*. 2021. Vol. 20 (21). doi: 10.3390/ijms21218258.
 16. Alhudhaibi A.M., Ibrahim M.A., Abd-Elaziz S.M., Farag H.R., Elsayed S.M., Ibrahim H.A., Srour H.A. Enhancing salt stress tolerance in wheat (*Triticum aestivum*) seedlings: insights from trehalose and mannitol. *BMC Plant Biology*. 2024. 24(1). P. 472. doi: 10.1186/s12870-024-04964-2.
 17. Yadav A.K., Carroll A.J., Estavillo G.M., Rebetzke G.J., Pogson B.J. Wheat drought tolerance in the field is predicted by amino acid responses to glasshouse-imposed drought. *Journal of Experimental Botany*. 2019. Vol. 70(18), 4931–4948. doi: 10.1093/jxb/erz224.
 18. Chowdhury M.K., Hasan M.A., Bahadur M.M., Islam M.R., Hakim M.A., Iqbal M.A., Islam M.S. Evaluation of drought tolerance of some wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes through phenology, growth, and physiological indices. *Agronomy*. 2021. Vol. 11(9). doi: 10.3390/agronomy11091792.
 19. Державний реєстр соритів рослин, придатних до поширення в Україні на 2024 рік (реєстр є чинним станом на 04.11.2024) / Мін-во аграр. Політики тп прод-ва України. Київ, 2024. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reystir-sortiv-roslin> (дата звернення: 05.11.20204).
 20. Bousba R., Bounar R., Sedrati N., Lakhall R., Hamla C., Rached-Kanouni M. Effects of osmotic stress induced by polyethylene glycol (peg) 6000 and mannitol on seed germination and seedling growth of durum wheat. *Journal of Bioresource Management*. 2021. Vol.8(3). 6.doi: 10.35691/JBM.1202.0195.
 21. Bukhari M.A., Shah A. N., Fahad S., Iqbal J., Nawaz F., Manan A., Baloch M.S. Screening of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for drought tolerance using polyethylene glycol. *Arabian Journal of Geosciences*. 2021. Vol. 14(24). 2808. doi: 10.1007/s12517-021-09073-0.
 22. Варавкін В.О., Таран Н.Ю. Інтенсивність ростових процесів проростків озимої пшениці (*Triticum aestivum*) різної селекції за умов високого осмотичного тиску. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. 2014. URL: <http://repo.sau.sumy.ua/handle/123456789/1696>.
 23. Паливода Ю.М., Гавій В.М. Фізіолого-біохімічні особливості формування адаптивної відповіді рослин в умовах водного дефіциту. *Наукові записки. Біологічні науки*. 2023. Вип. 1. С. 52–58. doi: 10.31654/2786-8478-2023-bn-1-52-58.
 24. Прокопів Н.І., Чугункова Т.В., Хоменко С.О. Оцінка посухостійкості сортів пшениці м'якої озимої різного еколого-географічного походження за умов осмотичного стресу. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2019. Вип. 79. №3. doi: 10.31548/dopovidi.2019.03.
 25. Thabet S.G., Moursi Y.S., Karam M.A., Graner A., Alqudah A.M. Genetic basis of drought tolerance during seed germination in barley. *PloS one*. 2018. Vol. 13(11). doi: 10.1371/journal.pone.0206682.
 26. Пикало С., Демидов О., Юрченко Т., Прокопів Н., Харченко М. Порівняльна оцінка методів визначення посухостійкості сортів пшениці м'якої озимої. *ScienceRise: Biological Science*. 2019. Вип. 19. №4. С. 17–21. doi: 10.15587/2519-8025.2019.186813.

REFERENCES

1. Shtakal, M., Holyk, L., Levchenko, O., Shpakovych, I., & Ivashchenko, S. (2022). Assessment of winter wheat varieties and lines for stable yield and adaptability in the conditions of Forest-Steppe climate change. *Bulletin of Agricultural Science*, 100(3). doi: 10.31073/agrovisnyk202203-08 [in Ukrainian].
2. Havryliuk, I., & Kovalyshyna, H. (2024). Characteristics of soft winter wheat varieties by crop structure and grain quality indicators. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 2024(4), 68–84. doi: 10.56407/bs.agrarian/4.2024.68 [in Ukrainian].
3. Havryliuk, O. S., Yevdokymov, D. S., Korol, I. L., Kushym, A. V., Maiboroda, D. S., & Oliinyk, B. I. (2024). Drought-resistance elements and heat-resistance of varieties and hybrids of columnar apple trees. *Scientific Reports of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 1. doi: 10.31548/dopovidi.1(107).2024.007[in Ukrainian].
4. Shpakovych, I. V., & Kovalyshyna, H. M. (2024). Aegilops as a source of traits for resistance against major foliar pathogens for the breeding of winter soft wheat. *Scientific Reports of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 20(2). doi: 10.31548/dopovidi.2(108).2024.010 [in Ukrainian].
5. Pykalo, S., Demydov, O., Kumanska, Yu., Yurchenko, T., & Kharchenko, M. (2024). In vitro screening

- of winter durum wheat varieties for drought tolerance in immature embryo culture. *Ecological Sciences*, 1(52). doi: 10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.2 [in Ukrainian].
6. Ahmad, A., Aslam, Z., Javed, T., Hussain, S., Raza, A., Shabbir, R., & Tauseef, M. (2022). Screening of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for drought tolerance through agronomic and physiological response. *Agronomy*, 12(2). doi: 10.3390/agronomy12020287 [in English].
 7. Salim, B.B.M., Abou El-Yazied, A., Salama, Y.A.M., Raza, A., & Osman, H.S. (2021). Impact of silicon foliar application in enhancing antioxidants, growth, flowering and yield of squash plants under deficit irrigation condition. *Annals of Agricultural Sciences*, 66(2). doi: 10.1016/j.aos.2021.12.003 [in English].
 8. Arifuzzaman, M., Barman, S., & Hayder, S. (2020). Screening of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under drought stress conditions using multivariate analysis. *CEREAL RESEARCH COMMUNICATIONS*, 48, 301–308. doi: 10.1007/s42976-020-00039-8 [in English].
 9. Johnson, S.N., Chen, Z.H., Rowe, R.C., & Tissue, D.T. (2022). Field application of silicon alleviates drought stress and improves water use efficiency in wheat. *Frontiers in Plant Science*, 13. doi: 10.3389/fpls.2022.1030620 [in English].
 10. Domaratskyi, Ye.O., Bazaliy, V.V., Pichura, V.I., Drobytko, A.V., & Potravka, L.O. (2023). Water-holding capacity and drought resistance of winter wheat depending on the variety composition under non-irrigated conditions of the Steppe zone. *Agrarian Innovations*, 21. doi: 10.32848/agrar.innov.2023.21.22 [in Ukrainian].
 11. Jia XiuLing, J.X., Jian JiaLi, J.J., Ma RuiKun, M.R., & Lu JianLi, L.J. (1999). A study on water use efficiency and its components in high-yielding winter wheat. *Acta Agronomica Sinica*, 25(3). URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20000709803> [in English].
 12. Pykalo, S., Demydov, O., Yurchenko, T., Humeniuk, O., Kharchenko, M., & Rybka, K. (2020). Development of methods for assessment and selection of grain crops genotypes for tolerance to abiotic stress factors. *Ecological Sciences*, 5(32). doi: 10.32846/2306-9716/2020.eco.5-32.26 [in Ukrainian].
 13. Pykalo, S., Demydov, O., Yurchenko, T., Khomenko, S., Humeniuk, O., Kharchenko, & M., Prokopik, N. (2020). Methods for evaluation of wheat breeding material for drought tolerance. *Visnyk of the Lviv university*, 82. doi: <http://dx.doi.org/10.30970/vlubs.2020.82.05> [in Ukrainian].
 14. Saadaoui, W., Tarchoun, N., Msetra, I., Pavli, O., Falleh, H., Ayed, C., & Petropoulos, S. A. (2023). Effects of drought stress induced by D-Mannitol on the germination and early seedling growth traits, physiological parameters and phytochemicals content of Tunisian squash (*Cucurbita maxima* Duch.) landraces. *Frontiers in Plant Science*, 14. doi: 10.3389/fpls.2023.1215394 [in English].
 15. Marthandan, V., Geetha, R., Kumutha, K., Renganathan, V. G., Karthikeyan, A., & Ramalingam, J. (2020). Seed priming: a feasible strategy to enhance drought tolerance in crop plants. *International journal of molecular sciences*, 21(21). doi: 10.3390/ijms21218258 [in English].
 16. Alhudhaibi, A.M., Ibrahim, M.A., Abd-Elaziz, S.M., Farag, H.R., Elsayed, S.M., Ibrahim, H.A., & Srour, H.A. (2024). Enhancing salt stress tolerance in wheat (*Triticum aestivum*) seedlings: insights from trehalose and mannitol. *BMC Plant Biology*, 24(1). doi: 10.1186/s12870-024-04964-2 [in English].
 17. Yadav, A.K., Carroll, A.J., Estavillo, G.M., Rebetzke, G.J., & Pogson, B.J. (2019). Wheat drought tolerance in the field is predicted by amino acid responses to glasshouse-imposed drought. *Journal of Experimental Botany*, 70(18). doi: 10.1093/jxb/erz224 [in English].
 18. Chowdhury, M.K., Hasan, M.A., Bahadur, M.M., Islam, M.R., Hakim, M.A., Iqbal, M.A., & Islam, M.S. (2021). Evaluation of drought tolerance of some wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes through phenology, growth, and physiological indices. *Agronomy*, 11(9). doi: 10.3390/agronomy11091792 [in English].
 19. Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. (2024). Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dliaposhyrennia v Ukraini na 2024 rik [State register of plant varieties suitable for dissemination in Ukraine in 2024] (the register is valid as of November 4, 2024). Kyiv: N.p. Retrieved November 5, 2024, from <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslyn> [in Ukrainian].
 20. Bousba, R., Bounar, R., Sedrati, N., Lakkhal, R., Hamla, C., & Rached-Kanouni, M. (2021). Effects of osmotic stress induced by polyethylene glycol (peg) 6000 and mannitol on seed germination and seedling growth of durum wheat. *Journal of Bioresource Management*, 8(3). doi: 10.35691/JBM.1202.0195 [in English].
 21. Bukhari, M.A., Shah, A.N., Fahad, S., Iqbal, J., Nawaz, F., Manan, A., & Baloch, M. S. (2021). Screening of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for drought tolerance using polyethylene glycol. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(24). doi: 10.1007/s12517-021-09073-0 [in English].

22. Varavkin, V.A., Taran, N.Yu. (2014) Intensity of growth processes of winter wheat seedlings (*Triticum Aestivum*) various selection in temperate the osmotic pressure. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv*. URL: <http://repo.sau.sumy.ua/handle/123456789/1696> [in Ukrainian].
23. Palivoda, Y., Haviy, V. (2023). Physiological and biochemical features of the formation of the adaptive response of plants in conditions of water deficit. *Research Notes. Biology Research, 1*. doi: 10.31654/2786-8478-2023-bn-1-52-58 [in Ukrainian].
24. Prokopik, N.I., Chugunkova, T.V., & Khomenko, S.O. (2019). Evaluation of Drought Resistance in Winter Soft Wheat Varieties of Different Ecological-Geographical Origin Under Osmotic Stress Conditions. *Scientific Reports of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 3 (79)*. doi: 10.31548/dopovidi2019.03 [in Ukrainian].
25. Thabet, S.G., Moursi, Y.S., Karam, M.A., Graner, A., & Alqudah, A.M. (2018). Genetic basis of drought tolerance during seed germination in barley. *PLoS one, 13(11)*. doi: 10.1371/journal.pone.0206682 [in English].
26. Pykalo, S., Demydov, O., Yurchenko, T., Prokopik, N., & Kharchenko, M. (2019). Comparative assessment of methods for evaluation of drought tolerance in winter bread wheat varieties. *ScienceRise: Biological Science, (4 (19))*, 17–21. doi: 10.15587/2519-8025.2019.186813 [in Ukrainian].

Havryliuk I.V., Kovalyshyna H.M.

The effect of drought induced by D-mannitol on the seed germination of winter wheat varieties

Aim. To investigate the impact of drought stress induced by D-mannitol on the seed germination of different genotypes of winter wheat, evaluate the drought resistance of varieties at early development stages, and determine the influence of their regional adaptation zones on drought tolerance. **Methods.** The study was conducted on 80 varieties of winter wheat developed by four research institutions and adapted to different soil and climatic zones. Drought resistance was evaluated using the method developed by T.V. Yurchenko with the application of an artificial high-osmotic medium based on D-mannitol. Statistical analysis was performed using Microsoft Excel and the ANOVA online calculator. The calculations included summation, mean values, standard deviations, and coefficients of variation. The significance level was set at $p < 0.05$. **Results.** A variety has been identified that significantly surpasses the standard variety, MIP Vyshyvanka, in drought resistance, while 24 varieties are at the level of the standard. **Conclusions.** The identified drought-resistant varieties are recommended for use in breeding programs to enhance drought tolerance in winter wheat. Further research should focus on the inheritance of drought resistance at early development stages and the analysis of heterosis effects among the varieties for the studied trait.

Key words: drought resistance, high-osmotic environment, adaptation, stress, breeding.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Гаврилюк І.В., асистент кафедри генетики, селекції і насінництва ім. проф. М.О. Зеленського, НУБіП, e-mail: i.shpakovich@nubip.edu.ua, ORCID: 0000-0003-2595-4620.

Ковалишина Г.М., доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри генетики, селекції і насінництва ім. проф. М.О. Зеленського, НУБіП, e-mail: hkovalyshyna@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2715-7679.

Havryliuk I.V., assistant of the department of genetics, breeding, and seed production named after prof. M.O. Zelensky, NULES, e-mail: i.shpakovich@nubip.edu.ua, ORCID: 0000-0003-2595-4620.

Kovalyshyna H.M., Doctor of agricultural sciences, professor of the department of genetics, breeding, and seed production named after prof. M.O. Zelensky, NULES, e-mail: hkovalyshyna@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2715-7679.

Надійшла 25.08.2024

Наукове видання

Землеробство та рослинництво: теорія і практика

науково-теоретичний журнал

Випуск 4 (14) 2024

Підписано до друку 12.12.2024.
Формат 60x84/8. Папір офсетний.
Друк цифровий. Ум. друк. арк. 12,3.
Обл.-вид. арк. 13,5.
Наклад 50 пр. Зам. № .

Видавець та виготовлювач ТОВ «ТВОРИ».
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 6188 від 18.05.2018 р.
21027, м. Вінниця, вул. Келецька, 51а, прим. 143.
Тел.: (096) 973-09-34, (093) 891-38-52.
e-mail: info@tvoru.com.ua
<http://www.tvoru.com.ua>

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ У ЖУРНАЛІ «ЗЕМЛЕРОБСТВО ТА РОСЛИННИЦТВО: ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА»

1. Представлені для публікації статті мають бути оригінальними (раніше не опублікованими в інших виданнях), в яких висвітлено результати наукових досліджень зі статистичною обробкою даних, що мають теоретичне та/чи практичне значення, а також є актуальними, відповідати профілю журналу та мати новизну.

Статті оглядового характеру публікуються за авторства провідних українських та зарубіжних учених, відомих фахівців у своїй галузі, як правило, докторів наук.

Статті подаються українською та англійською мовою.

2. До розгляду приймаються наукові статті обсягом від 10 до 20 сторінок, включаючи анотації, таблиці, рисунки та бібліографічні списки. Якщо стаття містить вагомий науковий результат, за рішенням редакційної колегії її обсяг може бути збільшено.

Формат паперу – А4, орієнтація – книжкова, поля з усіх сторін – 20 мм, міжрядковий інтервал – 1,5, кегль шрифту – 14, гарнітура – Times New Roman, абзац – 1,25 см (не допускається створення абзацного відступу за допомогою клавіші Tab і знаків пропуску); текст вирівнюється по ширині. Обов'язковим є використання в тексті тире, а не дефіса між цифрами на означення кількісних меж від...до (напр., 3–5 га) або часового інтервалу (напр., 2010–2015 рр.).

3. Структура статті:

Тематична рубрика (напр., «Землеробство», «Меліорація», «Ґрунтознавство», «Агрохімія», «Сільськогосподарська мікробіологія», «Агроєкологія», «Рослинництво», «Кормовиробництво», «Луківництво», «Селекція», «Генетика», «Біотехнологія», «Насінництво»):

- індекс УДК (*вирівнювання відповідно до лівого краю*);
- назва статті українською мовою (*вирівнювання по центру, напівжирний шрифт, великі літери*);
- ініціали та прізвище авторів, місце роботи/навчання (із вказанням міста, країни). Якщо автори з різних установ, то після прізвищ та назв установ, у яких вони працюють/навчаються, слід проставити однаковий верхній цифровий індекс;
- анотація (українська мова, обсяг 200–250 слів, або 1800–2000 знаків з пробілами, курсив, а також містити мету, методи, результати, висновки) повинна бути інформативною і змістовною. Має відображати вихідні дані, методологію та результати проведення досліджень, висновки та сферу застосування результатів. Не допускається використання невизначених скорочень або не вказаних посилань;
- ключові слова (5–10 слів), жодне з яких не дублює слова з назви статті;
- текст статті із урахуванням необхідних елементів (пункт 4);
- література;
- references;
- анотація (не менше 2000 знаків) та ключові слова англійською мовою (прізвища й ініціали авторів та назва статті обов'язково мають бути перекладені);
- відомості про авторів українською, англійською мовами.

За достовірність поданої інформації та якість перекладу статті відповідають автори.