

Землеробство та рослинництво: теорія і практика

Випуск 3 (13)

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 № 12 від 21 серпня 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 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

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

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., PATYKA 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., проф., чл.-кор. НААН, SLUSAR I.T.,
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., SHTAKAL 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

- Шаповал І.С., Демиденко О.В., Ярмілко С.А., Яремич Л.В.
Вплив чинників землеробства на родючість чорнозему в Лівобережному Лісостепу 5
- Слюсар І.Т., Сербенюк В.О.
Оптимізація мінерального удобрення жита озимого на дренажних
органогенних ґрунтах 18
- Дикун О.В., Панасюк М.О., Остап'юк Б.В.
Агроекономічне обґрунтування технологій розподіленого внесення гербициду
корум в агроценозах сої 27

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА МІКРОБІОЛОГІЯ, АГРОЕКОЛОГІЯ

- Давидюк Г.В., Шкарівська Л.І., Клименко І.І., Довбаш Н.І., Повидало М.В.
Зміни екологічного стану агроландшафтів Львівської обл. під впливом
антропогенного навантаження 36
- Малиновська І.М., Буслаєва Н.Г.
Формування зв'язків між групами мікроорганізмів чорнозему типового
за використання різного способу основного обробітку ґрунту
та мінерального удобрення 47
- Доля С.М., Шевченко М.В.
Вплив способів обробітку ґрунту на целюлозолітичну активність чорнозему
типового за вирощування кукурудзи на зерно 56

РОСЛИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЛУКІВНИЦТВО

- Грищенко Р.Є., Любич О.Г., Глієва О.В.
Вплив елементів технології на формування вегетативних та генеративних
органів рослин гречки за органічного вирощування 67
- Юла В.М., Камінська В.В., Породько М.А., Дудка О.Ф., Мушик Б.В.
Особливості формування врожаю ячменю ярого залежно від елементів технології
вирощування 76

СЕЛЕКЦІЯ, ГЕНЕТИКА, БІОТЕХНОЛОГІЯ, НАСІННИЦТВО

- Товстановська Т.Г., Лях В.В., Ніконова В.М., Лупинос Т.М.
Створення методом міжвидової гібридизації ліній льону з підвищеним
галуженням стебла 87
- Голик Л.М., Штакал М.І., Левченко О.С., Друковська Н.Г.
Урожайність сучасних сортів пшениці озимої за різних фізико-географічних умов 96

ЕКОНОМІКА

- Оксимець О.Л., Вітвіцька О.І., Тимошенко О.В.,
Сінельник Л.М., Коваленко Г.В., Кучма Т.І., Оксимець Ю.О.
Науково-консультаційне забезпечення інноваційного розвитку АПК Київської обл. 104

ЮБІЛЕЇ

- І.Т. Слюсарю – 85 113

Contents

AGRICULTURE, MELIORATION, SOIL SCIENCE, AGROCHEMISTRY

- Shapoval I.S., Demydenko O.V., Yarmilko S.A., Yaremych L.V.
INFLUENCE OF FARMING FACTORS ON CHERNOZEM FERTILITY
IN THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE 5
- Slyusar I.T., Serbeniuk V.O.
OPTIMIZATION OF MINERAL FERTILIZER OF WINTER RYE ON DRAINED ORGANIC SOILS 18
- Dykun O.V., Panasiuk M.O., Ostapiuk B.V.
AGROECONOMIC JUSTIFICATION OF TECHNOLOGIES OF DISTRIBUTED APPLICATION
OF THE HERBICIDE CORUM IN SOYBEAN AGROCENOSSES 27

AGRICULTURAL MICROBIOLOGY, AGROECOLOGY

- Davydiuk H. V., Shkarivska L. I., Klymenko I. I., Dovbash N. I., Povydalo M. V.
CHANGES IN THE ECOLOGICAL STATE OF AGROLANDSCAPES OF THE LVIV OBLAST UNDER
THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC LOAD 36
- Malynovska I.M., Buslayeva N.H.
FORMATION OF RELATIONSHIPS BETWEEN GROUPS OF MICROORGANISMS OF TYPICAL
CHERNOZEM UNDER DIFFERENT METHODS OF BASIC TILLAGE AND MINERAL FERTILISATION 47
- Dolia S. M., Shevchenko M. V.
THE INFLUENCE OF TILLAGE METHODS ON THE CELLULOSE LITHIC ACTIVITY OF TYPICAL
CHERNOZEM IN THE CONDITIONS OF THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE 56

PLANT PRODUCTION, FEED PRODUCTION, GRASSLAND SCIENCE

- Hryshchenko R.E., Lyubchych A.G., Glieva O.V.
INFLUENCE OF ELEMENTS OF TECHNOLOGY ON THE FORMATION OF VEGETATIVE AND
GENERATIVE ORGANS OF BUCKWHEAT PLANTS DURING ORGANIC CULTIVATION 67
- Yula V.M., Kaminska V.V., Porodko M.A., Dudka O.F., Mushyk B.V.
CHARACTERISTICS OF SPRING BARLEY CROP FORMATION DEPENDING ON CULTIVATION
TECHNOLOGY ELEMENTS 76

PLANT BREEDING, GENETICS, BIOTECHNOLOGY, SEED PRODUCTION

- Tovstanovska T.G., Lyakh V.A., Nikonova V.M., Lupinos T.M.
CREATION OF FLAX LINES WITH INCREASED STEM BRANCHING USING THE METHOD
OF INTERSPECIFIC HYBRIDIZATION 87
- Holyk L.M., Shtakal M.I., Levchenko O.S., Drukovska N.H.
YIELD OF MODERN WINTER WHEAT VARIETIES UNDER DIFFERENT PHYSICAL
AND GEOGRAPHICAL CONDITIONS 96

ECONOMICS

- Oksymets O.L., Vitvitska O.I., Tymoshenko O.V.,
Sinelnik L.M., Kovalenko G.V., Kuchma T.I., Oksymets Yu.O.
SCIENTIFIC AND CONSULTING PROVISION OF INNOVATIVE DEVELOPMENT
OF AGRICULTURE OF THE KYIV REGION 104

JUBILEE

- I.T. Sliusar – 85 113

ВПЛИВ ЧИННИКІВ ЗЕМЛЕРОБСТВА НА РОДЮЧІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ В ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

І.С. Шаповал, О.В. Демиденко, С.А. Ярмілко, Л.В. Яремич

Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція
ННЦ «ІЗ НААН» (с. Холоднянське, Черкаська обл., Україна)

Мета. Дослідити вплив основних факторів землеробства на родючість чорнозему типового, продуктивність та економічну ефективність 5-пільних сівозмін в умовах нестійкого зволоження центральної частини Лівобережного Лісостепу України. **Методи.** Польовий, агрохімічний (відбір зразків і визначення загального гумусу), статистично-розрахунковий (для обґрунтування достовірності отриманих результатів і розробки статистичних моделей взаємозв'язків), Дослідження проводили на Драбівському дослідному полі в стаціонарному досліді, який закладено в 1976 р., де вивчається порівняльна ефективність різних способів обробітку чорнозему типового в 5-пільних сівозмінах різного типу. **Результати.** Довготривале використання безпліцевого і поверхневого обробітку в 5-пільній зерно-просапній сівозміні не призводило до ущільнення оброблюваного шару ґрунту до критичних значень ($>1,35$ г/см³), коли загальна шпаруватість знижується за межу 50%, що не погіршувало умов росту сільськогосподарських культур та агрофізичних умов прояву родючості чорнозему типового. Під впливом застосування основної обробітку ґрунту відбувається перерозподіл побічної продукції у межах 0–30 см ґрунту: за оранки побічна продукція рівномірно розподіляється по всьому орному шару, а за безпліцевого обробітку в 0–10 см шар ґрунту загортається 68–69% від загальної маси побічної продукції, що в 1,72 раза більше порівняно з оранкою. Загальна маса побічної продукції за безпліцевого обробітку була вищою на 1,9–2,3 т/га. Тип сівозміни сприяв зростанню виходу побічної продукції в середньому в 1,37 раза. У весняний період незалежно від способу обробітку в 5-пільній сівозміні накопичується однаковий запас продуктивної вологи в метровій товщі (142–145 мм), а показник зволоження відповідав оптимальному зволоженню. **Висновки.** На чорноземах типових малогумусних Лісостепу України урожайність зернових культур залежала від комплексу основних факторів (обробіток ґрунту, добрива, попередники, погодні умови) і становила: пшениці озимої 5,79–6,08 т/га, кукурудзи на зерно 9,14–9,39 т/га, гороху 3,42 т/га, ячменю 3,48 т/га. Високий збір зерна, кормових одиниць з гектара ріллі відповідно 4,55 та 9,55 т/га/га в сівозміні з 80% зернових, зокрема 40% кукурудзи на зерно, що вище проти сівозміни з насиченням зерновими 60%, на 18,3% та 22,5%. Найвищий чистий прибуток у сівозміні з насиченням зерновими 80%, в т.ч. 40% кукурудзи на зерно – 14,6 тис. грн/га, що вище сівозміни з насиченням зерновими 60% на 5,3 тис. грн, або 36,3% за рентабельності 95 – 68%.

Ключові слова: кліматичні фактори, попередник, сівозміна, продуктивність сівозмін, обробіток ґрунту, врожайність, кормові одиниці, перетравний протеїн, рентабельність, енергетична ефективність.

Вступ (постановка проблеми). Впровадження у виробництво системи адаптивного низьковуглецевого землеробства забезпечує підвищення загального рівня продуктивності сільськогосподарських культур внаслідок застосування сучасних короткоротаційних

сівозмін різного господарського призначення, оптимальної системи удобрення та ґрунтозахисного обробітку ґрунту [1; 5–9]. Короткоротаційні сівозміни, повинні забезпечувати достатню маневреність у розміщенні культур залежно від ґрунтово-ландшафтних

чинників, високоефективно використовувати біокліматичний потенціал території, сприяти збереженню і відтворенню родючості ґрунтів за низьких витрат виробничих ресурсів. Особливої актуальності набуває питання ефективності та стабільності 5-пільних сівозмін різного типу у зв'язку з застосуванням різних систем обробітку і удобрення [5; 7; 9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних умовах агропромислового виробництва ефективно використання землі, збереження родючості ґрунту, забезпечення високих урожаїв сільськогосподарських культур можливе лише за рахунок дотримання науково обґрунтованих систем землеробства [10; 11]. Необхідною умовою підвищення родючості чорноземів є впровадження технологій вирощування сільськогосподарських культур, раціональне використання добрив та засобів інтенсифікації системи землеробства [12]. На сучасному етапі основою будь-якої системи землеробства залишаються інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур у сівозмінах. Сівозміна, добрива, обробіток ґрунту є одними з найважливіших заходів, що регулюють рівень родючості чорнозему [14]. Найважливішим показником який визначає родючість ґрунту є гумус [4; 5]. Науково обґрунтовані сівозміни та ефективно використання агрономічних прийомів дають можливість повною мірою реалізувати генетичні показники сортів і гібридів сільськогосподарських культур, що є одним з факторів збереження продовольчої програми [15; 16].

Умови життєдіяльності мікроорганізмів, зростання інтенсивності агрозаходів та покращання якості сільськогосподарської продукції і покращення екологічного стану довкілля поліпшується за рахунок науково обґрунтованого чергування культур [17]. Продуктивність сівозміни та рівень продуктивності окремих культур загальною мірою залежить від структури посівних площ сівозміни, попередників, системи обробітку ґрунту, удобрення та засобів захисту рослин [16; 11; 20]. В зв'язку з потеплінням, зміною теплового режиму атмосфери та перерозподілу зменшеної кількості атмосферних опадів у сезонному циклі та змін їх інтенсивного випадіння, набір культур у сівозміні та структура посівних площ змінюється на користь теплолюбних культур та інших підходів за визначення впливу основних факторів землеробства на родючість ґрунту та продуктивність сівозмін із точки зору економічної та енергетичної оцінки сівозмін, не достатньо вивчене.

Мета – дослідити вплив основних факторів землеробства на родючість чорнозему типового, продуктив-

ність та економічну ефективність 5-пільних сівозмін в умовах нестійкого зволоження центральної частини Лівобережного Лісостепу України.

Методика проведення досліджень. Дослідження проводилися в умовах центральної частини Лівобережного Лісостепу України в довгостроковому стаціонарному досліді в 1976–2024 рр. на чорноземах типових малогумусних легкого гранулометричного складу з вмістом гумусу 3,8–4,2%, рухомого фосфору – 120 – 140 мг/кг ґрунту, рухомого калію 80 – 100 мг/кг ґрунту, $pH_{\text{сол.}}$ – 6,8–7,0. Уміст загального гумусу визначали за І.В. Тюрніним у модифікації М.В. Сімакова (ДСТУ 4289: 2004).

Вивчали вплив різних способів основного обробітку ґрунту та удобрення на продуктивність сівозмін різного типу: сівозміна А однорічні трави – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза – ячмінь; сівозміна В горох – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза – кукурудза. Структура сівозмін: А. – зернові 60%, зокрема пшениця озима – 20%, кукурудза – 20%, ячмінь – 20%, буряки цукрові – 20%, однорічні трави 20%, В – зернові – 80%, в т. ч.: пшениця озима – 20%, кукурудза – 40%, горох – 20%, буряки цукрові – 20%.

Способи обробітку ґрунту в сівозмінах: оранка та безполицевий обробіток (далі по тексті) від 20–22 см до 23–25 см залежно від культури у сівозміні та систематичний мілкий безполицевий обробіток на 10–12 см під всі культури у сівозмінах.

Система удобрення на 1га сівозміни: без добрив, $N_{31}P_{33}K_{41}$ (одинарна доза) та $N_{62}P_{66}K_{82}$ (подвійна доза), в т.ч. під культури: горох – $P_{30}K_{40}$ та $P_{60}K_{80}$, пшениця озима: $N_{30}P_{40}K_{50}$ та $N_{60}P_{80}K_{100}$; буряки цукрові: $N_{65}P_{55}K_{55}$ $N_{130}P_{110}K_{110}$; кукурудза на зерно: $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$; ячмінь ярий: $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ відповідно одинарній і подвійній дозі.

Умови зволоження визначаються за Л.С. Кельчевською [1983]: при $\eta > 1,3$ – надмірно вологі; $\eta = 1,3-1,1$ – вологі; $\eta = 1,1-0,9$ – оптимальні; $\eta = 0,9-0,7$ – слабо посушливі; $\eta = 0,7-0,5$ – помірно посушливі; $\eta = 0,5-0,3$ – посушливі і при $\eta < 0,3$ сухі. Комплексний показник оцінки рівня вологозабезпеченості η – це відношення фактичних запасів продуктивної вологи до їх оптимального значення, а саме 85% продуктивних вологозапасів від НВ в розрахунковому шарі ґрунту [23].

Для визначення змін агрохімічних та агрофізичних показників відбиралися змішані зразки з шарів ґрунту метрової товщі поділянково через 10 см за схемами дослідів згідно 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); щільність складення (будови) – методом різальних кілець у модифікації Н.А. Качинського в періоди інтенсивного росту культур та в періоди формування врожаю (ДСТУ ISO 11272:2001).

Уміст загального гумусу – за І. В. Тюрнім у модифікації М. В. Сімакова (ДСТУ 4289:2004); $pH_{КСІ}$ – потенціометрично (ДСТУ ISO 10390:2007); рухомий фосфор – фотоколориметрично; рухомий калій – полуменевою фотометрією (ДСТУ 4405:2005 у модифікації ННЦ «ІГА»); вміст мінеральних форм азоту ($NO_3 + NH_4$) – фотометричним методом з реактивом Несслера;

Методика досліджень загальноприйнята [24]. Результати польових дослідів піддавали статистичній обробці методом дисперсійного аналізу Єщенко В.О., Копитко П.Г. [24] з використанням статистичних методів. Узагальнення результатів досліджень проводили за допомогою програми «STATISTIKA – 10».

Метеорологічні умови проведення досліджень. Сума річних опадів за 2016–2018 рр. перевищувала норму (484 мм) на 131 мм, за період 2016–2020 рр. – 80 мм. За зимовий період опадів випало більше норми (127 мм) на 32 мм, 22 мм, 8 мм відповідно періодам (рис.1).

За весняний період кількість опадів була на рівні норми: 123 мм. Лише у період за 2016–2022 рр. опадів було більше на 12 мм. У літній період за 2016–2018 рр. та 2016–2020 рр. опадів випало більше на 72 мм і 24 мм, тоді як за 2018–2022 рр. опадів було менше на 55 мм відносно норми (121 мм).

В осінній період опадів випало на 26 мм, 38 мм та на 56 мм більше за норму (113 мм) відповідно періодам спостережень (рис. 1). Середньорічна температура повітря по періодах спостережень (рис. 1,б) перевищувала норму ($t^{\circ}C=+8,74$) на $+0,92^{\circ}C$, $+1,04^{\circ}C$, $+1,30^{\circ}C$.

За зимовий період середньомісячна температура повітря перевищувала норму ($-1,83^{\circ}C$) на $0,73^{\circ}C$, $-1^{\circ}C$, $-0,63^{\circ}C$. У весняний період середньомісячна температура повітря була наближена до норми ($+15,1^{\circ}C$), лише у 2018–2020 рр. перевищення становило: $+1,0^{\circ}C$, 2016–2020 рр.: $+0,7^{\circ}C$, 2016–2018 рр.: $+0,5^{\circ}C$. У літній період середньомісячна температура в 2018–2022 рр. перевищувала норму

($+19,0^{\circ}C$) на $+1,0^{\circ}C$, 2016–2020 рр. – на $+0,4^{\circ}C$, а в 2016–2018 рр. – була в межах норми.

В осінній період середньомісячна температура повітря при нормі $+2,7^{\circ}C$ мала перевищення на $+0,5^{\circ}C$, $+1,3^{\circ}C$ та $+1,6^{\circ}C$ відповідно періодам.

Результати та їх обговорення. Вивчення в динаміці щільності будови ґрунту під основними сільськогосподарськими культурами сівозміни безпосередньо після основного обробітку ґрунту показало, що при поверхневому і безполицевому обробітку існує різниця в ущільненні ґрунту. Менш ущільнений шар ґрунту 0–10 см, тоді як, більш ущільнені нижні шари ґрунту. Однак, визначена щільність не перевищує оптимальну величину $1,20–1,25$ г/см³, (табл.1).

Застосування безполицевого обробітку ґрунту сприяє зосередженню поживних решток у верхньому шарі ґрунту. Кількість поживних решток впливає на щільність будови ґрунту. Так, після багаторічних трав ґрунт менш ущільнений, ніж після гороху. Дещо збільшується щільність ґрунту під кукурудзою в повторному посіві. Диференціація по щільності орного шару ґрунту впливає негативно на ріст і розвиток рослин кукурудзи в повторному посіві, ячменю та гороху і в посушливі роки пшениці озимої (табл. 2).

Розрахунок кореляційних зв'язків між виходом побічної продукції та щільністю будови частин оброблюваного шару чорнозему (0–30 см) показав, що за оранки у весняний період між щільністю будови і кількістю заораної побічної продукції встановлено обернену сильну кореляцію ($R>0,70$). У шарі ґрунту 0–20 см – $R=-0,71–0,76\pm 0,02$, а у товщі 20–30 см – $R=-0,80–0,84\pm 0,02$. У першому випадку коефіцієнт детермінації (R^2) становив $R^2=0,50–0,58$, а у другому $R^2=0,64–0,67$, що пов'язано з локалізацією органічної маси побічної продукції при обробітку. За поверхневого обробітку коефіцієнти кореляції для шару ґрунту 0–20 см зростали до $R=-0,83–0,87\pm 0,02$, $R^2=0,69–0,75$, а у шарі ґрунту 20–30 см кореляція мала обернений сильний зв'язок на рівні $R=-0,72–0,79\pm 0,02$, $R^2=0,52–0,62$, що пов'язано з локалізацією побічної продукції у товщі 0–20 см.

У літній період кореляційні зв'язки між щільністю та побічною продукцією за оранки досягали рівня оберненої сильної кореляції ($R=-0,83–0,88\pm 0,02$, $R^2=0,69–0,77$) для усього оброблюваного шару 0–30 см, тоді як за поверхневого обробітку у шарі 0–20 см рівень кореляції становив $R=-0,84–0,90\pm 0,02$, $R^2=0,71–0,81$, а у шарі ґрунту 20–30 см кореляція послаблювалася до $R=-0,77–0,79\pm 0,02$, $R^2=0,59–0,62$,

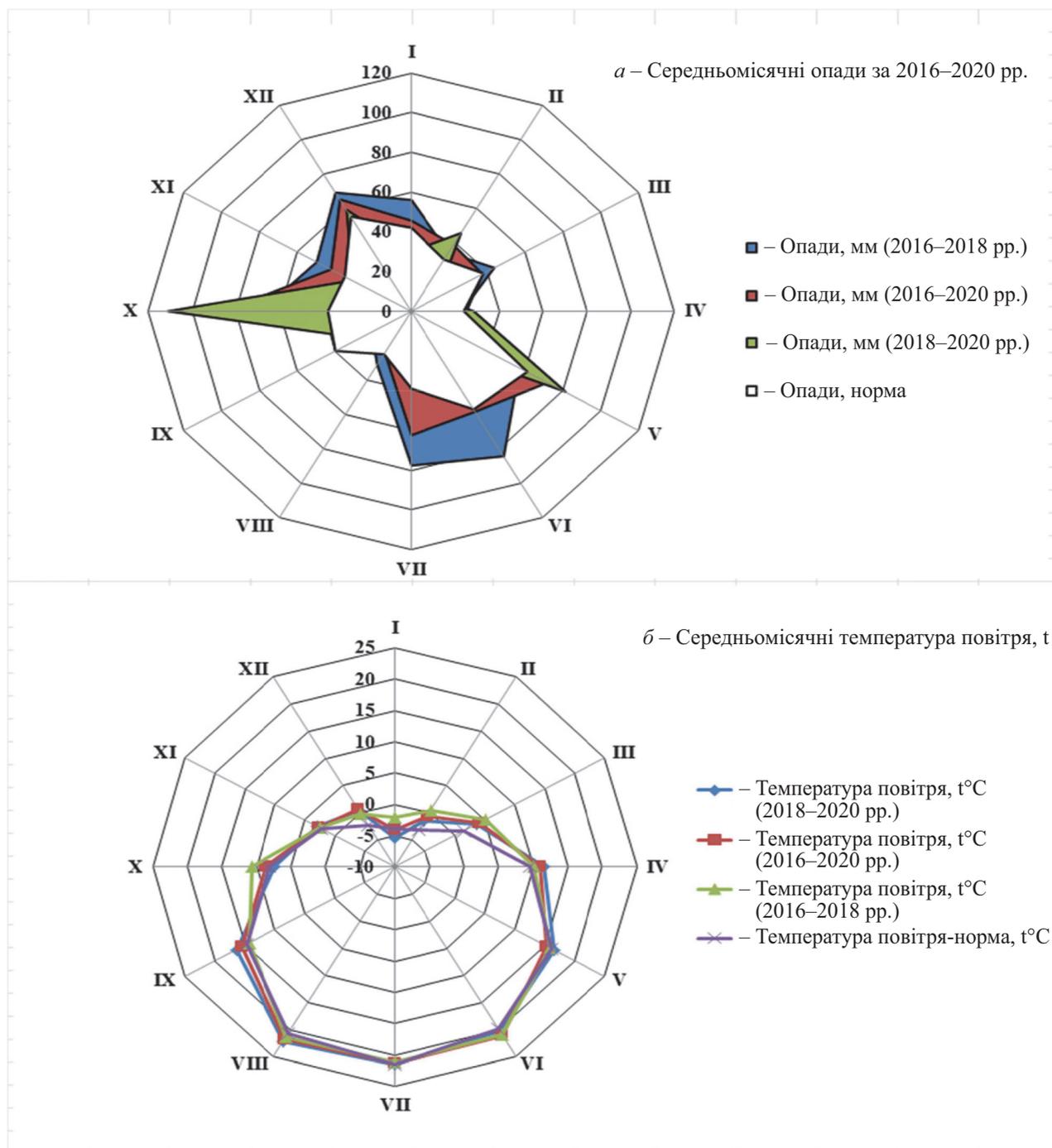


Рис. 1. Кліматичні умови за період проведення досліджень: а – опади, мм; б – середньодобова температура повітря, t°C за 2016–2020 рр.

що пов'язано з локалізацією побічної продукції при загортанні та життєдіяльністю ґрунтової мікрофлори.

Спосіб обробітку ґрунту впливав на перерозподіл як у кількісному виразі, так і відсотковому, побічної продукції за заорювання та загортання за безполицевого обробітку: за оранки побічна продукція рівномірно розподіляється в межах орного шару, тоді як за безполицевого обробітку в 0–10 см шар ґрунту загортається 68–69% побічної продукції від загальної маси. На загальний вихід побічної продукції впливав спосіб

обробітку ґрунту: за безполицевого обробітку органічної біомаси надходило більше на 1,9–2,6 т/га порівняно з оранкою. Тип сівозміни також впливав на вихід побічної продукції: в сівозміні А незалежно від обробітку вихід у середньому становив 35,2 т/га, проти 25,7 т/га в сівозміні В, що більше в 1,27 раза (табл. 2).

За даними наших досліджень поверхневий та безполицевий обробіток ґрунту порівняно з оранкою не забезпечували збільшення запасу продуктивної вологи у весняний період посіву культур у сівозміні;

Таблиця 1. Щільність будови чорнозему типового під культурами сівозміни залежно від попередників та способів основного обробітку, г/см³

Способи основного обробітку ґрунту	Шар ґрунту, см	Культури сівозміни							
		Пшениця озима по попередниках				Ярі культури			
		горох		трави		ячмінь		кукурудза на зерно	
		Сівба	Збирання	Сівба	Збирання	Сівба	Збирання	Сівба	Збирання
Оранка	0–10	1,04	1,10	1,07	1,14	1,18	1,13	1,17	1,16
	10–20	1,11	1,12	1,22	1,20	1,24	1,22	1,18	1,21
	20–30	1,12	1,18	1,18	1,20	1,20	1,19	1,19	1,13
	0–30	1,09	1,13	1,16	1,18	1,21	1,18	1,18	1,17
Безполицевий обробіток	0–10	1,11	1,21	1,09	1,13	1,22	1,15	1,06	1,15
	10–20	1,17	1,18	1,17	1,19	1,26	1,20	1,20	1,17
	20–30	1,18	1,16	1,09	1,18	1,19	1,18	1,18	1,21
	0–30	1,15	1,18	1,12	1,17	1,22	1,18	1,15	1,18
Поверхневий обробіток	0–10	1,10	1,22	1,08	1,12	1,16	1,14	1,13	1,16
	10–20	1,19	1,25	1,16	1,14	1,18	1,19	1,15	1,16
	20–30	1,13	1,14	1,17	1,19	1,22	1,18	1,17	1,13
	0–30	1,14	1,20	1,11	1,15	1,19	1,17	1,15	1,15

Примітка. НІР_{0,5} для шару ґрунту 0–10 см – 0,04 г/см³; 10–20 см – 0,03 г/см³; 20–30 см – 0,03 г/см³; 0–30 см – 0,05 г/см³.

Таблиця 2. Вплив способів основного обробітку на перерозподіл маси побічної продукції в 0–30 см шару ґрунту в сівозмінах різного типу за 2016–2020 рр.

Шар ґрунту	Сівозміна А (трави)				Сівозміна В (горох)			
	Оранка		Безполицевий обробіток		Оранка		Безполицевий обробіток	
	Вага рослин, рослинних решток, т/га	% від загального вмісту	Вага рослин, рослинних решток, т/га	% від загального вмісту	Вага рослин, рослинних решток, т/га	% від загального вмісту	Вага рослин, рослинних решток, т/га	% від загального вмісту
0–5	6,4	18,9	18,0	49,7	5,3	21,6	8,4	31,3
5–10	7,4	21,5	6,7	18,5	4,5	18,4	16,1	37,7
10–15	7,8	22,7	4,1	11,3	5,6	22,9	2,9	10,8
15–20	4,9	14,2	3,4	9,4	3,0	12,2	2,0	7,5
20–25	4,1	11,9	1,8	4,9	3,8	15,5	1,9	7,2
25–30	3,7	10,8	2,2	6,2	2,3	9,4	1,5	5,5
0–30	34,3	100	36,2	100	24,5	100	22,9	100

в середньому по сівозміні запас вологи по оранці був вищим на 8 мм відносно безполицевого обробітку. За поверхневого обробітку запаси вологи були однаковими відносно оранки (табл. 3).

По окремих культурах сівозміни запас продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту за оранки змінювався від 134,1 мм до 162,8 мм, тоді як за поверхневого обробітку мінімальний запас був меншим на 5 мм, максимальний – на 11,3 мм. За безполицевого

обробітку мінімальний запас вологи був на рівні оранки, а максимальний був меншим на 14,6 мм.

У середньому по сівозміні за оранки показник зволоження за Л.С. Кельчевською відповідав оптимальному зволоженню ($\eta=1,03$), тоді як за безполицевого глибокого та мілкового обробітку $\eta=0,95–0,98$, що відповідає оптимальному зволоженню за нижньою межею інтервального значення. За оранки під бур'яками цукровими умови зволоження відповідали

Таблиця 3. Запаси продуктивної вологи під культурами сівозміни за різних способів основного обробітку ґрунту у весняний період посіву кожної культури в сівозміні за 2016–2020 рр.

Шар ґрунту	Запаси продуктивної вологи під культурами сівозміни, мм					
	Горox	Пшениця озима	Буряки цукрові	Кукурудза	*Кукурудза	По сівозміні
<i>Оранка</i>						
0–20	21,4	25,5	30,7	24,0	22,2	24,9
0–50	70,0	72,6	66,0	71,8	48,4	65,7
0–100	152,0	154,0	162,9	143,8	134,1	149,5
**η	1,05	1,06	1,12	0,99	0,93	1,03
<i>Безполицевий обробіток</i>						
0–20	22,7	23,1	28,2	28,0	25,4	25,6
0–50	54,1	73,3	73,4	63,7	68,8	61,3
0–100	139,9	142	141,4	136,8	148,4	141,5
**η	0,96	0,96	0,97	0,97	1,02	0,98
<i>Мілкий безполицевий обробіток на 10–12 см</i>						
0–20	27,9	22,5	21,6	27,6	27,3	25,4
0–50	80,1	67,0	75,6	72,7	58,6	70,9
0–100	150,9	144,4	148,5	147,7	129,2	144,2
**η	1,08	1,0	1,03	1,02	0,89	0,99
НР _{0,05} 0–100см	10,0	9,0	12,0	9,0	11,0	9,0

Примітка. *повторний посів кукурудзи у сівозміні; **η – показник зволоження для метрової товщі за Л.С. Кельчевською.

вологим умовам за оранки ($\eta=1,12$), а за поверхневого і безполицевого обробітку умови зволоження були близькими до оптимальних, як і під іншими культурами сівозміни незалежно від способу обробітку ґрунту (табл. 3).

За довгострокового виконання оранки pH_b водної витяжки в 0–40 см шарі чорнозему був у межах $pH_b=6,45-6,61$, а $pH_c=5,89-6,07$, тоді як за безполицевого обробітку pH водної і сольової витяжки в 0–40 см шарі ґрунту був у межах: $pH_b=6,48-6,95$ та $pH_c=5,58-6,43$, але у шарі ґрунту 0–20 см за безполицевого обробітку встановлено незначне підкислення на 0,31 одиницю pH_c , а у шарі ґрунту 20–40 см зростання на 0,36 одиниць pH_c відносно оранки до $pH_c=6,07$. За поверхневого обробітку у шарі ґрунту 0–40 см $pH_b>7$, а $pH_c=6,67$ (0–20 см) та $pH_c=7,45$ (20–40 см), що пов'язано з проявом процесу вторинного окарбоначування і підтягування $CaCO_3$ у шар ґрунту 0–40 см.

Сума увібраних основ за оранки та безполицевого обробітку була в межах 24,7–25,9 мг/100 г (0–20 см)

та 25,1–26,3 мг/100 г (20–40 см), тоді як за поверхневого обробітку сума увібраних основ перевищувала 30 мг/100 г ґрунту (табл. 4).

За оранки гідролітична кислотність була в межах 1,81 мг/100 г (0–20 см) та 1,29 мг/100 г (20–40 см), а у середньому в 0–40 см товщі – 1,55 мг/100 г, тоді як за безполицевого обробітку гідролітична кислотність була меншою на 0,46 мг/100 г (0–20 см) та на 0,34 мг/100 г (20–40 см). За поверхневого обробітку рівень гідролітичної кислотності у товщі 0–40 см становив 0,11–0,44 мг/100 г ґрунту, що істотно нижче порівняно з оранкою та безполицевим обробітком та пов'язано з зростанням суми увібраних основ ($R=+0,85\pm 0,02$, $R^2=0,73$) та збільшенням pH водної і сольової витяжки ($R=+0,83\pm 0,02$, $R^2=0,0,69$). Ступінь насичення основами незалежно від способу обробітку був у межах 93,3% до 98,6% з тенденцією до зростання за поверхневого обробітку.

Продуктивність сівозмін та рівень урожайності складових культур значною мірою залежить від структури посівних площ, попередників, системи

Таблиця 4. Фізико-хімічні властивості 0–40 см шару ґрунту та фоні 7 т/га побічної продукції та $N_{60}P_{80}K_{10}$

Способи обробітку ґрунту	Шар ґрунту, см	Кислотність		Сума увібраних основ	Гідролітична кислотність	Ступінь насичення основами, %
		pH_v	$pH_{сл}$			
мг на 100 г ґрунту						
Оранка	0–20	6,45	5,89	25,9	1,81	97,0
	20–40	6,61	6,07	26,3	1,29	95,0
Безполицевий обробіток	0–20	6,48	5,58	24,7	1,35	93,3
	20–40	6,95	6,43	25,1	0,95	97,0
Поверхневий обробіток	0–20	7,08	6,67	31,0	0,44	98,6
	20–40	7,67	7,45	30,1	0,11	98,6

обробітку ґрунту, удобрення та засобів захисту рослин [10;11;15].

За розміщення пшениці озимої після гороху урожаї були значно вищі – 3,42–5,93 т/га порівняно з травами – 3,33–6,01 та 3,32–4,72 т/га. На контрольних варіантах без добрив урожаї були практично однакові. Приріст урожаю зерна пшениці озимої від внесення одинарної дози добрив $N_{30}P_{40}K_{50}$ – 1,7–1,86 т/га, що становить – 51–55,8%, за подвійної дози $N_{60}P_{80}K_{100}$ – 2,51–2,68 т/га, або 73,4–80,2%. Застосування поверхневого обробітку після гороху не знижувало урожай проти оранки за оптимальної дози добрив $N_{30}P_{40}K_{50}$, а після трав зниження на 0,47 т/га, а за подвійної дози на 0,51 – 0,70 т/га.

Під час вирощування зернових культур (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий) віддача приросту зерна за внесених добрив у середньому вищий був за оранки та глибокого безполицевого обробітку незалежно від типу сівозміни: +2,27 т/га +2,13 т/га, тоді як за систематичного мілкого безполицевого обробітку +1,80 т/га (пшениця озима); +1,31–1,59 т/га (оранка); +1,41–1,35 т/га (безполицевий та мілкий безполицевий обробіток) за вирощування кукурудзи. Під час вирощування ячменю ярого приріст зерна від внесених добрив за оранки становив +1,17 т/га проти +0,93–0,97 т/га за безполицевих обробітків.

Урожайність зерна пшениці озимої за внесення подвійної дози добрив була вищою за глибоких обробітків, а за неглибокого безполицевого обробітку вищою урожайність була за середньої дози добрив незалежно від типу сівозміни (табл. 5). Так, у сівозміні В приріст урожайності зерна від внесених добрив незалежно від способу обробітку становив у середньому: +2,27 т/га (оранка), +1,91 т/га (безполицевий

обробіток), +1,86 т/га (неглибокий безполицевий обробіток). Вплив способу обробітку був практично однаковим як за оранки, так і безполицевих обробітків, а за внесення добрив спостерігалася слабка тенденція до зниження урожайності, рівень якої не виходив за межі достовірного зменшення урожайності за внесення одинарної дози (–0,19–0,22 т/га). За подвійної дози добрив достовірно вищою урожайність була за оранки.

У сівозміні А за внесення добрив прирости зерна незалежно від способу обробітку ґрунту були достовірними, але в середньому були вищими за систематичної оранки в 1,12–1,23 раза. Приріст зерна від обробітку ґрунту (контроль без добрив) за глибокого безполицевого обробітку був на рівні оранки, а за подвійної дози добрив приріст зерна був достовірно нижчою. За неглибокого безполицевого обробітку урожайність зерна як за одинарної, так і подвійної дози добрив була нижчою, як відносно оранки, так і безполицевого обробітку. За неглибокого безполицевого обробітку урожайність зерна, як за одинарної, так і подвійної дози добрив, була нижчою порівняно з оранкою та безполицевим обробітком. Різні типи сівозмін впливали на ефективність різних способів основного обробітку ґрунту: на контролі без добрив у сівозміні В урожайність зерна була вищою на 0,15 т/га та на 0,17 т/га (неглибокий безполицевий обробіток), а за безполицевого обробітку урожайність зерна в сівозмінах А і В була однаковою.

Урожайність зерна кукурудзи в сівозміні В і А за внесених добрив була достовірно вищою відносно контролю без внесення добрив, але середній приріст зерна від внесених добрив у сівозміні В мала стійку тенденцію до зростання за безполицевих обробітків,

Таблиця 5. Урожайність буряків зернобобових культур в 5-пільних сівозмінах різного типу в залежності від способу обробітку і удобрення за 2016–2020 рр.

Добрива, кг /га д. р.	Способи основного обробітку ґрунту								
	оранка			поверхневий			безполицевий		
	урожай, т/га	приріст, т/га		урожай, т/га	приріст, т/га		урожай, т/га	приріст, т/га	
NPK		обробіток	NPK		обробіток	NPK		обробіток	
<i>Пшениця озима</i>									
В – зернові – 80%, в т. ч.: пшениця озима – 20%, кукурудза – 40%, горох – 20%, буряки цукрові – 20%.									
Без добрив	3,45	–	–	3,44	–	–0,01	3,44	–	–0,01
N ₃₀ P ₂₀ K ₅₀	5,36	+1,91	–	5,14	+1,70	–0,22	5,17	+1,73	–0,19
N ₆₀ P ₈₀ K ₁₀₀	6,08	+2,63	–	5,34	+1,90	–0,74	5,53	+2,09	–0,55
А. – зернові 60%, в т. ч. пшениця озима – 20%, кукурудза – 20%, ячмінь – 20%, буряки цукрові – 20%, однорічні трави – 20%									
Без добрив	3,30	–	–	3,27	–	–0,03	3,40	–	+0,10
N ₃₀ P ₂₀ K ₅₀	4,99	+1,69	–	4,70	+1,70	–0,29	4,95	+1,55	–0,04
N ₆₀ P ₈₀ K ₁₀₀	5,86	+2,56	–	5,33	+1,90	–0,53	5,44	+2,04	–0,42
НІР _{0,05}	Для NPK: сівозміна А 0,43 т/га; сівозміна В 0,45								
	Для обробітку сівозміна А 0,25; сівозміна В 0,21								
<i>Кукурудза на зерно</i>									
В – зернові – 80%, в т. ч.: пшениця озима – 20%, кукурудза – 40%, горох – 20%, буряки цукрові – 20%.									
Без добрив	7,22	–	–	7,20	–	–0,02	7,29	–	+0,02
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	8,69	+1,47	–	8,29	+1,09	–0,40	8,45	+1,16	–0,24
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	9,14	+1,22	–	8,92	+1,72	–0,22	8,95	+1,16	–0,19
А. – зернові 60%, в т. ч. пшениця озима – 20%, кукурудза – 20%, ячмінь – 20%, буряки цукрові – 20%, однорічні трави – 20% N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ та N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀									
Без добрив	7,30	–	–	7,42	–	+0,12	7,35	–	+0,05
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	8,63	+1,33	–	8,36	+0,94	–0,27	8,45	+1,10	–0,18
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	9,15	+1,85	–	9,18	+1,76	–0,03	8,95	+1,60	–0,20
НІР _{0,05}	Для NPK: сівозміна А 0,18 т/га; сівозміна В 0,23 т/га								
	Для обробітку сівозміна А 0,25; сівозміна В 0,25 т/га								
В – зернові – 80%, в т. ч.: пшениця озима – 20%, кукурудза – 40%, горох – 20%, буряки цукрові – 20%.									
<i>Горох</i>									
Без добрив.	2,22	–	–	2,40	–	0,18	2,24	–	+0,02
P ₃₀ K ₄₀	3,09	0,78	–	3,09	0,69	0,09	3,22	0,98	0,13
P ₆₀ K ₈₀	3,42	1,20	–	3,31	0,91	–0,11	3,45	1,21	0,03
НІР _{0,05}	Для NPK: сівозміна В 0,21 т/га								
	Для обробітку сівозміна В 0,15 т/га								
А. – зернові 60%, в т. ч. пшениця озима – 20%, кукурудза – 20%, ячмінь – 20%, буряки цукрові – 20%, однорічні трави – 20%									
<i>Ячмінь ярий</i>									
Без добрив	2,40	–	–	2,63	–	0,23	2,70	–	0,30
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,25	0,85	–	3,36	0,73	0,11	3,43	0,73	0,18
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,88	1,48	–	3,89	1,26	0,01	3,88	1,18	–
НІР _{0,05}	Для NPK: сівозміна А 0,19 т/га								
	Для обробітку сівозміна А 0,15 т/га								

а в сівозміні А, навпаки, віддача зерна від внесених добрив була вищою за оранки. Вплив способу обробітку ґрунту (контроль без добрив) не впливав на урожайність зерна кукурудзи, як в сівозміні В, так і в сівозміні А.

За внесення добрив урожайність зерна кукурудзи за безполицевого обробітку був у межах достовірної різниці з оранкою ($-9,19-0,23$ т/га), а за неглибокого безполицевого обробітку за одинарної дози добрив урожайність зерна була нижчою, як в сівозміні В, так і в сівозміні А, за подвійної дози добрив урожайність зерна була у межах похибки з оранкою та безполицевим обробітком.

Вирощування ячменю ярого за внесення зростаючих доз добрив незалежно від способу основного обробітку ґрунту забезпечило достовірні зростаючі прирости зерна відносно контролю без добрив. У середньому найвищий приріст зерна була за виконання оранки ($+1,17$ т/га), тоді як за безполицевих обробітків приріст зерна був меншим у 1,21 раза. Вплив обробітку (контроль без добрив) більш ефективним був за безполицевих обробітків: $+0,23-0,35$ т/га. За внесених добрив більш ефективними були безполицевий обробіток. Під час внесення одинарної і подвійної доз добрив урожайність перевищувала оранку в 1,18 раза та була на рівні оранки відповідно. За мілкого безполицевого обробітку урожайність зерна ячменю ярого була на рівні оранки, як за одинарної, так і подвійної дози добрив.

Урожайність гороху за внесення зростаючих доз добрив була достовірно вищою незалежно від способу обробітку ґрунту відносно на контролю без добрив, а найвища віддача була за безполицевого обробітку: $+3,34$ т/га, проти $3,20-3,26$ т/га за оранки та неглибокого безполицевого обробітку. Вплив способу обробітку на фоні внесених добрив, був більш ефективним за безполицевих обробітків: $+0,03$ т/га та $0,18$ т/га (одинарна доза добрив), а за подвійної дози добрив незалежно від способу обробітку була однаковою.

Під час вирощування буряка цукрового приріст урожайності коренів незалежно від способу обробітку і типу сівозміни був достовірним відносно контролю без добрив. У сівозміні В на контролі без добрив урожайність коренів за безполицевого обробітку зростала на $0,40-2,20$ т/га, а за внесених добрив була в межах достовірної похибки з урожайністю за оранки. В сівозміні А урожайність коренів за одинарної дози добрив була на рівні урожайності за оранки, а за подвійної дози добрив урожайність була достовірно

нижчою на $5,0$ т/га і $4,1$ т/га відповідно. За оранки тип сівозміни впливав на урожайність коренів ($46,6$ т/га), тоді як за безполицевих обробітків урожайність у сівозміні В була нижчою на $2,4-2,5$ т/га.

Встановлено, що урожайність зернових культур більшою мірою залежала від добрив ніж від способів обробітку ґрунту. За насичення сівозміни В зерновими від 60 до 80% більш високу урожайність зернових одержано за оранки – $4,25-4,36$ т/га, що вище сівозміни А з насиченням зерновими 60% на 4,8% на варіанті без добрив. Внесення мінеральних добрив в оптимальній нормі $N_{31}P_{33}K_{41}$ та на 1га сівозмінної площі підвищувало збір зернових на 5,9%. Подвійна норма добрив у сівозміні через нестачу вологи під час формування зерна знизила урожайність зернових у сівозміні В з насичення зерновими 80% на 3,4% порівняно з оптимальною дозою добрив (табл. 6).

Оцінка економічної ефективності основного способу обробітку ґрунту показала, що прямі експлуатаційні затрати і витрати пального з розрахунку на гектар найбільш високі за оранки, а найнижчі за поверхневого обробітку ґрунту. Так, за поверхневого обробітку порівняно з оранкою для зернових культур (пшениця озима, ячмінь, горох) експлуатаційні витрати нижчі на 28,4%, а витрати пального на 28,5, 37,3 та 45% відповідно (табл. 6).

Оцінка економічної ефективності сівозміни залежно від системи основного обробітку ґрунту показує, що на фоні без добрив всі технології обробітку ґрунту мають наближено майже однакові економічні показники. Наприклад вихід умовно чистого прибутку на гектар ріллі рівний, або дещо вищий за поверхневого та безполицевого обробітку ґрунту відповідно – $5,99-7,75$ тис. грн/га та безполицевого $10,09-14,02$ тис. грн/га, порівняно з оранкою – $5,55-9,51$ та $9,47-14,98$ грн/га, що вище відповідно. Важливим показником ефективності вирощування окремих культур є коефіцієнт енергетичної ефективності [21]. Встановлено, що загальні на $21,1-25,4\%$. Подвійна доза добрив практично не забезпечує ефективності способів обробітку ґрунту (табл. 6).

Важливим показником ефективності вирощування окремих культур є коефіцієнт енергетичної ефективності [22]. Встановлено, що загальні витрати енергії по сівозміні з насиченням зерновими 80% становить $8,7$ ГДж/га, на варіанті без добрив, тоді як в сівозміні з насиченням зерновими 60% цей показник зменшився до $7,87$ ГДж/га. Запаси енергії в урожаї становили відповідно $371,1$ та $313,4$ ГДж/га, за

Таблиця 6. Показники продуктивності та економічної ефективності 5-пільних сівозміни залежно від способу обробітку та добрив за 2016–2020 рр.

Добрива кг на 1га ріллі д. р.	Вихід з 1 га, ріллі					
	Зернових	Зерна	Кормових одиниць	Перетравного протеїну	Прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
В – зернові – 80%, в т. ч.: пшениця озима – 20%, кукурудза – 40%, горох – 20%, буряки цукрові – 20%.						
Оранка						
Без добрив	4,36	3,49	6,84	0,41	9,49	81
N ₃₁ P ₃₃ K ₄₁	5,56	4,45	9,15	0,56	14,98	110
N ₆₂ P ₆₆ K ₈₂	5,37	4,30	9,55	0,58	14,59	95
Безполицевий обробіток ґрунту						
Без добрив	4,35	3,49	6,83	0,41	10,09	91
N ₃₁ P ₃₃ K ₄₁	5,25	4,20	8,64	0,53	14,07	107
N ₆₂ P ₆₆ K ₈₂	5,52	4,42	8,94	0,53	13,13	88
Безполицевий мілкий обробіток ґрунту						
Без добрив	4,25	3,40	6,70	0,40	9,74	88
N ₃₁ P ₃₃ K ₄₁	5,0	4,00	8,60	0,53	13,85	105
N ₆₂ P ₆₆ K ₈₂	5,68	4,55	8,92	0,54	13,13	83
А. – зернові 60%, в т. ч. пшениця озима – 20%, кукурудза – 20%, ячмінь – 20%, буряки цукрові – 20%, однорічні трави – 20%						
Оранка						
Без добрив	3,95	2,37	5,38	0,39	5,55	57
N ₃₁ P ₃₃ K ₄₁	5,23	3,14	7,47	0,60	8,54	73
N ₆₂ P ₆₆ K ₈₂	5,80	3,48	8,57	0,69	9,51	68
Безполицевий обробіток ґрунту						
Без добрив	4,30	2,58	5,72	0,42	7,03	77
N ₃₁ P ₃₃ K ₄₁	5,15	3,09	7,53	0,62	9,04	80
N ₆₂ P ₆₆ K ₈₂	5,42	3,25	8,06	0,66	8,40	62
Безполицевий мілкий обробіток ґрунту						
Без добрив	3,98	2,39	5,39	0,40	5,99	65
N ₃₁ P ₃₃ K ₄₁	5,10	3,06	6,51	0,49	7,11	63
N ₆₂ P ₆₆ K ₈₂	5,67	3,40	7,41	0,55	7,75	57

коефіцієнта енергетичної ефективності K_e відповідно 4,24–4,69, а мінеральних добрив в одинарній дозі збільшувались витрати енергії проти контролю без добрив відповідно в 1,25–1,26 раза, енергія у врожаї зросла відповідно 1,3–1,39 раза, порівняно з контролем без добрив.

Висновки

1. Довготривале використання безполицевого і поверхневого обробітку в 5-пільній зерно-просапній сівозміні не призводило до ущільнення оброблюваного шару ґрунту до критичних зна-

чень ($>1,35$ г/см³) коли загальна шпаруватість знижується за межу 50%, що не погіршувало умов росту сільськогосподарських культур та агрофізичних умов прояву родючості чорноземи типового.

2. Під впливом застосування основного обробітку ґрунту відбувається перерозподіл побічної продукції у межах 0–30 см ґрунту: за оранки побічна продукція рівномірно розподіляється по всьому орному шару, а за безполицевого обробітку в 0–10 см шар ґрунту загортається

68-69% від загальної маси побічної продукції, що в 1,72 раза більше порівняно з оранкою. Загальна маса побічної продукції за безполіцевого обробітку була вищою на 1,9–2,3 т/га. Тип сівозміни сприяв зростанню виходу побічної продукції в середньому в 1,37 раза.

- У весняний період незалежно від способу обробітку в 5-пільній сівозміні накопичується однаковий запас продуктивної вологи в метровій товщі (142–145 мм), а показник зволоження відповідав оптимальному зволоженню.
- На чорноземах типових малогумусних Лісостепу України урожайність зернових культур залежала від комплексу основних факторів (обробіток

грунту, добрива, попередники, погодні умови) і становила: пшениці озимої 5,79–6,08 т/га, кукурудзи на зерно 9,14–9,39 т/га, гороху 3,42 т/га, ячменю 3,48 т/га.

- Високий збір зерна, кормових одиниць з гектара ріллі відповідно 4,55 та 9,55 т/га в сівозміні з 80% зернових, в т.ч. 40% кукурудзи на зерно, що вище проти сівозміни з насиченням зерновими 60%, на 18,3% і 22,5%. Найвищий чистий прибуток у сівозміні з насиченням зерновими 80%, зокрема 40% кукурудзи на зерно – 14,6 тис. грн/га, що вище сівозміни з насиченням зерновими 60% на 5,3 тис. грн, або 36,3% за рентабельності 95 – 68%.

ЛІТЕРАТУРА

- Бойко П.І., Шиліна Л.І., Шаповал І.С. Продуктивність культур та родючість чорноземів в залежності від факторів землеробства. *Вісник Черкаського ін-ту АПВ*. 2002. №3. С. 3–12.
- Грунтозахисна біологічна система землеробства в Україні: моногр./ за ред. доктора с.-г. наук Шиліни М.К. НАУ. «Оранта», 2000. 389 с.
- Основи наукових досліджень в агрономії / [Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В.]. К.: Дія, 2005. 288 с.
- Онщенко А.В. Ефективність побічної продукції рослинництва та сидератів в Правобережному Лісостепу. Чабани, 2006. 165с.
- Сайко В.Ф., Малієнко А.М., Мазур Г.А. Устойчивость земледелия, проблемы и пути решения. К.: Урожай, 1993. С. 169–174.
- Сівозміни у землеробстві України; за ред. Сайка В.Ф., Бойка В.Ф. К.: Аграрна наука, 2002. 146 с.
- Методичні рекомендації і програма досліджень з обробітку ґрунту; за ред. Малієнко А.М. ННЦ «Інститут землеробства УААН». Чабани. 86с.
- Медведев В.В. Взаємозв'язки між антропогенним навантаженням, деградацією і сталістю ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2007. №.8. С. 49 – 55.
- Носко Б.С. Шляхи збереження чорноземів України. *Вісник аграрної науки*. 2003. №. 1. С. 24–28.
- Сайко В.Ф. Бойко П.І. Сівозміни у землеробстві України; за ред. В.Ф.Сайка, П.І. Бойка. Київ. *Аграрна наука*, 2002. С. 146–147.
- Лебідь С.М., Андрусенко І.І., Пабат І.А. Сівозміни при інтенсивному землеробстві. Київ: Урожай, 1992. 222 с.
- Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системі землеробства ІХ – початок ХХІ ст.): моногр. Київ Тов. «Нілен» ЛТД. 2014. 490 с.
- Бойко П.І., Коваленко Н.П. Науково-інноваційні аспекти сівозмін в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 5 с. 24–28.
- Бойко П.І. Коваленко Н.П., Блащук М.І., Демиденко О.В. Залежність зміни вмісту гумусу у чорноземі Лівобережного Лісостепу України від застосування сівозмін, удобрення та обробітку ґрунту. *Young Scientist №5/59. Mai*. 2018. С. 1–3.
- Єщенко В.О. Сівозмінні проблеми сьогодення. Сучасні аграрні технології. 2013. №4. С. 12–16.
- Танчик С.П., Цюк О.А., Центило Л.В. Наукові основи систем землеробства: моногр. Вінниця: ТОВ «Ніланд – ЛТД», 2015. 314 с.
- Єщенко В.О. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство». 2015. Вип. 1. С. 23–27.
- Демиденко О.В., Бойко П.І., Блащук М.І., Шаповал І.С., Коваленко Н.П., монографія. Сівозміни та родючість чорнозему Лівобережного Лісостепу. Чорнобай. 2019. 488с.
- Лебідь С.М., Андрусенко І.І., Пабат І.А. Сівозміни при інтенсивному землеробстві. Київ: Урожай, 1992. 222 с.
- Демиденко О.В., Шаповал І.С., Бойко П.І. Структура сівозмін і родючість чорноземів зони Лісостепу. *Землеробство*. 2016. Вип. 2(91). С. 12–17.
- Браженко І.П., Райко О.П., Удовенко К.П. Біоенергетична оцінка польових культур. *Вісник аграрної науки*. 1996. № 10. С.22–27.
- Чумак В.С., Сокрута І.Ф. Енергетична оцінка ефективності спеціалізованих сівозмін. Бюлетень

Інституту зернового господарства. 1999. № 8. С. 16–18.

23. Ткачук А.В. Застосування щоденних запасів ґрунтової вологи для агрокліматичної адаптації землеробства до природного зволоження. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-*

економічного університету. 2011. № 1. С. 129–132.

24. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, П.В. Костогряз; В.П. Опришко. За ред. В.О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

REFERENCES

1. Boyko P.I., Shilina L.I., Shapoval I.S. (2002). Productivity of crops and fertility of chernozems depending on agricultural factors. *Herald of Cherkasy Institute of APV*, 3, 3–12 [in Ukrainian].
2. Soil protection biological system of agriculture in Ukraine. (2000). Monograph/ edited by Dr. Shykula M.K. NAU. «Oranta». 389 p. [in Ukrainian].
3. Dospekhov B.A. (1968). Field method opyta. M.: Kolos, 335 p. [in Ukrainian].
4. Onishchenko A.V. (2006). Effectiveness of by – products of crop production and siderates in the Right Bank Forest Steppe. Chabany. 165 p. [in Ukrainian].
5. Saiko V.F., Malienko A.M., Mazur G.A. (1993). Persistence agriculture, problems and paths solutions. K.: harvest. P. 169–174. [in Ukrainian].
6. Crop rotations in agriculture of Ukraine (2002). Edited by Saiko V.F., Boyka V.F. K.: Agrarian science. 146 p. [in Ukrainian].
7. Methodical recommendations and research program on soil cultivation. Edited by Malienko A.M. NSC «Institute of Agriculture of the Ukrainian Academy of Sciences». Shepherds. 86 p. [in Ukrainian].
8. Medvedev V.V. (2007). Interrelationships between anthropogenic loading, soil degradation and stability. *Herald of Agrarian Science*, 8, 49–55.
9. Nosko B.S. (2003). Ways to preserve chernozems of Ukraine. *Herald of Agrarian Science*, 1, 24–28 [in Ukrainian].
10. Saiko V.F. Boyko P.I. (2002). Crop rotation in agriculture of Ukraine. Edited by V.F. Saika. Kyiv: Agrarian Science. 146–147 p. [in Ukrainian].
11. Lebid S.M., Andrusenko I.I., Pabat I.A. (1992). Crop rotation during intensive farming. Kyiv: Urozhai. 222 p. [in Ukrainian].
12. Kovalenko N.P. (2014). Formation and development of the scientific organizational foundations of the application of domestic crop rotations in the agricultural system IX – the beginning of the XXI century). Monograph. Kyiv Co., Ltd. «Nilen» LTD. 490 p. [in Ukrainian].
13. Boyko P.I., Kovalenko N.P. (2006). Scientifically – innovative aspects of crop rotation in Ukraine. *Herald of Agrarian Science*, 5, 24–28 [in Ukrainian].
14. Boyko P.I. Kovalenko N.P., Blaschuk M.I., Demydenko O.V. (2018). Dependence of changes in the humus content in the chernozem of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine on the use of crop rotation, fertilization and tillage. *Young Scientist* 5/59. Mai. P. 1–3 [in Ukrainian].
15. Yeschenko V.O. (2013). Current crop rotation problems. *Modern agricultural technologies*, 4, 12–16 [in Ukrainian].
16. Tanchyk S.P., Tsyuk O.A., Tsentilo L.V. (2015). Scientific foundations of farming systems: monograph. Vinnytsia: Niland LLC. 314 p. [in Ukrainian].
17. Yeschenko V.O. (2015). The role of crop rotation in modern agriculture. *Interdepartmental thematic scientific collection «Agriculture»*, 1, 23–27 [in Ukrainian].
18. Demydenko O.V., Boyko P.I., Blaschuk M.I., Shapoval I.S., Kovalenko N.P. (2019). Crop rotations and fertility of chernozem of the Livoberezhny Forest Steppe: monograph.. Chornobay. 488 p. [in Ukrainian].
19. Lebid S.M., Andrusenko I.I., Pabat I.A. (1992). Crop rotation during intensive farming. Kyiv: Urozhai. 222 p. [in Ukrainian].
20. Demydenko O.V., Shapoval I.S., Boyko P.I. (2016). The structure of crop rotation and the fertility of chernozems in the forest–steppe zone. *Agriculture*, 2(91), 12–17 [in Ukrainian].
21. Brazhenko I.P., Rayko O.P., Udovenko K.P. (1996). Bioenergetic assessment of field crops. *Herald of Agrarian Science*, 10, 22–27 [in Ukrainian].
22. Chumak V.S., Sokruta I.F. Energy assessment of the efficiency of specialized crop rotations. *Bulletin of the Institute of Grain Management*. 1999. No. 8. p. 16–18 [in Ukrainian].
23. Tkachuk A.V. (2011). Application of daily soil moisture reserves for agroclimatic adaptation of agriculture to natural moisture. *Bulletin of Dnipropetrovs'k State Agrarian and Economic University*, 1, 129–132 [in Ukrainian].
24. Fundamentals of scientific research in agronomy: Textbook / V.O. Yeshchenko, P.G. Kopytko, P.V. Kostohryz; V.P. Opryshko (2014). Edited by V.O. Yeschenko. Vinnytsia: Edelweiss & K. 332 p. [in Ukrainian].

Shapoval I.S., Demydenko O. V., Yarmilko S.A., Yaremych L.V.

Influence of farming factors on chernozem fertility in the Left-Bank Forest-Steppe

Aim. To study the influence of the main factors of agriculture on the fertility of typical chernozem, productivity and economic efficiency of 5 fallow crop rotations in conditions of unstable moisture in the central part of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** The field, agrochemical (sampling and determination of total humus), statistical and computational (to substantiate the reliability of the results and develop statistical models of interrelationships), the study was conducted at the Drabivske experimental field in a stationary experiment, which was established in 1976, where the comparative effectiveness of different methods of cultivation of typical chernozem in 5 different types of arable crop rotations is studied. **Results.** The long-term use of moldboardless and surface tillage in a 5-field grain-tilled crop rotation did not lead to compaction of the cultivated soil layer to critical values ($>1.35 \text{ g/cm}^3$) when the total porosity decreases beyond 50%, which did not worsen the conditions of crop growth and agrophysical conditions of typical chernozem fertility. Under the influence of the main tillage, the redistribution of by-products within 0–30 cm of the soil occurs: under ploughing, by-products are evenly distributed throughout the arable layer; and under no-till tillage, 68–69% of the total mass of by-products is incorporated in the 0–10 cm soil layer, which is 1.72 times more than under ploughing. The total weight of by-products under no-till cultivation was 1.9–2.3 t/ha higher. The type of crop rotation contributed to an increase in the yield of by-products by an average of 1.37 times. In the spring, regardless of the method of cultivation, the same stock of productive moisture in the one-metre thickness (142–145 mm) is accumulated in the 5-field crop rotation, and the moisture content corresponded to the optimal moisture content. **Conclusions.** On typical low-humus chernozem of the Forest-Steppe of Ukraine, the yield of grain crops depended on a complex of main factors (tillage, fertilizers, predecessors, weather conditions) and amounted to: winter wheat 5.79–6.08 t/ha, corn for grain 9.14–9.39 t/ha, peas 3.42 t/ha, barley 3.48 t/ha. High grain and fodder yields of 4.55 and 9.55 t/ha/ha, respectively, in a crop rotation with 80% grain, including 40% corn, which is 18.3% and 22.5% higher than in a crop rotation with 60% grain saturation. The highest net profit is in the crop rotation with 80% grain saturation, including 40% corn for grain – 14.6 thousand UAH/ha, which is higher than the crop rotation with 60% grain saturation by 5.3 thousand UAH, or 36.3%, with a profitability of 95–68%.

Key words: climatic factors, predecessor, crop rotation, crop rotation productivity, soil cultivation, yield, feed units, digestible protein, profitability, energy efficiency.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Шаповал І.С., кандидат с.-г. наук, старший н.с., провідний н.с., Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція ННЦ «Інститут землеробства НААН», e-mail: si4729983@ukr.net, ORCID 0009-0005-0154-0310.

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

Shapoval I.S., candidate of rural-urban of Sciences, senior n.s., leading n. s., Cherkasy State Agricultural Research Station of the NSC "Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences", e-mail: si4729983@ukr.net, ORCID 0009-0005-0154-0310.

Demydenko O.V., doctor of agricultural sciences, senior researcher, chief researcher, Cherkasy State Agricultural Research Station of the NSC "Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences", e-mail: agrogumys@ukr.net ORCID 0000-0002-5334-1154.

Ярмілко С.А., н.с., зав. відділу землеробства і землеустрою, Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція ННЦ «Інститут землеробства НААН», ORCID 0000-0003-3259-0757.

Яремич Л.В., м. н.с., Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція ННЦ «Інститут землеробства НААН», ORCID 0009-0001-6885-3515.

Yarmilko S.A., n. village, head of the Department of Agriculture and Land Management, Cherkasy State Agricultural Research Station of the NSC "Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences", ORCID 0000-0003-3259-0757.

Yaremych L.V., M.Sc. s., Cherkasy State Agricultural Research Station NSC "Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences", ORCID 0009-0001-6885-3515.

Надійшла 08.04.2024

ОПТИМІЗАЦІЯ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ ЖИТА ОЗИМОГО НА ДРЕНОВАНИХ ОРГАНОГЕННИХ ҐРУНТАХ

І.Т. Слюсар, В.О. Сербенюк

ННЦ «ІЗ НААН» (с-ще Чабани, Україна)

Мета. Визначити ефективність розрахунків внесення доз мінеральних добрив під посіви жита озимого в травопільній сівозміні, на оптимізацію поживного режиму та запобігання надлишкового вимивання поживних речовин у ґрунтові води, забруднення річкових вод на заплавах дренажних органогенних ґрунтах. **Методи.** Польовий із комплексом біометричних, агрохімічних і лабораторних досліджень, математично-статистичний. **Результати.** Встановлено, що коливання врожайності жита озимого, істотно залежало від варіантів розрахунку внесення добрив і становило – 9,2–9,4%. Найвищу врожайність зерна жита озимого за розрахунків добрив мали на основі аналізу даних, отриманих у багаторічних дослідках, розрахованих на приріст та на заплановану урожайність з урахуванням їхнього вмісту в ґрунті становила (4,81–5,23 т/га). У той самий час кількість внесених мінеральних добрив, залежно від методів розрахунку їхнього внесення в ґрунт, має різницю, що, безумовно, впливало на виробничі витрати і загалом – на собівартість виробленої продукції. **Висновки.** Економічна оцінка визначення доз мінеральних добрив, розрахованих різними методами показала, що найнижча собівартість отриманого врожаю та найбільший умовно чистий прибуток, як і їх рівень рентабельності жита озимого, отримали на посівах за внесення мінеральних добрив, розрахованих на основі аналізу даних, отриманих у довготривалих дослідженнях. Така методика розрахунків внесення мінеральних добрив порівняно з існуючими вітчизняними і закордонними аналогами забезпечує економію енергетичних затрат на одиницю продукції.

Ключові слова: добрива мінеральні, вимивання біогенних речовин, поживний режим, дренажні ґрунти, дренажні води, продуктивність.

Вступ. За оптимізації землекористування в агроландшафтах на дренажних органогенних ґрунтах гумідної зони, площа яких сягає близько – 0,8–1 млн га є розробка адаптивно-ландшафтною системи землеробства. Сучасні умови економії енергоресурсів та екологічної нестабільності в умовах воєнного стану та змін клімату є ефективне та раціональне використання дренажних органогенних ґрунтів, регулювання водного режиму, оптимізація поживного режиму органогенних ґрунтів, запобігання надлишкової мінералізації органічної речовини та вимивання біогенних речовин у дренажні та річкові води з урахуванням напрямів та способів їхнього використання є важливим чинником сталого розвитку меліорованих земель загалом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом широко стали застосовувати в розробці технології вирощування культур систему точного землеробства, розробленої наприкінці минулого століття,

що є продовженням періоду програмування врожаїв [1–3]. Сума знань набуті за останні роки дають змогу застосовувати для розрахунків точного землеробства для конкретних ґрунтів, погодних умов та культур в сівозміні. Це пов'язано з економічними та екологічними вимогами [4]. До того ж застосування розрахунків точного землеробства на дренажних органогенних ґрунтах, які характеризуються високим вмістом рухомого азоту та вологи, потребують точнення. Особливості органогенних ґрунтів разом з агротехнікою вирощування жита озимого в травопільній сівозміні значно впливають на поживний режим ґрунту та загалом на використання різних розрахунків внесення мінеральних добрив [5–7]. Найпоширенішими та основними розрахунками визначення доз внесення мінеральних добрив багатьма вченими [1; 3] прийнято розрахунки на основі тривалих досліджень та балансово-розрахункового методу. Дози розраховують на приріст урожаю, на заплановану врожайність

з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті, коефіцієнтів використання поживних речовин з добрив та ґрунту, винесення врожаєм, вимиванням поживних речовин тощо [8; 9].

Проведений вище аналіз свідчить про важливість значного уточнення основних принципів розрахунків оптимального поживного режиму на дренованих органогенних ґрунтах під посіви жита озимого.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в стаціонарному досліді на дренованих староорних органогенних ґрунтах Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН» (заплава р. Супій Бориспільського р-ну, Київської обл.). Ґрунт дослідної ділянки – торф карбонатний рогово-осокового походження з високим ступенем розкладу – 45–55% та потужністю торфового шару – 2,4–2,5 м; щільність складання ґрунту – 0,215–0,221 г/см³, повна вологоємність – 270–285%, зольність – 40–50%. Валовий вміст азоту – 2,85–2,93%; фосфору – 0,76–0,90%; калію – 0,09–0,15%; кальцію – 20–26%; рН водного розчину – 7,3–7,5. Підстилаюча материнська порода – оглеєні алювіальні суглинки.

Дослід закладений у трикратному повторенні, як у просторі, так і в часі, за схемою удобрення, наведеною у табл. 1. Загальна площа ділянки 20 м², облікова – 15 м².

У ґрунтових зразках визначали вологість термостатно-ваговим методом. Якість ґрунту. Метод визначення нітратного азоту в торфовому ґрунті ДСТУ 7947:2015, ДСТУ 7946:2015, амонійного азоту – ДСТУ 7947:2015, фосфору і калію – за Б.П. Мачигінім, з наступним визначенням рухомого фосфору колориметрично, обмінного калію – на полуменевому фотометрі [10]. Вміст біогенних речовин у дренажних водах: нітратний азот за ДСТУ ISO 6878-2008; фосфор – спектрометричний метод із застосуванням амонію за ДСТУ ISO 7150-102003; амонійний азот – ручний спектрометричний метод за ДСТУ 4079-2001 (ISO 9297:1989, MOD) [12–14].

Облік урожайності проводили в період повної стиглості зерна жита озимого поділянковим методом [11].

Осушувані торфові ґрунти заплави р. Супій мають достатню кількість тепла (сума ефективних температур понад 5°C – 3000°C) з середньобогаторічними показниками початку вегетації культур 1–10 квітня (перехід через +5°C за даними гідрометеостанції м. Яготин) та закінченням вегетації восени 1–6 листопада з середньою загальною тривалістю теплого періоду близько 220 днів, це сприяє доброму росту та розвитку рослин.

Система удобрення формувалася за таким принципом:

1. Без добрив (контроль).
2. Рекомендований під однорічні культури P₄₅K₁₂₀ (весна) [І. Слюсар, 15].

На основі отриманих даних за результатами багаторічних польових дослідженнях, що проводилися на староорних органогенних дренованих ґрунтах Панфільської дослідної станції.

3. Балансовий – розрахунковий на приріст урожаю. Метод ґрунтується на способах визначення добрив; на запланований приріст врожаю:

$$H = \frac{Y_{\text{п}} - Y_{\text{к}} \times B \times 100}{K_{\text{у}}},$$

де Y_п – запланований урожай, т/га;

Y_к – багаторічна урожайність без добрив, т/га;

B – винесення поживних речовин рослиною, кг/т;

K_у – коефіцієнт використання поживних речовин з добрив, %.

4. Розрахунковий на всю врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті: на заплановану урожайність за вирахуванням запасу рухомих форм поживних речовин, що містяться у 0–40 см шарі ґрунту.

$$H = \frac{100 \times Y_{\text{з}} \times B - \Gamma \times K_{\text{Г}}}{K_{\text{Д}}},$$

де Д – доза добрив на 1 га, кг діючої речовини;

Y_з – запланована врожайність, т/га;

B – винос поживних речовин на 1 т урожаю, кг д. р.;

Г – вміст поживних речовин у ґрунті, кг/га д. р.;

K_Г – коефіцієнт використання елементів із ґрунту, %;

K_Д – коефіцієнт використання елементів із добрив, %;

5. Рекомендована доза (P₄₅K₁₂₀) + Органік-Баланс – 2,0 л/га.
6. Стимулятор росту: Органік-Баланс – 2,0 л/га (під час вегетації у фазі кущення рослин).

Результати та їх обговорення. Погодні умови в роки досліджень на Панфільській дослідній станції (за даними Яготинської ГМС розміщеної на віддалі 2 км від дослідного поля) характеризувалися підвищеними середньомісячними показниками за квітень–вересень температури повітря – 17,4 – 18,1°C (за середньобогаторічної – 15,5°C), та недостатньою кількістю опадів (163 – 319 мм за норми 327 мм).

За вегетаційний період (квітень – вересень) спостерігалася підвищена температура повітря з низькою забезпеченістю атмосферними опадами. За цей

період випало на 48 мм опадів менше, а середньодобова температура повітря перевищувала норму на 0,5°C.

Отже, загалом погодні умови за 2017–2019 рр. були сприятливими для вирощування однорічних культур на дренованих органогенних ґрунтах із додатковим зволоженням у засушливі періоди вегетації, що і забезпечило високу їхню продуктивність.

Щодо вологості орного шару ґрунту, то проведеними дослідженнями встановлено, що доступної вологи на осушуваних органогенних ґрунтах було достатньо протягом усієї вегетації жита озимого, проте у серпні і вересні вона опускалася в шарі ґрунту 0–30 см за межі оптимальних показників, у цей період однорічні культури свою вегетацію закінчили.

Аналізуючи вологість 0–30 см шару ґрунту (рис. 1) залежно від років тривалості вирощування багаторічних травосумішей та способу використання однорічних культур у сівозміні, слід відмітити, що чіткої залежності не спостерігали. Така вологість пов'язана з меліоративною системою, яка регулює глибину залягання рівнів ґрунтових вод, які впливають на вологість ґрунту. Вологішим від дощів виявився весняний період і з меншими їх показниками в літній період. У другу половину вегетації жита озимого, коли опадів випадає менше, вологість активного шару ґрунту

на посівах жита озимого не опускалася до нижньої межі оптимальності (40% від повної вологості).

Рівні ґрунтових вод (рис. 2) коливалися протягом вегетації у межах 60–110 см від поверхні ґрунту, а вологість ґрунту – у межах 50–82% від повної вологості, за нижньої оптимальної вологості ґрунту (вологість розриву капілярів) на органогенних ґрунтах – 40% від повної вологості та верхньої межі – 80% від повної вологості. Розрахунки водного балансу за вегетаційний період показують, що волога, яка надходить в активний шар ґрунту, в якому розміщена основна маса кореневої системи жита озимого становить понад 1000 мм (350 мм атмосферних опадів, накопичена за осінньо-зимовий період – близько 350 мм та надходження з ґрунтових вод за період вегетації – близько 360 мм), тоді як сумарне випаровування найбільш вологолюбних культур за вегетацію не перевищує 800–900 мм.

Слід відмітити, що на дренованих ґрунтах Панфільської дослідної станції за рахунок нормативного функціонування осушувально-зволожувальної мережі, яка своєчасно справлялася з відведенням надлишкової води накопиченої в осінньо-зимовий та за весняно-літніх інтенсивних дощів забезпечувала додатковою вологою в посушливі періоди. Загалом запаси продуктивної вологи ґрунту були достатніми

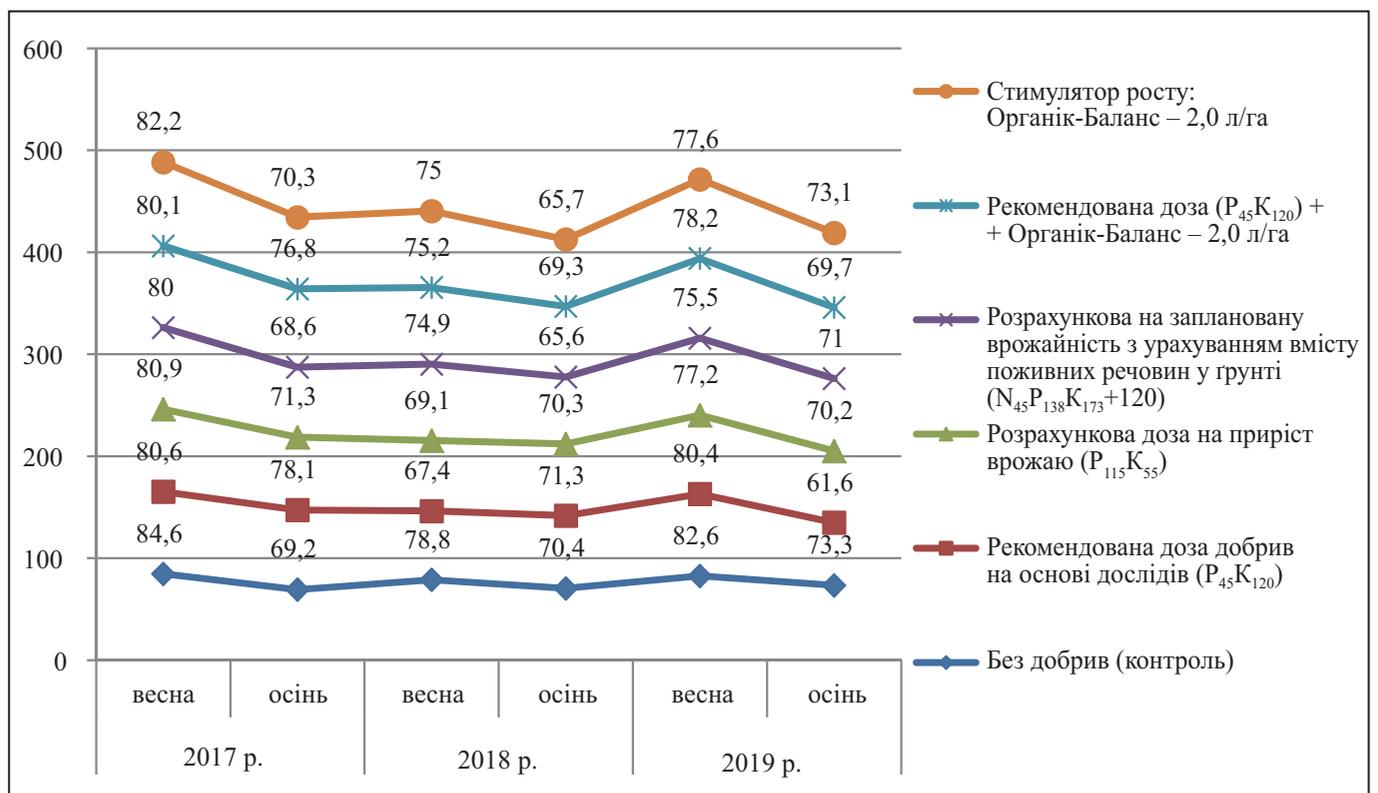


Рис. 1. Вплив удобрення на вологість органогенного ґрунту під посівами жита озимого, % від повної вологості

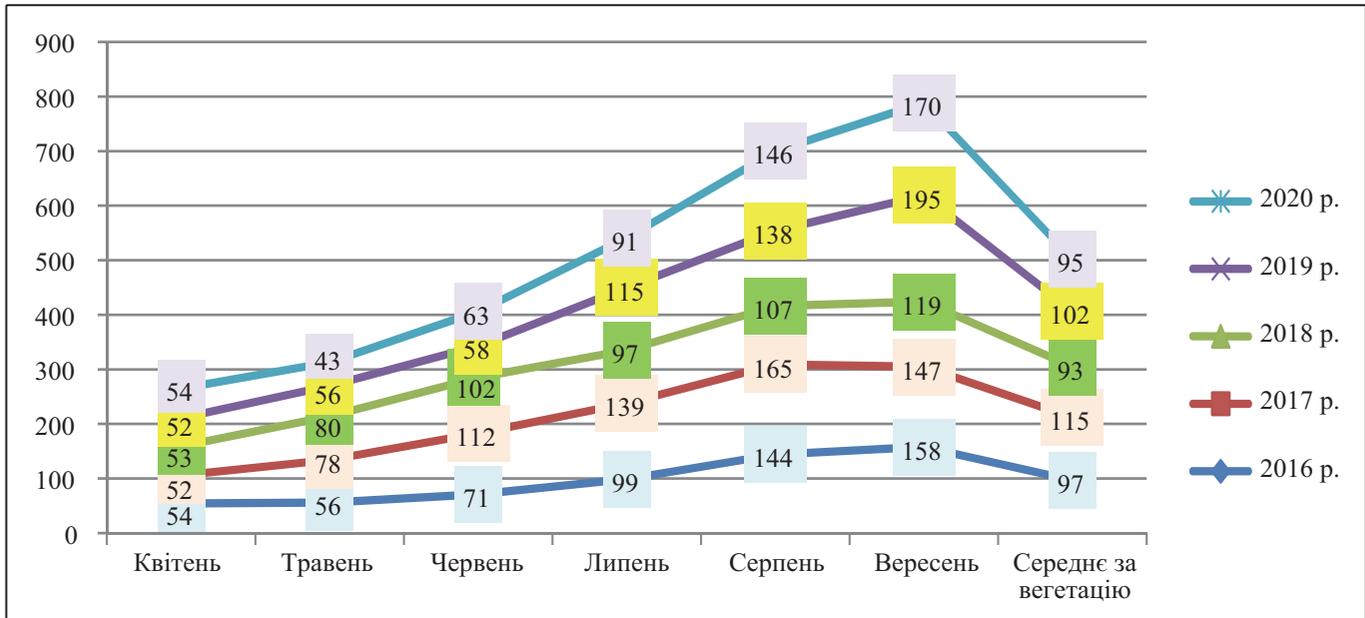


Рис. 2. Заліяння рівня ґрунтових вод, см від поверхні ґрунту

для вирощування зернових культур (70 – 80% від повної вологоємності).

Отже, проведені дослідження з агрокліматичної оцінки умов у зоні дренажних меліорацій показує (Панфільська дослідна станція), що такі території повністю забезпечені основними показниками

родючості ґрунту та мають сприятливе вологозабезпечення для отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур, в тому числі і жита озимого.

Аналіз вмісту поживних речовин у ґрунті показує (табл. 3), що вміст їх істотно залежить від доз внесених добрив. Найменша їхня кількість відмічена

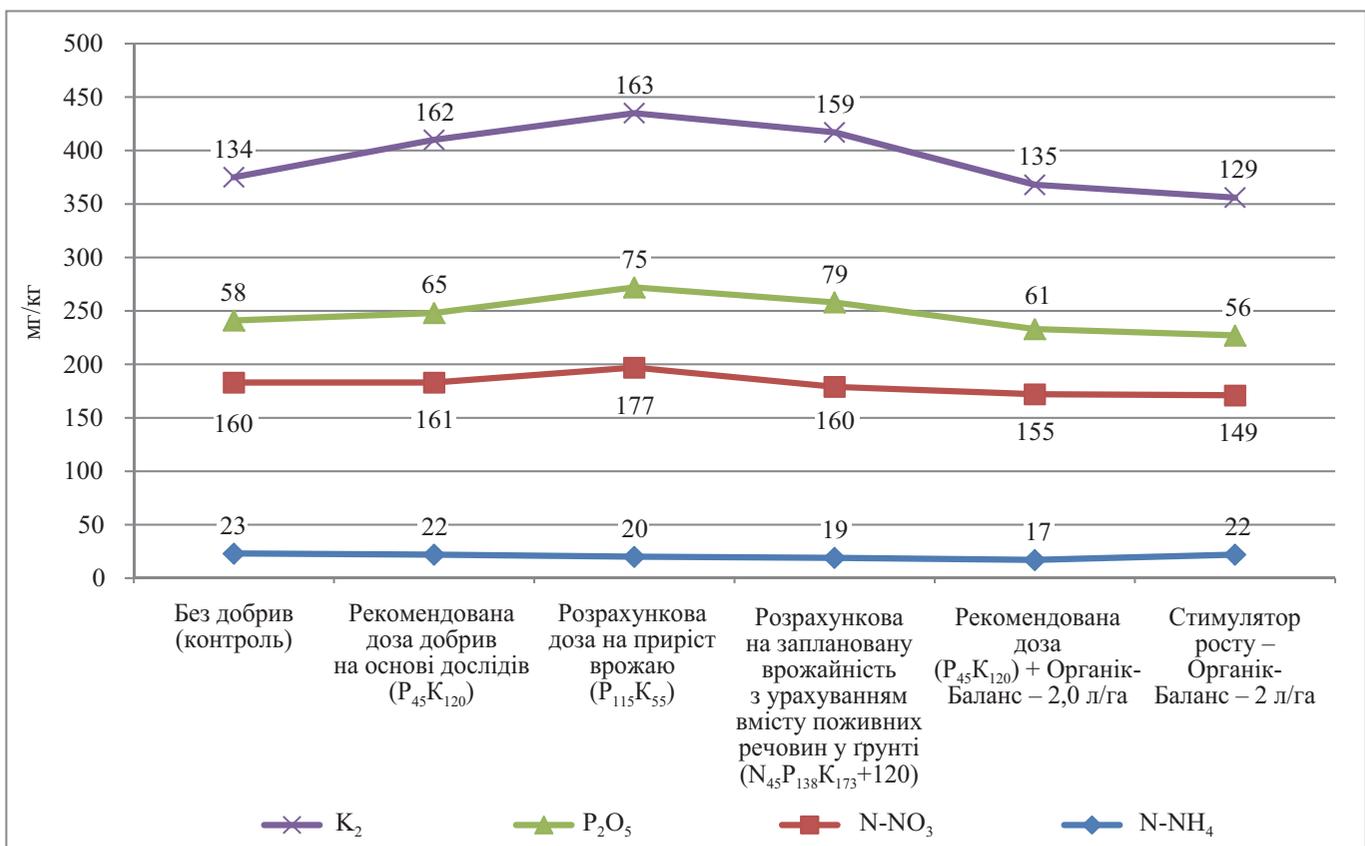


Рис. 3. Вплив мінерального удобрення на вміст поживних речовин під посівами жита озимого у шарі ґрунту 0 – 30 см, середнє за вегетацію 2017 – 2019 рр., мг/кг сухого ґрунту

Таблиця 1. Продуктивність жита озимого залежно від системи удобрення на дренажних органічних ґрунтах, середнє за 2017–2019 рр., т/га

Удобрення	Зерна	Приріст		Кормових одиниць	Протеїн
		т/га	%		
Без добрив (контроль)	3,95	–	–	4,74	11,9
Рекомендована доза добрив на основі дослідів ($N_{45}P_{45}K_{60+60}$)	5,23	1,28	32	6,28	12,8
Розрахункова доза на приріст врожаю ($N_{45}P_{84}K_{90+60}$)	4,89	0,94	23	5,87	12,5
Розрахункова на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті ($P_{100+166}K_{127}$)	4,81	0,96	21	5,72	12,5
Рекомендована доза ($N_{45}P_{45}K_{60+60}$) + Органік-Баланс 2 л/га	5,25	1,30	34	6,30	12,4
Стимулятор росту – Органік-Баланс – 2 л/га	4,01	0,06	1	4,81	12,4
НІР ₀₅	0,21				

на неудобрених ділянках жита озимого. Щодо окремих елементів, то найменші коливання від різних чинників впливу, мав вміст рухомого фосфору. Коливання його вмісту не перевищувало 75 мг на 1 кг сухого ґрунту. У процесі оброблення ґрунту, віванітові прошарки в ньому стикаються з повітрям і закисні сполуки фосфору переходять в окиси та його рухомі форми, чим нівелюють рівень вмісту рухомих форм фосфору залежно від доз внесення добрив [8]. Тоді як за вмістом нітратного азоту найвищий показник сягав 177 мг за розрахунку дози на приріст урожаю ($P_{115}K_{55}$), а по калію – 71,5 мг на 1 кг сухого ґрунту.

Вміст рухомого калію у ґрунті на посівах жита озимого повністю залежав від внесених мінеральних добрив. Найбільшу його кількість отримали на ділянках за розрахунку його внесення на приріст урожаю, і забезпечували найбільший вміст рухомих форм калію – 163,4 мг/кг, проти контролю (без внесення добрив), 25–29 мг/кг сухого ґрунту.

Виявлено, що незалежно від методів розрахунку внесення макро-добрив у ґрунт, посіви жита озимого потребують внесення мікродобрив [2], зокрема мідного купоросу. Яке доцільно вносити під зернові культури один-два рази на 8–10 років (піритний недогарок 5 ц або 25 кг/га мідного купоросу). З цією метою зерно жита озимого перед посівом обпудрюють або проводять позакореневе підживлення з розрахунку 1 кг мідного купоросу на 1 га [12]. Така обробка посівного матеріалу зернових значно впливає на підвищення врожаю жита.

Загалом можна відмітити, що коливання врожайності жита озимого, залежно від доз мінеральних добрив розрахованих різними методами мало відрізнялися і не перевищувало 9,2–9,4%. Так, врожайність зерна жита озимого розрахованого на основі аналізу даних, отриманих за період багаторічних досліджень та розрахованої на приріст урожайності коливалася в межах – 4,81–5,23 т/га. Тобто, трохи більше найменшої

Таблиця 2. Вплив внесення добрив у ґрунт на вимивання поживних речовин у ґрунтові води під посівами жита озимого, середнє за вегетацію 2017 – 2019 рр., мг/л дренажної води

Розрахунки удобрення	N-NH ₄	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без добрив (контроль)	3,9	9,8	1,64	16,8
Рекомендована доза добрив на основі дослідів ($P_{45}K_{120}$)	8,14	2,9	1,30	11,0
Розрахункова доза на приріст урожаю ($P_{115}K_{55}$)	2,80	14,8	0,70	17,0
Розрахункова на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті ($P_{100+166}K_{127}$)	2,70	22,3	0,63	12,8
Рекомендована доза ($P_{45}K_{120}$) + Органік - Баланс 2 л/га	3,32	6,8	0,57	10,6
Стимулятор росту: Органік - Баланс – 2 л/га	2,82	7,8	0,84	8,4
р. Супій	0,65	0,1	0,23	10,7
Канал	0,57	0,2	0,36	10,8
ГДК рибогосподарські	9,10	0,06	–	–
ГДК екологічні	0,3–0,5	0,3–0,5	0,3–0,1	–

істотної різниці, у той самий час дослідженнями встановлено, що кількість внесення мінеральних добрив, залежно від методів розрахунку їхнього внесення в ґрунт, має велику різницю, що, безумовно, впливало на виробничі витрати і загалом – на собівартість вирощеної продукції (табл. 1). До того ж за близького залягання рівнів ґрунтових вод від поверхні ґрунту, внесення високих доз мінеральних добрив і істотно впливає на екологію довкілля.

Нами виявлено, що внесення мінеральних добрив у більшості випадків, призводило не тільки до накопичення поживних речовин у ґрунті, а й посилення вимивання їх у дренажні води. Отримані показники свідчать про те, що кількість біогенних речовин, які потрапили в ґрунтові води залежали від рівня удобрення та виду культур (багаторічні, однорічної, просапні).

Так, за внесення рекомендованої дози добрив ($P_{60}K_{120}$), вимивання у ґрунтові води нітратного азоту у весняний період становило 2,9–6,8 мг/л води, а вже внесення розрахункової дози добрив на приріст урожаю ($P_{115}K_{55}$) сприяло інтенсивнішому вимиванню його у ґрунтових водах протягом вегетації 14,8 мг/л води.

Фосфор, через низьку розчинність його сполук, характеризувався меншою кількістю вимивання у ґрунтові води мало відрізнялися за варіантами досліду.

Нами встановлено, що вимивання калію у ґрунтові води було значно більшим за внесення розрахункових доз добрив на приріст урожаю та на заплановану врожайність. Так, на ділянках без внесення добрив та одного стимулятора росту (Органік-Баланс) вміст калію у дренажній воді знаходився на рівні 8,4–12,8 мг/л,

а за внесення розрахункових доз добрив на приріст урожаю його вміст сягав уже – 17 мг/л води.

Нами також виявлено, що дренажна вода з дослідних ділянок, які перебувають у тривалому (понад 70 років) сільськогосподарському використанні, за вмістом хімічних компонентів помітно відрізняється від води, взятої з магістрального каналу і містить значно менше біогенних речовин ($NH_4 - 0,57$; $NO_3 - 0,2$; $P_2O_5 - 0,36$; $K_2O - 10,8$ кг/л), що значно менше показників ГДК для рибогосподарських водойм.

Отже, спостереження за вимиванням біогенних речовин у ґрунтові води підтверджує значну природоохоронну здатність впливу розрахунків доз внесення мінеральних добрив, менші дози внесених добрив стримують вимивання поживних елементів у ґрунтові води і, таким чином, попереджають їхнє забруднення.

Нами встановлено, що в сівозміні найбільше поживних речовин у ґрунтових водах знаходиться під культурами за внесення підвищених доз добрив. Протягом вегетації їхній вміст зменшується від весни до осені. Це пояснюється внесенням мінеральних добрив на початку вегетації та з наступним інтенсивним використанням їх з ростом та розвитком рослин, що забезпечувало посилення поглинання поживних речовин кореневою системою культур. Загалом це призводило до зменшення їхнього вимивання у ґрунтові води.

Економічна оцінка внесення доз добрив розрахованих різними методами у сівозміні під посівами жита озимого на органогенних ґрунтах гумідної зони показує (табл. 3), що вартість вирощеного урожаю

Таблиця 3. Економічна оцінка внесених добрив розрахованих різними методами під жито озиме на осушуваних органогенних ґрунтах, середнє за 2016-2019 рр.

Удобрення	Урожайність, т/га	Вартість урожаю, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 т урожаю, грн	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності
Без добрив (контроль)	3,95	15800	6759	1711,1	9041	134
Рекомендована доза добрив на основі дослідів ($P_{45}K_{120}$)	5,23	20920	13960	2669,2	6960	50
Розрахункова доза на приріст урожаю ($P_{115}K_{55}$)	4,89	19560	13297	2719,2	6263	47
Розрахункова на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті ($P_{100+166}K_{127}$)	4,80	19240	21443	4458,0	-2203	-10
Рекомендована доза ($P_{45}K_{120}$) + Органік-Баланс – 2,0 л/га	5,30	21000	14600	2781,0	6400	44
Стимулятор росту: Органік-Баланс – 2,0 л/га	4,00	16040	7437	1854,6	8603	116

мало відрізняється за варіантами з різним розрахунком добрив, у середньому по культурі не перевищує 4,0–8,2%, у той самий час, виробничі витрати уже різняться в 1,85–2,2 рази.

Значні виробничі витрати на вирощування жита озимого пов'язані з високою вартістю мінеральних добрив. Тому, посіви його з унесенням високих доз добрив мають високу собівартість, а умовно чистий прибуток та рівень рентабельності вирощування жита озимого значно знижуються. Отже, отримані дані з ефективного використання дренажних органо-генних ґрунтів з урахуванням внесення мінеральних добрив, розрахованих різними методами під жито озиме показують, що економічно та науково доцільнішим є внесення мінеральних добрив отриманих на основі багаторічних наукових даних з урахуванням ґрунтово-кліматичних та погодних умов.

Висновки

Оцінка розрахунків внесення оптимальних доз мінеральних добрив під врожайність жита озимого з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті

показала, що використання різних методів розрахунків доз добрив (на приріст урожаю та на всю врожайність з урахуванням поживних речовин у ґрунті) на дренажних ґрунтах призводить до внесення завищених доз добрив. Найврожайніший збір зерна жита озимого (5,23–5,30 т/га) отримали за внесення доз добрив отриманих на основі аналізу даних тривалих наукових досліджень. За таким розрахунком доз мінеральних добрив забезпечують найбільший приріст урожаю та запобігають надлишкове забруднення ґрунтових та річкових вод. Найбільший умовно чистий прибуток за вирощування жита озимого на дренажних органо-генних ґрунтах мали на ділянках з внесенням рекомендованої дози добрив на основі багаторічних досліджень та з додатковим внесення мікродобрив Органік-Баланс. Найменший умовно чистий прибуток (6263 грн та –2203 грн з 1 га) та рівень рентабельності (46 та 10%) одержали з посівів жита озимого за розрахункової дози добрив на приріст урожаю ($P_{115}K_{55}$) та на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті ($P_{100+166}K_{127}$).

ЛІТЕРАТУРА

- Петриченко В.Ф., Гадзала Я.М., Слюсар І.Т. та ін. Концепція ефективного сільськогосподарського використання земель гумідної зони України. Київ: «Едельвейс», 2014. 56 с.
- Рижук С.М., Слюсар І.Т. Агроєкологічні основи ефективного використання осушуваних ґрунтів Полісся і Лісостепу України. Київ: Аграрна наука, 2006. 425 с.
- Слюсар І.Т., Гера О.М., Соляник О.П., Сербенюк В.О. Способи сільськогосподарського використання осушуваних земель гумідної зони України. У кн.: Меліорація та облаштування Українського Полісся/ за ред. Гадзала Я.М., Сташука В.А., Рокочинського А.М. Київ – Рівне. «Олді-плюс», 2018. Т. 2, р. 32. С. 32 – 69.
- Трускавецький Р.С., Цапко Ю.Л. Основи управління родючістю ґрунтів. Харків: ФОРМ «Бровін О.В.», 2016. 388 с.
- Слюсар І.Т., Соляник О.П., Сербенюк В.О., Гера О.М. та ін. Сінокоси і пасовища на осушуваних землях. Монографія. Київ: «Компринт», 2017. 258 с.
- Клименко М.О., Вознюк Н.М., Вербецька К.Ю. Порівняльний аналіз нормативів якості поверхневих вод. *Наукові доповіді НУБіП*. 2012. Вип. 8 (30). С. 1–15.
- Слюсар І.Т., Соляник О.П., Сербенюк В.О. Шляхи та способи ефективного використання осушуваних ґрунтів Полісся. Зб: «Іноваційні технології у рослинництві: проблеми та їх вирішення»: матеріали міжнародної науково-практичної конференції 7–8 червня 2018 р. м. Житомир, житомирський агроєкологічний університет. Житомир. «Руна», 2018 р. С. 253–258.
- Slyusar I.T., Solyanik O.P., Serbenyuk V.O., Viryovka V.M., Tarasenko O.A., (2020) Effect of the water regime, crop rotation and fertilizers in biogenic matters leaching into ground water and surface water. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(3). P.197–200. doi: 10.15421/2020_154. URL:https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000576691500013.
- Slyusar I.T., Solyanik O.P., Serbenyuk V.O., Zadbina E.V., Perets S.V. (2021) Energy crops safe cultivation on drained organic soils. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11(1). P.415–418. doi: 10.15421/2021_60. URL:https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000631814800042.
- Лісовал, А.П., Давиденко У.М., Мойсеєнко Б.Н. Агрохімія: лабораторний практикум. Київ: «Вища школа», 1999. 311 с.

11. Єщенко П.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: «Дія», 2005. 288 с.
12. Методика контролю екологічного стану за міграції біологічних елементів: наукові засади. Київ: «Дія», 2012. 24 с.
13. Яцик А.М. Екологічна безпека в Україні. Київ: «Гене́за», 2001. 216 с.
14. Яцик А.В. Водогосподарська екологія: у 4 т., 7 кн. Київ: «Гене́за», 2004. Т.4. кн. 6-7. (С. 325–339) 680 с.
15. Слюсар І.Т. Методологічні особливості розрахунків доз добрив у сівозміні на осушуваних органічних ґрунтах. *Вісник аграрної науки*. 2019. №9 (798). С. 72–79. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201909-11>.

REFERENCES

1. Petrychenko, V.F., Hadzalo, Y.M., Sliusar, I.T. ta in. (2014). Kontseptsiia efektyvnoho silskohospodarskoho vykorystannia zemel humidnoi zony Ukrainy. Kyiv: Edelweis. 56 p. [in Ukrainian].
2. Ryzhuk, S.M., Sliusar, I.T. (2006). Ahroekolohichni osnovy efektyvnoho vykorystannia osushuvanykh gruntiv Polissia i Lisostepu Ukrainy. Kyiv. Ahrarna nauka, 425 p. [in Ukrainian].
3. Sliusar, I.T., Hera, O.M., Solianyk, O.P., Serbeniuk, V.O. (2018). Sposoby silskohospodarskoho vykorystannia osushuvanykh zemel humidnoi zony Ukrainy. U kn.: Melioratsiia ta oblashtuvannia Ukrainського Polissia/ za red. Hadzala Ya.M., Stashuka V.A., Rokochynskoho A.M. Kyiv – Rivne. «Oldi-plius», T. 2. R. 32. P. 32 – 69 [in Ukrainian].
4. Sliusar, I.T., Hera, O.M., Solianyk, O.P., Serbeniuk, V.O. (2018). Vplyv osushuvanykh melioratsii ta silskohospodarskoho vykorystannia na transformatsiiu orhanohennykh gruntiv U kn.: Melioratsiia ta oblashtuvannia Ukrainського Polissia. Za red. Hadzala Ya.M., Stashuka V.A., Rokochynskoho A.M. – Kyiv – Rivne. «Oldi-plius», T. 2. R. 31. P. 12–31 [in Ukrainian].
5. Sliusar, I.T., Solianyk, O.P., Serbeniuk, V.O., Hera, O.M. ta in. (2017). Sinokosy i pasovyshcha na osushuvanykh zemliakh: monohrafiia. Kyiv. «КОМ-ПРЯНТ». 258 p. [in Ukrainian].
6. Starykov, K.N. (1977). Uvlazhnenye osushaemykh torfiankov. M.: Kolos, 295 p. [in Ukrainian].
7. Sliusar, I.T., Solianyk, O.P., Serbeniuk, V.O. (2018). Shliakhy ta sposoby efektyvnoho vykorystannia osushuvanykh gruntiv Polissia. Zb: «Inovatsiini tekhnologii u roslynnytstvi: problemy ta yikh vyrishennia». Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii 7 – 8 chervnia. m. Zhytomyr, zhytomyrskiy ahroekolohichniy universytet. Zhytomyr: «Runa». P. 253–258 [in Ukrainian].
8. Sliusar, I.T., Solianyk O.P., Serbenyuk V.O., Viryovka, V.M. Tarasenko O.A. (2020). Effect of the water regime, crop rotation and fertilizers in biogenic matters leaching into ground water and surface water. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(3), 197–200. doi: 10.15421_154. URL: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000576691500013> [in English].
9. Sliusar I.T., Solianyk O.P., Serbenyuk V.O., Zadubina E.V., Perets S.V. (2021). Energy crops safe cultivation on drained organic soils. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(1), 415–418. doi: 10.15421/2021_60 [in English]. URL: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000631814800042>
10. Lisoval, A.P., Davydenko U.M., Moiseienko B.N. (1999). Ahrokhimiia: laboratornyi praktykum. Kyiv: «Vyshcha shkola». 311 p. [in Ukrainian].
11. Yeshchenko P.O., Kopytko P.H., Opryshko V.P., Kostohryz P.V. (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii. Kyiv: «Dii». 288 p. [in Ukrainian].
12. Rekomendatsyy po raschetu postupleniya byohennykh elementov v vodoemy dlia prohoza ykh avtrofykatsyy u vьbora vodoohrannykh meropryiatyi. (1989). 43 p. [in Ukrainian].
13. Yatsyk, A.M. (2001). Ekolohichna bezpeka v Ukraini. Kyiv: «Heneza», 216 p. [in Ukrainian].
14. Yatsyk, A.V. (2004). Vodohospodarska ekolohiia. Kyiv: «Heneza». Т.4. Кн. 6-7. 680 p. [in Ukrainian].
15. Sliusar I.T. (2019). Metodolohichni osoblyvosti rozrakhunkiv doz dobryv u sivozmini na osushuvanykh orhanohennykh gruntakh. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 9, (798), 72–79. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201909-11> [in Ukrainian].

Sliusar I.T., Serbeniuk V.O.

Optimization of mineral fertilizer of winter rye on drained organic soils

Aim. To determine the effectiveness of calculating the application of doses of mineral fertilizers for winter rye crops in a grass-field crop rotation, the optimal nutritional regime, prevention of excessive leaching of nutrients from water soils and pollution of river waters on floodplain drained organic soils. **Methods.** Field with a complex of

biometric, agrochemical and laboratory research, mathematical and statistical. **Results.** It was established that the fluctuation of the yield of winter rye, depending on the options for calculating the application of fertilizers, did not differ much and did not exceed 9.2-9.4%. It was established that the fluctuation of the yield of winter rye, depending on the options for calculating the application of fertilizers, did not differ much and did not exceed 9.2-9.4%. The yield of winter rye grain on fertilizer options, calculated on the basis of the analysis of data obtained in long-term experiments, calculated for the increase in yield and calculated for the entire yield, taking into account their content in the soil, ranged from 4.81 to 5.23 t/ha. That is, a little more than the smallest significant difference. At the same time, the amount of applied mineral fertilizers, depending on the options for calculating their introduction into the soil, has a big difference, which, of course, affected the production costs and, in general, the cost price of the grown products. **Conclusions.** The economic evaluation of determining the doses of mineral fertilizers, calculated by various methods, showed that the lowest cost of the obtained crop and the largest conditional net profit, as well as the level of profitability of winter rye, had on crops with the introduction of mineral fertilizers, calculated on the basis of the analysis of data obtained in long-term studies. This method of calculating the application of mineral fertilizers compared to existing domestic and foreign analogues provides savings in energy costs per unit of production.

Key words: fertilization system, leaching of biogenic substances, nutrient regime, drained soils, drainage waters, productivity.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Слюсар І.Т., доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, ННЦ «ІЗ НААН», e-mail: sliusarit@ukr.net, ORCID: 0000-0001-8980-5160.

Сербенюк В.О., кандидат сільськогосподарських наук, ННЦ «ІЗ НААН», e-mail: serbenukvo@ukr.net, ORCID: 0000-0003-0175-6611.

Slyusar I.T., Doctor of Agriculture of Sciences, professor, corresponding member, NSC «IA NAAS», e-mail: sliusarit@ukr.net, ORCID: 0000-0001-8980-5160.

Serbeniuk V.O., Candidate of Agricultural Sciences, NSC «IA NAAS», e-mail: serbenukvo@ukr.net, ORCID: 0000-0003-0175-6611.

Надійшла 12.02.2024

АГРОЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗПОДІЛЕНОГО ВНЕСЕННЯ ГЕРБІЦИДУ КОРУМ В АГРОЦЕНОЗАХ СОЇ

О.В. Дикун, М.О. Панасюк, Б.В. Остап'юк

ННЦ «ІЗ НААН» (с-ще Чабани, Україна)

Мета. Встановлення біологічної та економічної ефективності дворазових послідовних обприскувань посівів сої зниженими нормами гербіциду Корум. **Методи.** Трирічні (2018–2020 рр.) польові дослідження проводили в стаціонарній сівозміні відокремленого підрозділу НУБіП «Агрономічна дослідна станція». Ефективність страхового гербіциду Корум (р. к., 48% бентазону + 2.24% імазамоксу) вивчали за норм внесення (1,5; 2,0 і 2,5 л/га) та дворазового послідовного обприскування по 0,75 л/га у бакових сумішах з ПАР Метолат (1,0 л/га). У якості еталонних використані страхові гербіциди Базагран (в. р., 48% бентазону) та Пульсар (в. р. к., 4% імазамоксу) за рекомендованих норм внесення 2,5 і 1,0 л/га відповідно. **Результати.** Результатами досліджень встановлено, що гербіцид Корум разом із ПАР Метолат забезпечував ефективний контроль домінуючої сегетальної рослинності в посівах сої за всіх норм та способів внесення за біологічної ефективності понад 85%, що на 5–10% вище показників еталонних страхових гербіцидів. Найбільш ефективним виявилось дворазове послідовне обприскування гербіцидом за норми 0,75 л/га, що забезпечувало практично повну ліквідацію дводольних малорічників і 75–92% злакових однорічників, що тотожно ефективності максимальної разової норми (2,5 л/га). Висока біологічна ефективність гербіциду Корум у бакових сумішах із ПАР Метолат за дворазового послідовного внесення забезпечила найбільший приріст товарного врожаю сої – 1,46 т/га або 77% до рівня необробленого контролю за відсутності кількісних змін вмісту протеїну і олії в насінні. **Висновки.** Значний приріст урожаю та низькі додаткові витрати на застосування системи забезпечили отримання максимального чистого прибутку з 1 га (12155 грн). При цьому рентабельність вирощування культури досягала 49,0% за шестикратної окупності вкладених у технологію коштів. За сукупності господарських, економічних та екологічних чинників інноваційної системи розподіленого внесення гербіциду Корум доцільне її запровадження у виробництво.

Ключові слова: соя, система розподіленого внесення гербіцидів, страхові гербіциди, біологічна та економічна ефективність, рентабельність.

Вступ. Задоволення постійно зростаючого попиту населення планети на сільськогосподарську продукцію є основним викликом 21-го століття. На думку вчених, важливу роль у вирішенні глобальної продовольчої проблеми відіграватиме соя, яка завдяки цінним властивостям зерна, потужному продуктивному потенціалу та ефективному підвищенню родючості ґрунтів, вже сьогодні позиціонується як стратегічна культура світового землеробства. Істотною перешкодою масштабування виробництва сої в Україні залишається висока забур'яненість полів, через яку втрачається значна частина потенціального врожаю. Ефективний контроль сегетальної рослинності в агроценозах сої в межах економічних порогів

шкодочинності здатні забезпечити сучасні селективні гербіциди, які є кращим доповненням до традиційних методів боротьби з бур'янами і наразі є невід'ємним елементом інтенсивних технологій вирощування культури. Однак, ефективність їх застосування істотно залежить від правильного та своєчасного внесення в оптимальні фази розвитку бур'янів за найбільш рівномірного розподілу робочої рідини на поверхні бур'янів. Неправильний вибір параметрів внесення, тривалий та надмірний контакт з діючою речовиною, несприятливі погодні умови призводять до збільшення втрат активної речовини та зростання фітотоксичної дії на культурні рослини, викликаючи у них хімічний стрес із порушенням ростових та продуктивних

процесів, що на рівні агроценозу веде до зниження врожайності і рентабельності виробництва. У випадку з соєю негативний гербіцидний вплив часто проявляється у сповільненні процесів біологічної азотфіксації через пригнічення діяльності бульбочкових бактерій, що порушує азотне живлення рослин та зменшує накопичення біологічного азоту в ґрунті. Норми гербіцидів, строки і способи їх внесення відносяться до значних факторів впливу, зокрема і на швидкість розкладання гербіцидних препаратів і можливу присутність їхніх залишків у ґрунті, воді і рослинах, створюючи ризики екологічних проблем для навколишнього середовища. Хімічна боротьба з бур'янами має й інші побічні проблеми, зокрема збільшення собівартості продукції. А отже, застосування гербіцидів повинно бути вкрай обережним та обґрунтованим з огляду на необхідний баланс між прийнятною біологічною ефективністю та впливом на культуру і довкілля між економічними та екологічними критеріями раціонального захисту рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останніми роками значна увага науковців приділяється вивченню технології розподіленого (дрібного) внесення страхових гербіцидів, запровадження якої має на меті підвищення ефективності їхнього застосування за істотного послаблення рівня токсикологічного навантаження на агрофітоценоз. Це досягається кратним зниженням ефективного дозування препаратів із застосуванням механізмів посилення їх гербіцидної активності для збереження прийнятною біологічної ефективності хімічної прополки. Підвищення ефективності страхових гербіцидів забезпечується їх застосуванням разом з речовинами-ад'ювантами, що сприяє рівномірному покриттю листових пластинок робочим розчином, розчиненню поверхневих епідермальних восків, швидкому проникненню і транспортуванню активних інгредієнтів у тканини бур'янів, що в разі підвищує фітотоксичність препаратів до цільових об'єктів [3; 6; 9]. А використання у бакових сумішах кількох активних інгредієнтів з різними механізмами дії, особливо за їх синергетичної взаємодії, не лише підвищує гербіцидну активність компонентів суміші, а й істотно розширює спектр вразливих бур'янів та перешкоджає появі їхніх резистентних біотипів. Результати численних польових досліджень свідчать, що дворазові послідовні обприскування зниженими нормами післясходових гербіцидів у бакових сумішах із поверхнево-активними речовинами забезпечують зниження актуальної

забур'яненості посівів, подовження термінів захисту культурних рослин упродовж вегетаційного періоду, збільшення їх урожайності та покращення якості продукції. Біологічна та господарська ефективність технології розподіленого внесення гербіцидів доведена, зокрема, на пшениці озимій [8], буряку цукровому [10], горосі [5], кукурудзі [2; 4; 6; 7]. Беручи до уваги вищесказане, розподілене внесення страхових гербіцидних сумішей разом з ад'ювантами може бути правильним рішенням і мати помітні переваги перед традиційними методами хімічного захисту. В той самий час, дворазове внесення страхових гербіцидів із певним часовим інтервалом збільшує залежність від погодних умов в періоди проведення обприскування, передбачає зростання виробничих витрат підприємства та ускладнює його організаційний цикл, що може зменшити бажання аграріїв застосовувати цю технологію під час вирощування культури.

Тому важливим та актуальним є агроекологічне обґрунтування доцільності застосування технології розподіленого внесення страхових гербіцидів за вирощування сої на зерно. Метою наших досліджень було встановлення біологічної та економічної ефективності дворазового послідовного застосування знижених норм гербіциду Корум в агроценозах сої.

Методика проведення досліджень. Трирічні (2018–2020 рр.) польові дослідження проводили в стаціонарній сівозміні відокремленого підрозділу НУБіП «Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне Васильківського р-ну Київської обл.). Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий малогумусний середньосуглинковий із вмістом гумусу 4,4% та ємністю поглинання – 300 мг-екв на 1 кг ґрунту. Агротехніка в дослідках загальноприйнята для зони Лісостепу України. Насіння середньораннього сорту сої Медісон висівали у першій декаді травня за оптимальних температурних умов. Ефективність застосування комбінованого двокомпонентного страхового гербіциду Корум (р. к., 48% бентазону+2,24% імазамоксу) вивчали за рекомендованих норм внесення 1,5; 2,0 і 2,5 л/га та дворазового послідовного обприскування (розподілене внесення) у половинній від мінімально рекомендованої норми 1,5 л/га (двічі по 0,75 л/га) з інтервалом 10–14 днів. За всіх норм та способів внесення гербіцид застосовували у бакових сумішах з ПАР Метолат (1,0 л/га) з появою першого–третього справжнього листка у сої. Страхові гербіциди Базагран (в. р., 48% бентазону) та Пульсар (в. р. к., 4% імазамоксу) за рекомендованих норм внесення (2,5 і 1,0 л/га відповідно) використовували як

еталонні. Експериментальні ділянки – з обліковою площею 25 м², чотириразовим повторенням та рендомізованим розміщенням. Актуальну забур'яненість посівів визначали кількісним та кількісно-ваговим методами тричі за період вегетації – перед та через 30 днів після внесення гербіцидів та у фазі наливу бобів у сої. Біологічну ефективність застосування гербіцидів розраховували із врахуванням природної зміни забур'яненості на необроблених контролях. Облік урожайності сої здійснювали поділянково шляхом ручного обмолоту відібраних у фазі повної стиглості снопів з подальшим перерахунком в т/га. Математичну обробку отриманих результатів виконували за допомогою спеціалізованих комп'ютерних програм MS Excel.

Результати та їх обговорення. У всі роки проведення польових досліджень спостерігались достатньо сприятливі погодні умови для вирощування сої, однак за істотних відхилень температури та кількості опадів відносно середніх багаторічних норм. Значний дефіцит вологи (до 100–140 мм) на фоні підвищених температур упродовж вегетації був основним лімітувальним чинником росту продуктивності культури і стримувальним чинником формування бур'янових популяцій, середня щільність яких за роками досягала 60–70 шт./м². Найбільш оптимальні умови для росту і розвитку сої спостерігали в сезоні 2018 р., коли за помірного без різких коливань температурного режиму відмічено відносно рівномірне зволоження ґрунту атмосферними опадами, особливо в період формування врожаю, забезпечивши практично бездефіцитний баланс ґрунтової вологи. Високий рівень гідротермічних ресурсів сприяв підвищенню біологічного врожаю культури (на окремих ділянках до 5 т/га) та різкому (майже в 1,5 раза) зростанню рясності сегетальної рослинності більшою мірою за рахунок пізніх ярих видів. Бур'янові угруповання соєвого агрофітоценозу створювали характерний змішаний тип забур'янення, що включав рослини 10 ботанічних родин. Домінуючими в посівах були малорічні однодольні та дводольні види: однорічні злаки були представлені переважно просовидними бур'янами – більш чисельним мишієм сизим (*Setaria glauca* L.) та плоскухою звичайною (*Echinochloa crus-galli* L.), а дводольні широколисті види – лободою білою (*Chenopodium album* L.) та щирцею звичайною (*Amaranthus retroflexus* L.), які сумарно займали понад 80% видової структури забур'янення. Найбільш поширеною (до 40%) та шкодочинною в посівах сої була лобода біла.

Ефективний контроль домінуючих бур'янових популяцій агроценозу сої забезпечував двокомпонентний післясходовий гербіцид Корум за всіх норм його внесення. Значна гербіцидна ефективність препарату пояснюється вдалим композиційним поєднанням двох діючих речовин із контактною та системною дією, що розширює спектр вразливих бур'янів, мінімізуючи при цьому ризик появи їх стійких біотипів у перспективі. Видова чутливість сегетальної рослинності до активних інгредієнтів страхових гербіцидів залежить від багатьох чинників, зокрема, індивідуальних особливостей рослин (геометричних параметрів листків, наявності та товщини епідермальних восків, ступеня ворсистості опушення листових пластинок тощо) і правильного підбору ефективних ад'ювантів. Бакова суміш гербіциду Корум із рекомендованою виробником ПАР Метолат забезпечувала її високу біологічну ефективність – понад 85% (табл. 1).

Аналіз отриманих даних свідчить про більш високу чутливість до діючих речовин усіх післясходових гербіцидів дводольних малорічних видів, викликаючи через 30 днів після проведення обприскувань загибель 86–99% широколистих бур'янів до рівня необробленого контролю, при чому ефективність Коруму була на 5–10% вищою, аніж еталонних страхових гербіцидів. Злакові однорічники і, особливо плоскуха звичайна, виявились значно стійкішими до впливу гербіцидів і їх загибель не перевищувала 60–90%.

Біологічна активність Коруму залежала від дозування препарату: за норми внесення 1,5 л/га ефективність його застосування сягала 59%, 2,0 л/га – 67–69%, а 2,5 л/га – 74–82%.

Найбільш ефективним було дворазове послідовне обприскування гербіцидом за норми 0,75 л/га, забезпечуючи до фази наливу бобів практично повну ліквідацію дводольних малорічників (зокрема і важко контрольованої лободи білої) і від 75 до 92% злакових однорічників, що близько до ефективності максимальної разової норми (2,5 л/га).

Рисунок наочно демонструє різницю в ефективності гербіциду Корум у мінімально рекомендованій нормі 1,5 л/га за одноразового та дрібного послідовного внесення.

Тенденції щодо ефективності страхових гербіцидів щодо всього наявного спектра бур'янів в агрофітоценозі сої нічим не відрізнялись від впливу на домінуючу сегетальну рослинність. Її визначали

Таблиця 1. Біологічна ефективність застосування післясходових гербіцидів проти домінуючих у посівах сої бур'янів (середнє за 2018–2020 рр.), %

Варіанти	Через 30 днів після внесення гербіцидів				У фазі наливу бобів			
	лобода біла	щиряця звичайна	мишій сизий	плоскуха звичайна	лобода біла	щиряця звичайна	мишій сизий	плоскуха звичайна
Контроль без гербіцидів	41,6* 0	10,3 0	12,7 0	6,1 0	35,6 0	7,5 0	8,6 0	4,3 0
Базагран (2,5 л/га)	3,1 92	1,0 91	7,5 46	4,5 37	3,2 90	1,1 86	5,8 38	4,0 21
Пульсар (1,0 л/га)	2,4 95	1,0 91	1,9 85	2,6 64	1,7 96	0,7 92	1,2 86	2,0 61
Корум (1,5 л/га)	1,8 96	1,1 90	1,4 87	2,6 59	1,7 95	0,6 92	1,5 80	1,8 59
Корум (2,0 л/га)	1,1 97	0,6 94	1,4 88	2,2 69	0,9 98	0,4 95	0,9 88	1,6 67
Корум (2,5 л/га)	0,6 99	0,3 97	1,1 92	1,7 74	0,3 99	0,2 98	0,8 92	0,8 82
Корум (двічі до 0,75 л/га)	0,6 99	0,2 99	1,2 91	1,7 74	0,1 100	0,1 99	0,9 90	1,2 75

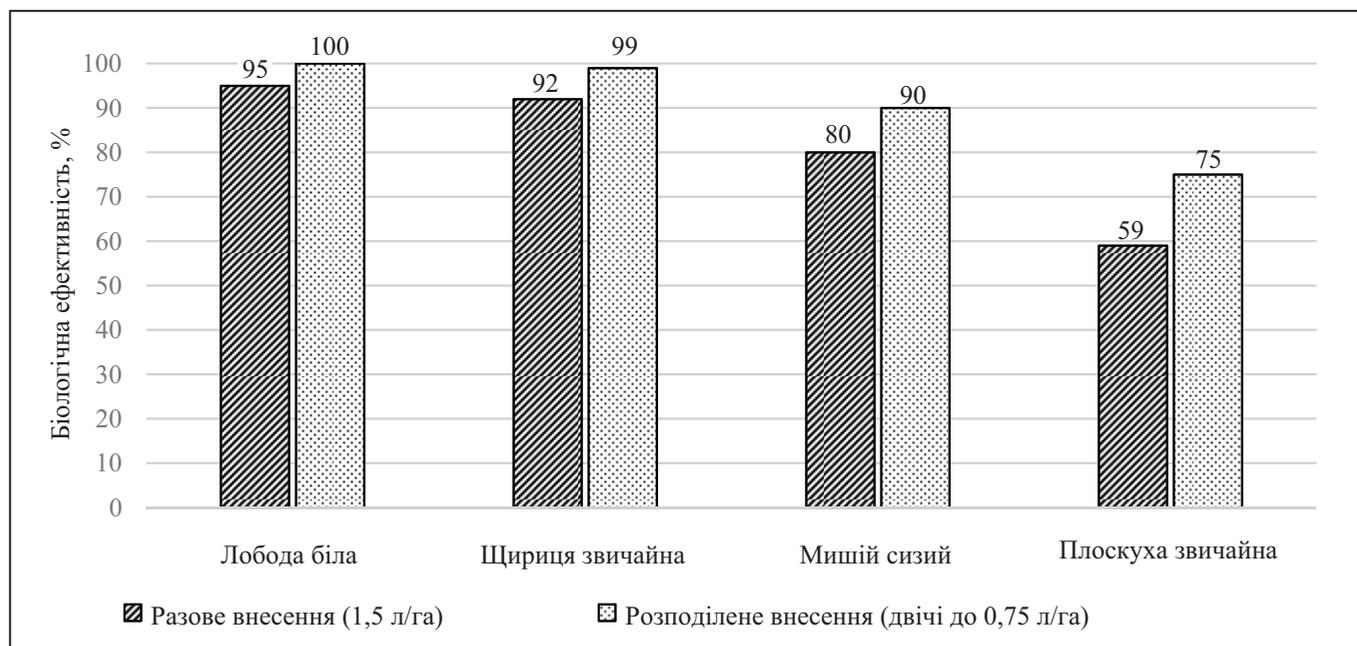
Примітка. *У чисельнику – кількість бур'янів, шт./м², в знаменнику – біологічна ефективність, %.

активні інгредієнти препаратів, норми та способи їх внесення.

Так, за дії контактного бентазону (Базагран, 2,5 л/га) через 30 днів після внесення препарату знищувалось до 76% усіх наявних бур'янів через його низьку фітотоксичність до злакових видів (табл. 2).

Системний імазамокс Пульсара (1,0 кг/га) у цій самій фазі забезпечував загибель 88% бур'янів, а за

синергічної взаємодії обох діючих речовин у складі Коруму (1,5–2,5 л/га) з комплексною контактно-системною дією технічна ефективність суміші досягала 88–96% залежно від дозування препарату. До настання фази наливу бобів ефективна пролонгована дія зберігалась лише для гербіцидів на основі імазамоксу через його стійкий ґрунтовий вплив на кореневі системи бур'янів. Вищий відсоток знищених



Біологічна ефективність післясходового гербіциду Корум за одноразового та розподіленого внесення (середнє за 2018–2020 рр.)

Таблиця 2. Стан актуальної забур'яненості та господарська ефективність хімічного прополювання посівів сої післясходовими гербіцидами (середнє за 2018–2020 рр.)

Варіанти	Щільність бур'янів, шт./м ²		Загибель бур'янів, %		Зниження сирової маси бур'янів, %	Урожайність, т/га	Приріст урожаю, т/га	Вміст у зерні, %	
	Через 30 днів після внесення гербіцидів	У фазі наливу бобів	Через 30 днів після внесення гербіцидів	У фазі наливу бобів				білка	олії
Контроль без гербіцидів	85,9	67,3	–	–	$\frac{1190^*}{0}$	1,90	–	42,9	20,0
Базагран (2,5 л/га)	20,9	18,1	76	73	73	2,84	0,94	41,8	20,4
Пульсар (1,0 л/га)	10,8	7,8	87	88	89	3,07	1,17	41,6	20,4
Корум (1,5 л/га)	10,0	8,3	88	88	90	3,19	1,29	42,7	20,2
Корум (2,0 л/га)	6,9	5,3	92	92	94	3,29	1,39	42,0	20,4
Корум (2,5 л/га)	4,6	2,6	95	96	96	3,29	1,39	42,4	20,4
Корум (двічі по 0,75 л/га)	4,5	2,7	95	96	97	3,36	1,46	42,2	20,3
НІР ₀₅	7,7–12,4	7,9–13,9	–	–	85,0–45,6	0,22–0,34	–	0,48–0,64	0,23–0,25

Примітка. *У чисельнику – сира маса бур'янів г/м², в знаменнику – % зниження сирової маси бур'янів.

бур'янів фіксували за максимальної норми внесення Корум (2,5 л/га) – 96% у фазі наливу бобів. Однак аналогічна ефективність достовірно встановлена у варіанті з дворазовим розподіленим внесенням половини від мінімальної сумарної норми 1,5 л/га (двічі по 0,75 л/га з часовим інтервалом 10–14 днів між обробітками). Висока біологічна ефективність бакових сумішей гербіциду Корум з ПАР Метолат за розподіленого внесення знижених норм препарату сприяла більш якісному збереженню потенційного врожаю культури і зростанню господарської ефективності хімічного прополювання посівів.

Приріст товарного врожаю сої за дворазового послідовного обприскування досяг 1,46 т/га, або 77% до необробленого контролю, що значно вище показників всіх інших варіантів. При цьому дворазові обприскування такою сумішшю абсолютно не вплинули на вміст протеїну і олії в зерні сої. А різниця між варіантами знаходилась в межах похибки досліду.

Отже, застосування подрібненого внесення гербіциду Корум у бакових сумішах з ад'ювантом дає

істотні переваги у захисті посівів сої від бур'янів порівняно з традиційними способами внесення. Забезпечуючи високу біологічну та господарську ефективність застосування препарату, кратне зниження ефективного дозування сприяє послабленню токсикологічного навантаження на агрофітоценоз.

Важливою і завершальною ланкою аналізу ефективності застосування конкретного агротехнічного заходу, зокрема і гербіцидів, є розрахунок основних економічних показників, які за рівнем прибутковості та окупності додаткових витрат урожаєм визначають доцільність його використання. За розрахунку основу для визначення економічних показників ефективності системи позакореневого розподіленого внесення знижених норм гербіциду Корум застосували технологічні карти енергоощадливої технології вирощування сої, що передбачає мінімізацію енергетичних витрат на виробництво продукції і підвищення її конкурентоспроможності [1]. Для розрахунків реалізаційні та закупівельні ціни, нормативна вартість витрат включно із заробітною платою

Таблиця 3. Економічна ефективність вирощування сої залежно від застосування страхових гербіцидів (за цінами 2021 р.)

Показники економічної ефективності	Варіанти дослідю						
	Контроль без гербіцидів	Базагран (2,5 л/га)	Пульсар (1,0 л/га)	Корум (1,5 л/га)	Корум (2,0 л/га)	Корум (2,5 л/га)	Корум (двічі по 0,75 л/га)
Урожайність, т/га	1,90	2,84	3,07	3,19	3,29	3,29	3,36
Приріст урожаю, т/га	0	0,94	1,17	1,29	1,39	1,39	1,46
Вартість валової продукції, грн/га	20900	31240	33770	35090	36190	36190	36960
Вартість збереженого врожаю, грн/га	0	10340	12870	14190	15290	15290	16060
Загальні витрати на вирощування культури, грн/га	22532	24406	23226	24531	25106	25681	24805
Додаткові витрати на застосування гербіцидів, грн/га	0	1874	734	1999	2574	3149	2273
Собівартість 1 т продукції, грн	11859	8594	7579	7690	7631	7806	7382
Чистий прибуток з 1 га, грн	-1632	6834	10504	10559	11084	10509	12155
Рентабельність, %	-	28,0	45,2	43,0	44,2	40,9	49,0
Окупність додаткових витрат, рази	0	4,5	16,5	6,1	4,9	3,9	6,1

працівників встановлені станом на 2021 р. Зокрема, вартість 1 т товарного насіння сої закладена в межах 11000 грн.

Результати розрахунку економічної ефективності вирощування сої залежно від засобів контролювання забур'яненості посівів подано в табл. 3.

Аналіз табличних даних вказує на нерентабельність вирощування сої без застосування гербіцидів. Оскільки при цьому загальні витрати на вирощування культури вищі за вартість валової продукції, а втрати потенційного врожаю досягають критичної величини. Водночас, використання кожного зі страхових гербіцидів дає можливість отримати достовірний приріст урожаю і реальний прибуток замість збитку. Мінімальний чистий прибуток з 1 га (6834 грн) забезпечував гербіцид Базагран у рекомендованій нормі 2,5 л/га. Значні додаткові витрати на його внесення і відносно низька біологічна ефективність проти злакових бур'янів забезпечили мінімальний приріст урожаю на рівні 0,94 т/га за рентабельності 28%. Інший еталонний препарат Пульсар (1,0 л/га) виявився значно ефективнішим Базаграну – чистий прибуток за його використання сягав 10,5 тис. грн, а рентабельність була 45,2%. Високу економічну

ефективність забезпечили невисока ринкова ціна і низька норма внесення препарату, а також застосування його без спеціальних ад'ювантів.

Достатньо висока ефективність проти домінуючої сегетальної рослинності і значний приріст урожаю забезпечили найвищу окупність додаткових витрат у досліді – 16,5 разів. Достатньо ефективними були одноразові обприскування посівів сої комбінованим двокомпонентним гербіцидом Корум за різного дозування препарату. Чистий прибуток у трьох варіантах з одноразовим внесенням гербіциду коливався в межах від 10509 до 11084 грн/га, причому найменш економічно результативним виявився Корум у максимальній нормі (2,5 л/га), де фіксували найнижчу рентабельність після Базаграну (40,9%). А окупність додаткових витрат – мінімально в досліді (3,9 разів).

Найбільш економічно вигідним було дворазове послідовне внесення Коруму за зниженої норми внесення (0,75 л/га). Розподілене внесення препарату разом з ПАР Метолат забезпечило отримання найбільшого приросту врожаю (1,46 т/га) за низьких додаткових витрат на його застосування (2273 грн/га), що забезпечило отримання максимального чистого прибутку з 1 га (12155 грн) за собівартості 1 т

продукції в 7382 грн. Як наслідок, рентабельність вирощування культури досягла 49,0% за шестикратною окупності коштів, вкладених у запровадження інноваційної системи розподіленого внесення знижених норм гербіциду навіть за необхідності проведення повторного обприскування посівів.

Висновки

Отже, система двох послідовних обприскувань посівів сої зниженими нормами страхового гербіциду Корум разом із ПАР Метолат забезпечувала надійний та тривалий контроль домінуючої сеgetальної рослинності в агроценозах сої за низки істотних переваг перед традиційним одноразовим внесенням за рекомендованих виробництву норм:

- ефективний захист в умовах нерівномірного зволоження та змішаного типу забур'янення посівів;
- висока гербіцидна активність проти найбільш шкодочинних і важко викорінюваних видів,

у тому числі лободи білої та плоскухи звичайної;

- надійний та якісний контроль широкого спектра бур'янів упродовж всього вегетаційного періоду забезпечує істотний приріст урожаю зерна сої та більш повну реалізацію біологічного потенціалу сорту;
- відсутність жодного впливу гербіциду на якісні параметри зерна, зокрема на вміст у ньому білка та олії;
- підвищена безпека для навколишнього середовища з мінімізацією ризиків і екологічних проблем через кратне зниження концентрацій активних інгредієнтів;
- задовільний економічний ефект завдяки високій біологічній та господарській ефективності застосування бакової суміші гербіциду Корум і ПАР Метолат за істотного зниження ефективного дозування препарату.

ЛІТЕРАТУРА

1. Маслак О.М., Ільченко О.В. Економіка вирощування та збуту сої. Суми: Сумський національний аграрний університет, 2018. 10 с.
2. Сторчоус І.М., Іващенко О.О., Тищук О.П. Вплив різних норм витрати гербіциду Базис 75, ВГ на рівень стресу у рослин кукурудзи. *Захист і карантин рослин*. 2021. Вип. 67. С. 270–290. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.270-290>.
3. Aref W.M., Dawood R.A., Galal A.H., Yehia Z.R. Improved weed control methods in maize (*Zea mays* L.) by using single herbicides and their combinations at reduced rates with mineral oil adjuvant. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*. 2017. V. 48, no. 4. P. 29–43.
4. Idziak R., Woznica Z. Efficacy of reduced rates of soil-applied dimethenamid-p and pendimethalin mixture followed by postemergence herbicides in maize. *Agriculture*. 2020. V. 163, i. 10. 11 p. DOI: 10.3390/agriculture10050163.
5. Ivanov S. Weeds and weed control in forage pea: a review. *Agricultural Science and Technology*. 2019. Vol. 11 (2). P. 107–112. DOI: 10.15547/ast.2019.02.017.
6. Javaid M.M., Zia A. U.H., Waheed H., Nargis J., Shahid A., Aziz A., Wasaya A. Effect of isoproturon

with and without adjuvants on photosynthetic attributes of wheat and its associated weeds. *Planta Daninha*. 2018. V. 38: e020191561. DOI: 10.1590/S0100-83582020380100024.

7. Kierzek R., Paradowski A., Pietryga J., Kaczmarek S. Effectiveness of weed control in maize with two foliage treatments. *Progress in plant protection/Postępy w ochronie roślin*. 2013. V. 53 (3). P. 471–476.
8. Ramsdale B.K., Messersmith C.G. Low-rate split-applied herbicide treatments for wild oat (*Avena fatua*) control in wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Technology*. 2002. V. 16, i. 1. P. 149–155. DOI: [https://doi.org/10.1614/0890-037X\(2002\)016\[0149:LRSAHT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0890-037X(2002)016[0149:LRSAHT]2.0.CO;2).
9. Šoštarčić V., Šćepanović M., Barić K. Effect of the reduce topramezone rate and adjuvants on *Chenopodium album* (L.) and *Echinochloa crus-galli* (L.) in maize. *Glasilno biljne zaštite*. 2015. No. 4. P. 255–263.
10. Wujek B., Kucharski M., Domaradzki K. Weed control programs in sugar beet (*Beta vulgaris* L.): influence on herbicidal residue and yield quality. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 2012. Vol.10 (3&4). P. 606–609.

REFERENCES

1. Maslak, O. M., & Ilchenko, O. V. (2018). Ekonomika vyroshchuvannya ta zbutu soi [Economics of growing and marketing soybeans]. Sumy: Sumy National Agrarian University. 10 p. [in Ukrainian].
2. Storchous, I.M., Ivashchenko, I.M., & Tyshchuk, O.P. (2021). Vplyv ryznykh norm vytraty herbitydy Bazys 75, VG na riven stresu u roslyn kukurudzy [Influence of different consumption rates of herbicide

- Basis 75, water-soluble granules on the level of stress in maize plants]. *Plant protection and quarantine*, 67, 270–290. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.270-290> [in Ukrainian].
3. Aref, W.M., Dawood, R.A., Galal, A.H., & Yehia, Z.R. (2017). Improved weed control methods in maize (*Zea mays* L.) by using single herbicides and their combinations at reduced rates with mineral oil adjuvant. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 48, 4, 29–43 [in English].
 4. Idziak, R., & Woznica, Z. (2020). Efficacy of reduced rates of soil-applied dimethenamid-p and pendimethalin mixture followed by postemergence herbicides in maize. *Agriculture*, 163, 10, 11. DOI:10.3390/agriculture10050163 [in English].
 5. Ivanov, S. (2019). Weeds and weed control in forage pea: a review. *Agricultural Science and Technology*, 11 (2), 107–112. DOI: 10.15547/ast.2019.02.017 [in English].
 6. Javaid, M.M., Zia, A.U.H., Waheed, H., Nargis, J., Shahid, A., Aziz, A., & Wasaya, A. (2018). Effect of isoproturon with and without adjuvants on photosynthetic attributes of wheat and its associated weeds. *Planta Daninha*, 38, e020191561. DOI: 10.1590/S0100-83582020380100024 [in English].
 7. Kierzek, R., Paradowski, A., Pietryga, J., & Kaczmarek, S. (2013). Effectiveness of weed control in maize with two foliage treatments. *Progress in plant protection/Postępy w ochronie roślin*, 53 (3), 471–476 [in English].
 8. Ramsdale, B.K., & Messersmith, C.G. (2002). Low-rate split-applied herbicide treatments for wild oat (*Avena fatua*) control in wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Technology*, 16, 1, 149–155. DOI: [https://doi.org/10.1614/0890-037X\(2002\)016\[0149:LRSAHT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0890-037X(2002)016[0149:LRSAHT]2.0.CO;2) [in English].
 9. Šoštarčić, V., Šćepanović, M., & Barić, K. (2015). Effect of the reduce top-primezone rate and adjuvants on *Chenopodium album* (L.) and *Echinochloa crus-galli* (L.) in maize. *Glasilo biljne zaštite*, 4, 255–263 [in English].
 10. Wujek, B., Kucharski, M., & Domaradzki, K. (2012). Weed control programs in sugar beet (*Beta vulgaris* L.): influence on herbicidal residue and yield quality. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10 (3&4), 606–609 [in English].

Dykun O.V., Panasiuk M.O., Ostapiuk B.V.

Agroeconomic justification of technologies of distributed application of the herbicide corum in soybean agroecosystems

Aim. The article analyses the feasibility of using a system of distributed application of insurance herbicides in intensive soybean cultivation technologies. **Methods.** The aim of the research was to establish the biological and economic performance of two-time consecutive sprayings of soybean crops with reduced norms of Corum herbicide. The three-year (2018–2020) field experiments were conducted in a stationary crop rotation at the separate subdivision of the National University of Life and Environmental Sciences "Agronomic Research Station". The effectiveness of the insurance herbicide Corum (l. c., 48% bentazon + 2.24% imazamox) was studied at application rates (1.5; 2.0 and 2.5 l/ha) and two consecutive sprayings of 0.75 l/ha in tank mixtures with the surfactant Metolat (1.0 l/ha). The insurance herbicides Bazagran (a. s., 48% bentazon) and Pulsar (w. s. c., 4% imazamox) were used as reference ones at the recommended application rates of 2.5 and 1.0 l/ha, respectively. **Results.** The results of the research established that the herbicide Corum together with the surfactant Metolat provided effective control of the dominant segetal vegetation in soybean crops at all rates and methods of application with a biological efficiency of more than 85%, which is by 5–10% higher than the indexes of reference insurance herbicides. A two-time sequential spraying with the herbicide at a rate of 0.75 l/ha was the most effective, which ensured almost complete elimination of dicotyledonous juveniles and 75–92% of cereal annuals, which is equal to the effectiveness of the maximum single rate (2.5 l/ha). The high biological efficiency of Corum herbicide in tank mixtures with surfactant Metolat with two consecutive applications provided the largest increase in the marketable crop of soybeans — 1.46 t/ha or 77% compared to the level of an untreated control in the absence of quantitative changes in the protein and oil content in seeds. **Conclusions.** A significant increase in crop and low additional investment in the system ensured obtaining a maximum net profit per 1 ha (UAH 12155). At the same time, the profitability of growing the crop reached 49.0% with a six-fold return on the funds invested in the technology. Given the combination of household, economic and environmental factors of the innovative system of distributed application of the herbicide Corum, it is advisable to introduce it into production.

Key words: soybean, distributed herbicide application system, insurance herbicides, biological and economic efficiency, profitability.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Дикун О.В., науковий співробітник, Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України», e-mail: Allasaker823@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8378-8646.

Панасюк М.О., науковий співробітник, Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної

Dykun O.V., researcher, National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine», e-mail: Allasaker823@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8378-8646.

Panasiuk M.O., researcher, National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian

академії аграрних наук України», e-mail: obrobitok@ukr.net, ORCID: 0000-0002-0462-9995.

Остап'юк Б.В., провідний агроном, Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України», e-mail: obrobitok@ukr.net, тел. 067 319 52 56, ORCID: 0000-0002-0285-6254.

Ostapiuk B.V., leading agronomist, National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine», e-mail: obrobitok@ukr.net, ORCID: 0000-0002-0462-9995.

Ostapiuk B.V., leading agronomist, National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine», e-mail: obrobitok@ukr.net, ORCID: 0000-0002-0285-6254.

Надійшла 20.06.2024

ЗМІНИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ АГРОЛАНДШАФТІВ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛ. ПІД ВПЛИВОМ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Г.В. Давидюк, Л.І. Шкарівська, І.І. Клименко, Н.І. Довбаш, М.В. Повидало
ННЦ «ІЗ НААН» (с-ще Чабани, Україна)

Мета. Провести еколого-агрохімічну оцінку агроландшафтів і встановити вплив антропогенного навантаження на стан природних вод і ґрунтів у сільських населених пунктах Львівської обл. **Методи.** Дослідження проводили в агроландшафтах Львівської обл.: визначали якість природних вод (відкриті водойми, криниці, водогони) та фізико-хімічні і агрохімічні показники якості ґрунту (поля, перелоги, присадибні ділянки). Для проведення досліджень використовували агро-екологічний моніторинг, лабораторний та статистичний методи. **Результати.** Якість природних вод у досліджених сільських населених пунктах Львівської обл. в ряді випадків не відповідала нормативним вимогам за показниками загальної жорсткості, вмісту солей сухого залишку, сполук кальцію та нітратного азоту (колодязі, водогони), а також нітратного та амонійного азоту (відкриті водойми). Проведені дослідження свідчать про різне антропогенне навантаження на полях, перелогах та присадибних ділянках в агроландшафтах. Найвищі показники родючості ґрунту були відмічені на присадибних ділянках. Зокрема, 77,0% проб мали середню та підвищену забезпеченість гумусом, вищий уміст сполук рухомого фосфору й калію, а також, у деяких випадках, перевищення ГДК рухомих форм цинку (до 53,6 мг/кг), свинцю (до 10,1 мг/кг), нікелю (до 4,9 мг/кг) й кадмію (до 1,0 мг/кг). **Висновки.** Якість природних вод у досліджених сільських населених пунктах Львівської області не завжди відповідала нормативним вимогам за вмістом сполук азоту. На полях відмічено на 26% більше ґрунтових проб із дуже сильнокислою і сильнокислою реакцією ґрунтового розчину порівняно до перелогів. У ґрунті присадибних ділянок уміст органічної речовини був вищим, ніж на перелогах і полях у 1,1–1,4 раза, рухомих сполук фосфору й калію, відповідно у 3,5 і 1,4 та 4,9 і 1,8 раза. Уміст рухомих форм міді, цинку, свинцю, нікелю та кадмію у ґрунтах домогосподарств був високим і у низці випадків перевищував ГДК. Це свідчить про значне антропогенне навантаження в агроландшафтах, необхідність продовження моніторингових досліджень та підвищення рівня інформаційно-просвітницьких заходів з приводу запобігання й усунення екологічних негараздів за ведення присадибного господарства.

Ключові слова: біогенні елементи, важкі метали, ґрунт, агроекологічний моніторинг, природні води, селітебні території.

Вступ. Наслідком господарської діяльності людини є виникнення екологічних проблем пов'язаних зі значним антропогенним навантаженням на довкілля і, зокрема, агроландшафти. Актуальним це є і для Львівської обл., де щільність населення ще у довоєнний період перевищувала 114 осіб на 1 км², тоді як по Україні цей показник становив у середньому 80 осіб на 1 км². До складу області входять сім районів: Дрогобицький, Золочівський, Львівський, Самбірський, Стрийський, Червоноградський, Яворівський. Її площа становить 21,8 тис. км² [1; 2]. Не зважаючи на те, що це сягає

менше 4% від загальної площі держави, тут розміщено близько 6% найбільших забруднювачів природного середовища України [3]. В області введені в експлуатацію 243 родовища із 33 видами корисних копалин, видобуток яких спричиняє забруднення довкілля [4; 5]. Окрім того, економіка та інфраструктура Львівщини постраждали від військових дій країни-агресорки: частина об'єктів зазнали руйнувань, до неї було релоковано підприємства і установи з прифронтових територій, збільшився міжнародний транзит автотранспорту та техніки, що є додатковим навантаженням

на довкілля, включаючи ґрунти і природні води та може мати виразний негативний вплив на здоров'я населення [6].

Львівщина розташована у лісовій, лісостеповій зоні та у передгірних й гірських районах Карпат і у кліматичному районуванні належить до помірного кліматичного поясу [7]. Кількість та інтенсивність опадів є найголовнішим чинником за впливом на розвиток деградаційних процесів в області. У середньому тут випадає близько 767 мм опадів за рік, але розподіл їх не рівномірний і в місцях з недостатнім природним дренажем призводить до заболочення. Рівнинна частина Львівщини належить до зони достатнього зволоження у межах помірно континентального клімату, а гірська частина – до зони надмірного зволоження [1; 2].

Львівська обл. є однією з найбільш забезпечених водними ресурсами в Україні. На одну особу в області припадає 1,92 тис. м³ річкового стоку за рік відносно середнього показника по Україні – 1,13 тис. м³. Поверхня території області пронизана густою сіткою річок. В області протікає 8950 річок, найбільша кількість яких належить до басейну р. Західний Буг та р. Дністер. Середні багаторічні водні ресурси місцевого стоку Львівщини становлять 9,3% ресурсів місцевого стоку України і формуються з обсягів річкового стоку та поверхневих водойм (озер, ставків, водосховищ та підземних вод). Особливістю більшості річок області є нерівномірність гідрологічного режиму та висока паводконебезпечність [8; 9]. За кількісними показниками щодо ставків Львівщина займає четверте місце в Україні. На 1 км² її території припадає 0,5 га водної поверхні ставків, тоді як у сусідніх областях цей показник становить 0,12–0,20 га/км². Ставки дають можливість зарегулювати додатково майже 100 м³/рік води на одного жителя області [10].

Відомо, що вода в житті людини відіграє вирішальну роль. За даними науковців, більшість хвороб людини виникає саме від споживання неякісної води [11–15]. Однак, централізованим господарсько-питним водопостачанням забезпечені переважно міста та селища міського типу і лише 16,0% сільських населених пунктів з охопленням близько 20,0–30,1% від проживаючого населення [14;15]. Тому, переважна більшість населення на цих територіях змушена використовувати воду з джерел нецентралізованого водопостачання. Проведені дослідження свідчать, що в низці випадків така вода не відповідала вимогам щодо якості для питного призначення [16–19].

За даними державних моніторингових досліджень забруднення води з криниць нітратами понад гранично допустимої концентрації (ГДК) коливається у межах 40–45% від дослідженої кількості проб [10]. Це пов'язано із концентрацією на сільській території не лише людей, а й значної кількості домашньої худоби, порушенням правил утилізації відходів і санітарних вимог забудови території, ненормованого використання мінеральних та органічних добрив тощо. Все це створює небезпеку забруднення шкідливими речовинами ґрунтів, відкритих водойм, підґрунтових вод. Тому, для прогнозування і покращення екологічної ситуації в агроландшафтах важливо проводити агроекологічний моніторинг.

Сільськогосподарська освоєність території Львівської обл. досить висока – 59,1%, а ступінь розораності сільськогосподарських угідь сягає 64,8% [20]. Ґрунти представлені 20 типами і 60 підтипами. На сільськогосподарських угіддях переважають буроземи гірсько-лісові, темно-сірі опідзолені, лучні, дернові та дерново-підзолисті ґрунти. Близько 63% від загальної площі ріллі припадає на малородючі ґрунти, що мають низький уміст гумусу та характеризуються перевищенням рівноважної щільності, поширенням ерозійних процесів, підкисленням, спрацюванням органогенних ґрунтів, ґрунтовтомою тощо [21; 22]. Відповідно до розрахунків Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН значний вплив на появу екологічних ризиків на землях сільськогосподарського призначення має промисловість, частка впливу якої варіює від 5,9 до 11,1%, транспорт – 23,5–32,4%, вплив антропогенного навантаження селітебних територій становить близько 23,5%, проте найбільша частка 41,7% припадає на аграрне виробництво [21].

Слід відмітити, що деградація ґрунтів відбувається в усіх районах області та пов'язана з низкою об'єктивних й суб'єктивних чинників і призводить до розширення площі кислих та еродованих ґрунтів, частки яких відповідно становлять 24,0 та 41,4% від сільгоспугідь [8; 23].

Галузями спеціалізації сільського господарства є: вирощування зернових культур, картоплі, овочів, буряків цукрових, льону, ягід, фруктів, а також м'ясо-молочне скотарство, свинарство і птахівництво [2].

Метою досліджень було провести еколого-агрохімічну оцінку агроландшафтів і виявити вплив антропогенного навантаження на стан природних вод і ґрунтів у сільських населених пунктах Львівської обл.

Об'єкт та методи досліджень. Дослідження були проведені у межах ландшафтів Львівської обл., з урахуванням як стабілізуючих (перелоги, водойми), так і дестабілізуючих компонентів екосистеми (сельбищна територія, поля в обробітку). Методом маршрутного моніторингу в 2021–2023 рр. були проведені обстеження і відібрано проби природних вод і ґрунту на селітебній території населених пунктів у Львівському р-ні (с. Оброшине, с. Рясне-Руське, с. Ставчани, с. Волове), Дрогобицькому р-ні (с. Лішня), Стрийському р-ні (с. Дроговиж), Червоноградському р-ні (с. Павлів), Золочівському р-ні (с. Гаї, с. Глиняни). Було проаналізовано 50 проб ґрунту і 32 проби природних вод.

Аналіз проб води та ґрунту проводили у відділі агро-екології і аналітичних досліджень ННЦ «ІЗ НААН» за загальноприйнятими в агрохімії методиками. У воді визначали: кислотність за ДСТУ 4077-2001; сухий залишок за ГОСТ 18164-72; загальну жорсткість за ДСТУ ISO 6059:2003; сульфати (SO_4) за ГОСТ 4389-72; карбонати і бікарбонати у водній витяжці за ДСТУ 7943:2015; нітрати ($N-NO_3$) за ГОСТ 18826-73; фосфор (P_2O_5) за ДСТУ ISO 6878:2008; хлориди (Cl) за ДСТУ 9297:2007; амоній ($N-NH_4$) за ДСТУ ISO 7150-1:2003; калій (K_2O) за ДСТУ ISO 9964-3:2015; уміст міді (Cu), марганцю (Mn), свинцю (Pb), кадмію (Cd), цинку (Zn), заліза (Fe), нікелю (Ni), кальцію (Ca), магнію (Mg) за ГОСТ 30178-96.

Таблиця 1. Показники якості досліджених проб природних вод, відібраних у сільських населених пунктах Львівської обл., 2021–2023 р., мг/л

Показники	Реакція середовища	Сухий залишок	Жорсткість загальна	Кальцій, Ca	Магній, Mg	Нітратний азот, $N-NO_3$	Амонійний азот, $N-NH_4$	Фосфор, P_2O_5	Калій, K_2O	Натрій, Na_2O	Сульфати, SO_4
криниці											
\bar{x}	7,3	737,1	5,4	100,2	6,0	14,7	0,1	0,5	18,4	25,9	49,8
$V, \%$	4,5	45,0	40,7	35,2	128,6	84,1	84,9	103,3	142,0	73,3	109,2
min	6,6	216,0	2,0	37,9	1,2	сліди	сліди	0,1	1,4	7,6	1,8
max	7,7	1352	9,0	157,0	29,0	34,7	0,3	1,9	86,4	64,8	188,8
НПП	6,5–8,5	1 500	10	130	80	11,3 (50 мг NO_3 на л)	0,4 (0,5 мг NH_4 на л)	2,6 (3,5 мг PO_4 на л)	НН	270 (200 мг Na на л)	500
водогони											
\bar{x}	7,1	826,5	6,9	118,5	12,1	7,4	0,1	0,2	34,6	35,5	163,0
$V, \%$	8,0	54,2	44,3	40,5	110,8	197,3	94,6	40,1	231,7	154,4	121,7
min	6,0	296,0	3,0	48,1	2,5	сліди	сліди	0,1	3,3	10,2	7,0
max	7,9	1672	11,0	198,0	44,0	42,7	0,3	0,4	232,8	170,0	536,0
НПП	6,5–8,5	1 000	7	130	80	11,3 (50 мг NO_3 на л)	0,4 (0,5 мг NH_4 на л)	2,6 (3,5 мг PO_4 на л)	НН	270 (200 мг Na на л)	250
відкриті водойми (ставки)											
\bar{x}	6,8	784,0	4,5	89,3	2,2	12,6	2,4	0,2	8,7	10,4	62,1
$V, \%$	1,0	13,0	15,7	15,8	9,9	8,5	133,1	70,7	15,5	19,8	91,1
min	6,7	712,0	4,0	79,3	2,0	11,8	0,14	0,1	7,7	8,9	22,1
max	6,8	856,0	5,0	99,3	2,3	13,3	4,6	0,3	9,6	11,8	102,0
НРГП	6,5–8,5	1 000	7	180	50	9,1 (40 мг NO_3 на л)	0,39 (0,5 мг NH_4 на л)	0,46 (0,2 мг P на л)	60 (50 мг K на л)	162 (120 мг Na на л)	100

Примітка. НПП – норматив для питного призначення; НРГП – норматив якості вод рибогосподарського призначення; НН – не нормується; \bar{x} – середнє арифметичне; V – коефіцієнт варіації; min – мінімальне значення; max – максимальне значення.

У ґрунті визначали: $pH_{\text{сол}}$ за ДСТУ ISO 10390:2022; гідролітичну кислотність за ДСТУ 7537:2014; суму ввібраних основ за методом Каппена-Гільковиця; уміст органічної речовини (гумус) за ДСТУ 4289:2004; азот нітратний за ДСТУ 4725:2007; азот амонійний за ДСТУ 4729:2007; легкогідролізний азот за ДСТУ 7863:2015; рухомий фосфор та калій за методом: Кірсанова (ДСТУ 4405:2005), Чирикова (ДСТУ 4115-2002), Мачигіна (ДСТУ 4114-2002); рухомі форми важких металів і мікроелементів за ДСТУ 4770 (1,2,3,4,6,7,9):2007. Статистичну обробку даних виконували з використанням стандартних комп'ютерних програм *Microsoft Office Excel 2010*.

Результати та їх обговорення. Якість природних вод у досліджених сільських населених пунктах Львівської обл. у ряді випадків не відповідає нормативним вимогам (табл. 1, 2). Перевищення показників якості природних вод спостерігали за загальною жорсткістю, вмістом солей сухого залишку, сполук кальцію та нітратного азоту. Найбільш істотне забруднення за показником умісту нітратів було відмічено у воді з криниць. У с. Павлів Червоноградського р-ну майже 50% усіх

досліджених проб води мали перевищення сполук нітратів ($N-NO_3$) у 1,1–2,7 раза досягаючи 32,4–32,7 мг/л (норматив якості природних вод питного призначення – 11,3 мг/л). У Золочівському р-ні (с. Гаї та с. Глиняни) і у Львівському р-ні (с. Рясне-Руське, с. Ставчани, с. Оброшине, с. Волове) майже чверть усіх досліджених проб води з колодязів мала підвищений уміст нітратів. Якість питної води з водогонів у сільських населених пунктах Львівщини була кращою, ніж із колодязів, за винятком с. Глиняни Золочівського р-ну, де уміст нітратного азоту значно перевищував ГДК і був на рівні 42,7 мг/л.

У пробах ставкової води с. Павлів Червоноградського р-ну виявлено підвищений уміст нітратного азоту ($N-NO_3$) до 13,2 мг/л (норматив якості природних вод рибогосподарського призначення – 9,1 мг/л) і амонійного азоту ($N-NH_4$) – 4,6 мг/л (норматив – 0,39 мг/л), що пов'язано лише з антропогенним чинником.

Сполуки азоту є важливими природними компонентами і є необхідними складовими водних систем, але у разі перевищення природних концентрацій стають токсикантами і можуть призводити до істотних

Таблиця 2. Уміст мікроелементів і важких металів у природних водах сільських населених пунктів Львівської обл., 2021–2023 рр., мг/л

Показники	Мідь, <i>Cu</i>	Цинк, <i>Zn</i>	Свинець, <i>Pb</i>	Нікель, <i>Ni</i>	Кадмій, <i>Cd</i>	Залізо, <i>Fe</i>	Марганець, <i>Mn</i>
криниці							
\bar{x}	0,008	0,005	сліди	0,007	сліди	0,031	0,016
<i>V</i> , %	54,2	136,6	сліди	127,9	сліди	81,7	190,4
<i>min</i>	сліди	сліди	сліди	сліди	сліди	сліди	сліди
<i>max</i>	0,01	0,24	сліди	0,03	сліди	0,07	0,12
НПП	1,0	1,0	0,01	0,02	0,001	1,0	0,5
водогони							
\bar{x}	0,007	0,248	сліди	0,005	сліди	0,126	0,023
<i>V</i> , %	61,7	263,3	сліди	151,2	сліди	161,7	147,8
<i>min</i>	сліди	0,01	сліди	сліди	сліди	сліди	сліди
<i>max</i>	0,01	1,86	сліди	0,02	сліди	0,61	0,08
НПП	1,0	1,0	0,01	0,02	0,001	0,2	0,05
відкриті водойми (ставки)							
\bar{x}	–	0,01	–	0,01	–	0,02	0,08
<i>V</i> , %	–	141,4	–	141,4	–	70,7	47,1
<i>min</i>	сліди	сліди	сліди	сліди	сліди	0,01	0,05
<i>max</i>	сліди	0,01	сліди	0,01	сліди	0,03	0,10
НРГП	0,001	0,01	0,1	0,01	0,005	0,1	0,01

Примітка. НПП – норматив для питного призначення; НРГП – норматив якості вод рибогосподарського призначення; НН – не нормується; \bar{x} – середнє арифметичне; *V* – коефіцієнт варіації; *min* – мінімальне значення; *max* – максимальне значення.

екологічних проблем. Підвищений уміст нітратів у воді спричинений саме антропогенним чинником.

Слід відмітити, що близько 75% проб дослідженої колодезної води у Львівському р-ні мали високі значення за вмістом сполук калію, що може бути пов'язано з наявністю значних покладів (1789843 т) калійної солі [4].

У водогоні с. Ставчани виявлено перевищення нормативних вимог за вмістом цинку (1,86 мг/л за ГДК 1,0 мг/л), що може бути пов'язано з особливостями водопровідної мережі. Уміст сполук марганцю, частини відібраних проб, у воді ставків перевищував нормативні показники в 5–10 разів (0,05–0,10 мг/л), криниць – у 2 рази (до 0,12), водогонів – у 1,6 рази (0,07–0,08 мг/л), що може бути зумовлено природним чинником. За іншими визначеними показниками проби води відповідали нормативним вимогам.

Велика різноманітність ґрунтів у районах області, що досліджували була причиною значної варіабельності фізико-хімічних і агрохімічних показників. Відбирання проб проводили на полях і присадибних ділянках у сільських населених пунктах та порівнювали з даними перелогів, де антропогенний вплив

на геохімічні процеси найменший і вони найбільш наближені до природних.

Дослідження показали, що застосування добрив на полях і присадибних ділянках спричинило як зниження, так і підвищення обмінної кислотності порівняно до перелогових ділянок (табл. 3). Обмінна кислотність ($pH_{\text{сол.}}$) змінювалась від дуже сильноокислих (3,9) до слаболужних (7,9). Більшість відібраних проб мала слаболужну реакцію ґрунтового середовища: на перелогах їх кількість становила 44,4%, на полях і присадибних ділянках – 45,0 і 46,2% відповідно. Однак, спостерігали сильно-, середньо- та слабокислі показники обмінної кислотності ґрунтів. На полях відмічено на 26% більше ґрунтових проб із дуже сильноокислою і сильноокислою реакцією ґрунтового розчину порівняно до перелогових ділянок, що може бути пов'язано з внесенням фізіологічно кислих добрив.

Показники гідролітичної кислотності на полях змінювались від дуже сильноокислої (8,1 м-екв/100 г ґрунту) до нейтральної (0,23 м-екв/100 г ґрунту) за досить значного варіювання ($V > 100,0\%$), сума вбирних основ була в межах від 3,63 до 178,0 м-екв/100 г ґрунту за значного варіювання ($V = 69,2\%$).

Таблиця 3. Агрохімічна характеристика показників родючості проб ґрунту відібраних у агроландшафтах Львівської обл., 2021–2023 рр.

Статистичні показники	Обмінна, $pH_{\text{сол.}}$	Уміст органічної речовини в перахунку на гумус, %	Гідролітична кислотність, H_2	Сума вбирних основ	Легкогідролізний азот, N	Рухомий фосфор, $P_2O_5^*$	Рухомий калій, K_2O^*
			м-екв/100 г ґрунту		мг/кг		
перелоги							
\bar{x}	6,2	3,1	1,7	39,2	89,1	31,4	97,5
$V, \%$	24,4	61,9	107,6	108,8	62,7	57,1	30,3
min	4,1	0,8	0,3	3,8	23,8	16,6	72,0
max	7,7	5,9	4,9	129,0	204,4	57,0	126,0
поля							
\bar{x}	7,0	2,4	1,1	74,5	93,8	75,2	258,8
$V, \%$	17,9	45,0	171,1	69,2	36,3	73,6	72,1
min	3,9	0,8	0,2	3,6	42,0	12,0	102,0
max	7,8	4,6	8,1	178,0	176,4	200,0	876,0
присадибні ділянки							
\bar{x}	6,9	2,5	1,0	60,8	94,2	110,0	477,0
$V, \%$	16,3	30,9	108,8	69,6	20,7	41,1	39,1
min	5,0	0,8	0,2	5,2	70,0	62,0	198,0
max	7,9	4,0	3,4	157,0	141,4	200,0	738,0

Примітка. \bar{x} – середнє арифметичне; V – коефіцієнт варіації; min – мінімальне значення; max – максимальне значення, * – визначення сполук рухомого фосфору і калію за методом Мачігіна.

Уміст гумусу мав чітко виражену залежність від типу ґрунту і змінювався від дуже низького (0,85%) до дуже високого (5,91%) за значного коефіцієнта варіації (V): на перелогах 61,9%, полях – 45,5, та 30,9% на присадибних ділянках. На перелогах кількість проб з дуже низьким і низьким умістом гумусу була майже такою самою як і з високим, та дуже високим умістом і становила близько 30,0%. На полях уміст гумусу в 75,9% проаналізованих проб був на низькому і середньому рівні забезпеченості. На присадибних ділянках уміст органічної речовини у перерахунку на гумус був у 1,1–2,4 раза вищим порівняно з полями та перелогами і переважна більшість (77,0%) проб мали середню та підвищену забезпеченість.

Кількість легкогідролізного азоту була у межах від 23,8 до 204,4 мг/кг ґрунту за значного коефіцієнта варіації (V): 62,7% для проб відібраних на перелогах, 36,3 – на полях і 20,7% – на присадибних ділянках. Слід відзначити, що серед усіх відібраних проб як на перелогах, так і на полях й присадибних ділянках, відмічено понад 50% з дуже низьким умістом легкогідролізного азоту.

Уміст сполук рухомого фосфору визначеного за методом Мачигіна був у межах від 12,0 до 200,0 мг/кг ґрунту зі значним варіюванням за місцем відбору (V):

на перелогах – 57,1%, на полях – 73,6 і на присадибних ділянках – 41,1%. Отримані значення вмісту сполук рухомого калію змінювалась у діапазоні від 72,0 до 876,0 мг/кг ґрунту за коефіцієнта варіації (V): на перелогах – 30,3%, полях – 72,1 і 39,1% на присадибних ділянках (значне варіювання). Найвищий уміст сполук рухомого фосфору та калію, який досягав, відповідно, 325,0 і 720,0 мг/кг за Чириковим, 350,0 і 202,5 мг/кг за Кірсановим та 200,0 і 738,0 мг/кг за Мачигінім, відмічено у пробах ґрунту відібраних на присадибних ділянках. Загалом, кількість рухомих сполук фосфору і калію у ґрунтах присадибних ділянок, у середньому, була відповідно у 3,5 і 1,4 та 4,9 і 1,8 рази вищою порівняно з перелогами і полями. Наслідком такого високого рівня забезпеченості ґрунту поживними елементами, спричиненою господарською діяльністю людини, може бути їх акумулювання та міграція до природних вод.

Тривале антропогенне навантаження в межах територій агроландшафтів досліджуваних районів області, спричинило накопичення мікроелементів і важких металів у верхньому 0–20 см шарі ґрунту (табл. 4).

У багатьох досліджених пробах ґрунту вміст рухомих сполук свинцю перевищував ГДК (6,0 мг/кг) і досягав 11,4 мг/кг. Забруднення свинцем було відмічено

Таблиця 4. Уміст рухомих форм мікроелементів і важких металів у 0–20 см шарі ґрунту, відібраних у сільських населених пунктах Львівської обл., 2021–2023 рр., мг/кг

Статистичні показники	Мідь, <i>Cu</i>	Цинк, <i>Zn</i>	Свинець, <i>Pb</i>	Нікель, <i>Ni</i>	Кадмій, <i>Cd</i>
перелоги					
\bar{x}	0,4	2,0	2,5	1,3	0,3
V , %	33,2	50,0	64,1	44,6	48,0
<i>min</i>	0,2	0,8	0,8	0,5	0,1
<i>max</i>	0,7	3,6	6,3	2,6	0,5
поля					
\bar{x}	0,5	3,3	4,2	1,8	0,4
V , %	58,8	98,6	69,1	62,9	60,2
<i>min</i>	0,2	0,9	1,0	0,6	0,2
<i>max</i>	1,4	12,5	11,4	4,9	1,0
присадибні ділянки					
\bar{x}	0,8	10,3	4,8	1,9	0,5
V , %	78,3	133,9	64,1	64,0	57,4
<i>min</i>	0,2	0,5	0,9	0,7	0,2
<i>max</i>	2,2	53,6	10,1	4,3	1,0
ГДК	3,0	23,0	6,0	4,0	0,7

Примітка. \bar{x} – середнє арифметичне; V – коефіцієнт варіації; *min* – мінімальне значення; *max* – максимальне значення.

на деяких перелогах, полях і присадибних ділянках. Так, у с. Павлів Червоноградського р-ну вміст свинцю становив: на перелозі – до 6,3 мг/кг, полях – до 11,4, присадибних ділянках до 10,1 мг/кг. На території цього населеного пункту на полях і присадибних ділянках відмічено забруднення ґрунту нікелем відповідно до 4,9 і 4,3 мг/кг (ГДК 4,0 мг/кг) та кадмієм відповідно до 0,99 і 1,03 мг/кг (ГДК 0,7 мг/кг). Це може бути пов'язано як із антропогенним чинником, так і з підвищеним вмістом його у ґрунтотворних породах і потребує подальших досліджень.

Зауважимо, що вміст міді, в пробах ґрунту, знаходився переважно в межах фонових показників для ґрунтів України і не перевищував 1,0 мг/кг. Проте, на полях була відмічена незначна кількість проб зі слабким, а на присадибних ділянках – зі слабким (1,19–1,35 мг/кг) і помірним рівнем забруднення (2,16 мг/кг). Уміст цинку в пробах ґрунту варіював від дуже низького і низького до високого і дуже високого (від 0,5 до 53,6 мг/кг). Уміст цинку на перелогах знаходився переважно в межах фону України (до 5,0 мг/кг). На полях відмічена незначна кількість проб зі слабким і помірним рівнем забруднення цинком (6,2–12,5 мг/кг), а на присадибних ділянках – із дуже високим рівнем забруднення (до 53,6 мг/кг).

Отже, сучасний екологічний стан агроландшафтів є індикатором антропогенного впливу на водні і земельні ресурси та відображенням їх нераціонального використання. Якість природних вод у досліджених сільських населених пунктах у низці випадків не відповідає нормативним вимогам. Перевищення показників у воді колодязів і водогонів спостерігали за загальною жорсткістю, вмістом солей сухого залишку, сполук кальцію та нітратного азоту, у відкритих водоймах – сполук нітратного і амонійного азоту. Застосування добрив на полях і присадибних ділянках спричинило зміну реакції ґрунтового розчину порівняно з перелогами як у напрямку зниження, так і підвищення обмінної кислотності. На полях було на 26% більше ґрунтових проб із дуже сильнокислою і сильнокислою

реакцією ґрунтового розчину порівняно до перелогів, що пов'язано із застосуванням фізіологічно кислих добрив. На присадибних ділянках ґрунтів із такою реакцією ґрунтового розчину не виявлено. Уміст гумусу залежав від типу ґрунту і змінювався від дуже низького (0,85%) до дуже високого (5,91%). На присадибних ділянках уміст органічної речовини у перерахунку на гумус у переважній більшості 77,0% проб був на середньому та підвищеному рівні забезпеченості. На цих самих ділянках був найвищий уміст сполук рухомого фосфору та калію, який досягав, відповідно, 325,0 і 720,0 мг/кг за Чириковим, 350,0 і 202,5 мг/кг за Кірсановим та 200,0 і 738,0 мг/кг за Мачигінім. На цих ділянках зафіксовано найвищий уміст рухомих сполук міді, цинку, свинцю, нікелю та кадмію, який у деяких випадках перевищував ГДК.

Висновки

Моніторинг агроландшафтів Львівської обл. засвідчив, що антропогенний чинник має значний вплив на екологічний стан природних вод і ґрунтів. Якість природних вод у досліджених сільських населених пунктах не завжди відповідала нормативним вимогам за вмістом сполук азоту. Застосування органічних і мінеральних добрив на полях і присадибних ділянках призвело до зміни основних показників родючості ґрунту порівняно з перелогами. На полях відмічено на 26% більше ґрунтових проб із дуже сильнокислою і сильнокислою реакцією ґрунтового розчину порівняно до перелогів. На присадибних ділянках уміст органічної речовини і рухомих сполук фосфору і калію був вищим, ніж на перелогах і полях. Також уміст рухомих форм міді, цинку, свинцю, нікелю та кадмію у ґрунтах домогосподарств був високим і у ряді випадків перевищував ГДК.

Проведені дослідження вказують на значне антропогенне навантаження в агроландшафтах, необхідність продовження моніторингових досліджень та підвищення рівня інформаційно-просвітницьких заходів із приводу запобігання й усунення екологічних негараздів за ведення присадибного господарства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Львівська область. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Львівська_область (дата звернення: 09.05.2024).
2. Львівська область: природні умови та ресурси: моногр. / за заг. ред. М.М. Назарука. Львів : Видавництво Старого Лева, 2018. 592 с.
3. Огонюченко В. Вісім екологічних проблем Львівщини. *Екологічний збірник. Екологічні проблеми*

природокористування та біорозмаїття Львівщини: Праці Наукового товариства ім. Шевченка. Львів, 2001. Т. VII. С. 31–42.

4. Мінерально-сировинна база Львівської області. URL: <https://deplv.gov.ua/mineralno-syrovynna-baza-lvivskoyi-oblasti/> (дата звернення: 14.05.2024).

5. Нечай О. Стан довкілля і здоров'я населення сільських районів Львівщини. *Екологічний збірник. Дослідження біотичного й ландшафтнього розмаїття та його збереження* : Праці Наукового товариства ім. Шевченка. Львів, 2008. Т. XXIII. С. 336–347.
6. Лотоцька О.В., Кондратюк В.А., Кучер С.В. Якість питної води як одна з детермінант громадського здоров'я в західному регіоні України. *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2019. № 1 (79). С. 12–18. DOI: 10.11603/1681-2786.2019.1.10278.
7. Клімат Львова / за ред. В.М. Бабіченко, Ф.В. Зузука. Луцьк, 1998. 187 с.
8. Карпатський регіон: актуальні проблеми та перспективи розвитку : у 8 т. / за ред. В.С. Кравціва. Львів, 2013. Т. 1. *Екологічна безпека та природно-ресурсний потенціал*. 336 с.
9. Екологія Львівщини 2012. Львів : ЗУКЦ, 2013. 130с. URL: https://deplv.gov.ua/wp-content/uploads/images/files/ekobul/ekobulet_2012.pdf (дата звернення: 15.05.2024).
10. Сай В.М. Сучасний стан водних ресурсів Львівської області. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2006. Вип. 67. С. 66–70. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2018/mar/9761/14-sai-66-70copy.pdf> (дата звернення: 14.05.2024).
11. Стасюк С., Майданович В. Проблема питної води в Україні. URL: <https://aw-therm.com.ua/problema-pitnoyi-vodi-v-ukrayini/> (дата звернення: 15.05.2024).
12. Villanueva C.M., Kogevinas M., Cordier S., et al. Assessing Exposure and Health Consequences of Chemicals in Drinking Water: Current State of Knowledge and Research Needs. *Environ. Health Perspect.* 2014. Vol. 122. P. 213–221. DOI: 10.1289/ehp.1206229.
13. Mouly D., Gorla S., Mounié M., Beaudou P., Galey C., Gallay A., Ducrot C., Le Strat Y. Waterborne Disease Outbreak Detection: A Simulation-Based Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2018. Vol. 15. 1505. DOI: 10.3390/ijerph15071505.
14. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О. Органічне сільське господарство як фактор впливу на вміст нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів. *Екологічні науки*. 2020. № 3. С. 124–128.
15. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 17.05.2024).
16. Давидюк Г.В., Шкарівська Л.І., Клименко І.І., Довбаш Н.І., Дем'янюк О.С. Якість природних вод в агроландшафтах Лісостепової зони залежно від антропогенного навантаження. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 3. С. 115–120. DOI: 10.33730/2310-4678.3.2020.212612
17. Давидюк Г.В., Шкарівська Л.І., Клименко І.І., Довбаш Н.І., Кушук М.А. Вплив антропогенного навантаження на екологічний стан поверхневих вод в агроландшафтах західного регіону України. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 2 (839). С. 53–59. DOI: 10.31073/agrovisnyk202302-07
18. Ситенко М.А. Забезпечення населення України якісною питною водою – один з головних пріоритетів державної політики і національної безпеки держави. *Водопостачання та водовідведення*. 2008. Спецвипуск. С. 15–17.
19. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2018 році. URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2019/11/Proekt-Nats.-dop.-za-2018.pdf> (дата звернення: 21.05.2024).
20. Крохтяк О.В., Гриник О.І., Ольхович С.Я. Оцінка функцій земель сільськогосподарського призначення. *Причорноморські економічні студії*. 2019. Вип. 39(2). С. 61–66.
21. Ґрунти Львівської області: колективна моногр. / за ред. С.П. Позняка. Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 424 с.
22. Томашівський З.М., Коник Г.С. Наукові основи системи землеробства в західному регіоні України: моногр. / за наук. ред. З.М. Томашівського. Львів : СПОЛОМ, 2020. 286 с.
23. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області в 2015 році». URL: <http://loda.gov.ua> (дата звернення: 20.05.2024).

REFERENCES

1. Lvivska oblast [Lviv region]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Lvivska_oblast [in Ukrainian].
2. Nazaruka, M. M. (2018). Lvivska oblast: pryrodni umovy ta resursy: monohrafiia [Lviv region: natural conditions and resources: monograph]. Lviv: Vydavnytstvo Staroho Leva. 592 p. [in Ukrainian].
3. Ohonochenko, V. (2001). Visim ekolohichnykh problem Lvivshchyny. Ekolohichniy zbirnyk. Ekolohichni problemy pryrodokorystuvannya ta biorozmaittia Lvivshchyny: Pratsi Naukovoho tovarystva im. Shevchenka [Eight ecological problems of Lviv Region. Ecological collection. Ecological problems of

- nature management and biodiversity of Lviv Oblast: Proceedings of the Scientific Society named after Shevchenko]. Lviv. VII. P. 31–42 [in Ukrainian].
4. Mineralno-syrovynna baza Lvivskoi oblasti [Mineral and raw material base of Lviv region]. URL: <https://deplv.gov.ua/mineralno-syrovynna-baza-lvivskoyi-oblasti/> [in Ukrainian].
 5. Nechai, O. (2008). Stan dovkillia i zdorovia naselennia silskykh raioniv Lvivshchyny. Ekolohichniy zbirnyk. Doslidzhennia biotychnoho y landsaftnoho rozmaittia ta yoho zberezhenntia : Pratsi Naukovoho tovarystva im. Shevchenka [The state of the environment and the health of the population in rural areas of the Lviv region. Ecological collection. Research of biotic and landscape diversity and its conservation: Proceedings of the Scientific Society named after Shevchenko]. Lviv, XXIII. P. 336–347 [in Ukrainian].
 6. Lototska, O.V., Kondratiuk, V.A. & Kucher, S.V. (2019). Yakist pytnoi vody yak odna z determinant hromadskoho zdorovia v zakhidnomu rehioni Ukrainy [Drinking water quality as one of the determinants of public health in the western region of Ukraine.]. *Visnyk sotsialnoi hihiieny ta orhanizatsii okhorony zdorovia Ukrainy –Herald of social hygiene and health care organization of Ukraine*, 1(79), 12–18. DOI: 10.11603/1681-2786.2019.1.10278 [in Ukrainian].
 7. Babichenko, V.M. & Zuzuka, F.V. (1998). Klimat Lvova [Climate of Lviv]. Lutsk. P. 187 [in Ukrainian].
 8. Kravtsiva, V.S. (2013). Karpatskyi rehion: aktualni problemy ta perspektyvy rozvytku : u 8 t. [The Carpathian region: current problems and development prospects: in 8 volumes]. T. 1. Ekolohichna bezpeka ta pryrodno-resursnyi potentsial – Ecological safety and natural resource potential. 336 p. [in Ukrainian].
 9. Ekolohiia Lvivshchyny 2012 [ecology of Lviv Region 2012]. Lviv : ZUKTs, 130. URL: https://deplv.gov.ua/wp-content/uploads/images/files/ekobul/ekobulet_2012.pdf [in Ukrainian].
 10. Sai, V.M. (2006). Suchasnyi stan vodnykh resursiv Lvivskoi oblasti [Current state of water resources of Lviv region]. *Heodeziia, kartohrafiia i aerofotozni-mannia – Geodesy, cartography and aerial photography*, 67, 66–70. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2018/mar/9761/14-sai-66-70copy.pdf> [in Ukrainian].
 11. Stasiuk, S. & Maidanovych, V. Problema pytnoi vody v Ukraini [The problem of drinking water in Ukraine]. URL: <https://aw-therm.com.ua/problema-pitnoyi-vodiv-ukrayini/> [in Ukrainian].
 12. Villanueva, C.M., Kogevinas, M., Cordier, S. et al. (2014). Assessing Exposure and Health Consequences of Chemicals in Drinking Water: Current State of Knowledge and Research Needs. *Environ. Health Perspect*, 122, 213–221. DOI: 10.1289/ehp.1206229.
 13. Mouly, D., Gorla, S. & Mounié, M., (2018). Waterborne Disease Outbreak Detection: A Simulation-Based Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15, 1505. DOI: 10.3390/ijerph15071505.
 14. Valerko, R.A. & Herasymchuk, L.O. (2020). Orhanichne silske hospodarstvo yak faktor vplyvu na vmist nitrativ u pytnii vodi dzherel netsentralizovanoho vodopostachannia silskykh naselennykh punktiv [Organic agriculture as a factor influencing the content of nitrates in drinking water sources of non-centralized water supply in rural settlements]. *Ekolohichni nauky – Environmental sciences*, 3, 124–128 [in Ukrainian].
 15. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine]. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian].
 16. Davydiuk, H.V., Shkarivska, L.I., Klymenko, I.I., Dovbash, N.I. & Demianiuk, O.S. (2020). Yakist pryrodnykh vod v ahrolandshaftakh Lisostepovoi zony zalezho vid antropohennoho navantazhenntia [Quality of natural waters in agro-landscapes of the forest-steppe zone depending on anthropogenic load]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia – Balanced nature management*, 3, 115–120. DOI: 10.33730/2310-4678.3.2020.212612 [in Ukrainian].
 17. Davydiuk, H.V., Shkarivska, L.I., Klymenko, I.I., Dovbash, N.I. & Kushchuk, M.A. (2023). Vplyv antropohennoho navantazhenntia na ekolohichniy stan poverkhnevnykh vod v ahrolandshaftakh zakhidnoho rehionu Ukrainy [The influence of anthropogenic load on the ecological state of surface waters in agro-landscapes of the western region of Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 2(839), 53–59. DOI: 10.31073/agrovisnyk202302-07 [in Ukrainian].
 18. Sytenko, M.A. (2008). Zabezpechennia naselennia Ukrainy yakisnoiu pytnoiu vodoiu – ody z holo-vnykh priorytetiv derzhavnoi polityky i natsionalnoi bezpeky derzhavy [Providing the population of Ukraine with high-quality drinking water is one of the main priorities of state policy and national security of the state]. *Vodopostachannia ta vodovidvedennia – Water supply and drainage*. Spetsvypusk, 15–17 [in Ukrainian].
 19. Natsionalna dopovid pro yakist pytnoi vody ta stan pytnoho vodopostachannia v Ukraini u 2018 rotsi

- [National report on the quality of drinking water and the state of drinking water supply in Ukraine in 2018]. URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2019/11/Proekt-Nats.-dop.-za-2018.pdf> [in Ukrainian].
20. Krokhtiak, O.V., Hrynyk, O.I. & Olkhovych, S.Ya. (2019). Otsinka funktsii zemel silskohospodarskoho pryznachennia [Assessment of agricultural land functions]. *Prychornomorski ekonomichni studii – Black Sea Economic Studies*. 39(2), 61–66 [in Ukrainian].
21. Pozniaka, S.P. (2019). Grunty Lvivskoi oblasti: kolektyvna monohrafiia [Soils of the Lviv region: a collective monograph]. Lviv, LNU imeni Ivana Franka, 424 p. [in Ukrainian].
22. Tomashivskiy, Z.M. & Konyk, H.S. (2020). Naukovi osnovy systemy zemlerobstva v zakhidnomu rehioni Ukrainy: monohrafiia [Scientific foundations of the agricultural system in the western region of Ukraine: a monograph]. Lviv : SPOLOM. 286 p. [in Ukrainian].
23. Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha u Lvivskii oblasti v 2015 rotsi [Regional report on the state of the natural environment in the Lviv region in 2015]. URL : <http://loda.gov.ua> [in Ukrainian].

Davydiuk H. V., Shkarivska L. I., Klymenko I. I., Dovbash N. I., Povydalo M. V.
Changes in the ecological state of agrolandscapes of the Lviv oblast under the influence of anthropogenic load

Aim. To carry out an ecological and agrochemical assessment of agricultural landscapes and to establish the impact of anthropogenic load on the state of natural waters and soils in rural settlements of the Lviv region. **Methods.** Research was conducted in the agricultural landscapes of the Lviv region: the quality of natural waters (open reservoirs, wells, water channels) and physicochemical and agrochemical indicators of soil quality (fields, fallows, homesteads) were determined. Agroecological monitoring, laboratory and statistical methods were used to conduct research. **Results.** In a number of cases, the quality of natural water in the studied rural settlements of the Lviv region did not meet the regulatory requirements for indicators of total hardness, the content of salts of dry residue, calcium and nitrate nitrogen compounds (wells, water channels) and nitrate and ammonium nitrogen (open reservoirs). The conducted studies indicate different anthropogenic load on fields, fallows and homesteads in agricultural landscapes. The highest indicators of soil fertility were noted on homestead plots. In particular, 77.0% of the samples had an average and high supply of humus, a higher content of compounds of mobile phosphorus and potassium, as well as, in some cases, exceeding the maximum limit of mobile forms of zinc (up to 53.6 mg/kg), lead (up to 10.1 mg/kg), nickel (up to 4.9 mg/kg) and cadmium (up to 1.0 mg/kg). **Conclusions.** The quality of natural waters in the studied rural settlements of the Lviv region did not always meet the regulatory requirements for the content of nitrogen compounds. In the fields, 26% more soil samples with a very strongly acidic and strongly acidic reaction of the soil solution were noted compared to fallows. In the soil of homesteads, the content of organic matter was 1.1–1.4 times higher than in fallows and fields, and mobile compounds of phosphorus and potassium were 3.5 and 1.4, and 4.9 and 1.8 times higher, respectively. The content of mobile forms of copper, zinc, lead, nickel and cadmium in the soils of households was high and in some cases exceeded the MPC. This indicates a significant anthropogenic load in agrolandscapes, the need to continue monitoring studies and increase the level of informational and educational measures regarding the prevention and elimination of environmental problems during work homestead farming.

Key words: biogenic elements, heavy metals, soil, agroecological monitoring, natural waters, settlement areas.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Давидюк Г.В., канд. с.-г. наук, с.н.с., завідувач відділу агроекології і аналітичних досліджень, ННЦ «Інститут землеробства НААН», e-mail: anndavidiuk@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3877-2837.

Шкарівська Л.І., канд. с.-г. наук, с.н.с., провідний науковий співробітник, відділ агроекології і аналітичних

досліджень, ННЦ «Інститут землеробства НААН», e-mail: Luda_Shkarivska@i.ua, ORCID: 0000-0002-4928-3238.

Клименко І.І., канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, відділ агроекології і аналітичних досліджень, ННЦ «Інститут землеробства НААН», e-mail: Ira_Klimenko@i.ua, ORCID: 0000-0001-9449-7377.

Довбаш Н.І., канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, відділ агроекології і аналітичних досліджень, ННЦ «Інститут землеробства НААН», e-mail: Nadezda_D@ukr.net, ORCID: 0000-0002-4741-2657.

Davydiuk H.V., Cand. of Agricultural Sciences (Ph. D.), Senior Researcher, Head of the Department of Agroecology and Analytical Research, NSC «Institute of Agriculture of the NAAS», e-mail: anndavydiuk@gmail.com; ORCID: 0000-0002-3877-2837.

Shkarivska L.I., Cand. of Agricultural Sciences (Ph. D.), Leading Researcher, Department of Agroecology and Analytical Research, NSC «Institute of Agriculture of NAAS», e-mail: Luda_Shkarivska@i.ua, ORCID: 0000-0002-4928-3238.

Klymenko I.I., Cand. of Agricultural Sciences (Ph. D.), Senior Researcher Officer, Department of Agroecology

Повидало М.В., канд. с.-г. наук, завідувач лабораторії селекції і насінництва гречки, ННЦ «Інститут землеробства НААН», e-mail: povudalo@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8437-6368>.

and Analytical Research, NSC «Institute of Agriculture of NAAS», e-mail: Ira_Klimenko@i.ua, ORCID: 0000-0001-9449-7377.

Dovbash N.I., Cand. of Agricultural Sciences (Ph. D.), Senior Researcher Officer, Department of Agroecology and Analytical Research, NSC «Institute of Agriculture of NAAS», e-mail: Nadezda_D@ukr.net, ORCID: 0000-0002-4741-2657.

Povydale M.V., Cand. of Agricultural Sciences (Ph. D.), Head of the laboratory of the buckwheat breeding and seeding, NSC «Institute of Agriculture of the NAAS», e-mail: povudalo@gmail.com; ORCID: 0000-0002-8437-6368.

Надійшла 20.06.2024

ФОРМУВАННЯ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ГРУПАМИ МІКРООРГАНІЗМІВ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗА ВИКОРИСТАННЯ РІЗНОГО СПОСОБУ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ

І.М. Малиновська, Н.Г. Бусласва

ННЦ «ІЗ НААН» (с-ще Чабани, Україна)

Мета. Вивчення закономірностей формування зв'язків між окремими групами мікроорганізмів у складі угруповань чорнозему типового за застосування як основного обробітку ґрунту по-till-технології, мілкою дисковою обробітку (10–12 см), оранки (25–27 см) на фоні мінерального удобрення. **Методи.** Мікробіологічний, лабораторно-аналітичний, статистичний. **Дослідження** проводили із використанням ґрунтових зразків стаціонарного досліді з вивчення короткочасних сівозмін, закладеному у 2009 р. на Панфільській дослідній станції ННЦ «ІЗ НААН». **Результати.** Чисельність амоніфікаторів за вирощування соняшника на чорноземі типовому корелює із чисельністю іммобілізаторів мінерального азоту (0,885), оліготрофілів (0,513), педотрофілів (0,827), целюлозоруйнівних бактерій (0,807), актиноміцетів (0,898), мікроміцетів (0,795), кислотоутворювальних мікроорганізмів (0,450), мобілізаторів мінеральних фосфатів (0,731), загальною чисельністю мікроорганізмів (0,999); ВФК амоніфікаторів (0,456), педотрофілів (0,731), целюлозоруйнівних (0,786), полісахаридсинтезувальних бактерій (–0,747); індексом педотрофності (0,652), коефіцієнтом мінералізації сполук азоту (0,641), активністю мінералізації гумусу (–0,544), сумарною біологічною активністю (0,799), масою стебел тест-рослин (–0,560); кількістю обернених середньозначимих зв'язків між складовими мікробного угруповання (0,508), кількістю прямих середньозначимих зв'язків (0,676), загальною кількістю середньозначимих зв'язків (0,611), кількістю обернених високозначимих зв'язків (–0,743), кількістю прямих високозначимих зв'язків (0,397), загальною кількістю високозначимих зв'язків (–0,294), загальною кількістю зв'язків за варіантом (0,484). Чисельність полісахаридсинтезувальних бактерій корелює із чисельністю мікроміцетів (0,706), загальною чисельністю мікроорганізмів (0,351); ВФК амоніфікаторів (0,847), оліготрофілів (0,449), кислотоутворювальних (–0,345), целюлозоруйнівних бактерій (0,473), мікроміцетів (0,645), актиноміцетів (–0,559); індексом педотрофності (–0,352), коефіцієнтом оліготрофності (0,778), коефіцієнтом мінералізації сполук азоту (0,524), сумарною біологічною активністю (0,734); кількістю прямих середньозначимих зв'язків між складовими мікробного ценозу (0,380), загальною кількістю середньозначимих зв'язків (0,391), кількістю обернених високозначимих зв'язків (0,474), загальною кількістю зв'язків за варіантом (0,675). **Висновки.** За результатами аналізу кореляційних зв'язків між складовими мікробного ценозу чорнозему типового встановлено, що тіснота взаємозв'язку варіювала від слабого до дуже високого рівня.

Ключові слова: кореляційні зв'язки, амоніфікатори, педотрофи, автохтонні, полісахаридсинтезувальні мікроорганізми, чорнозем типовий.

Вступ. Мікроорганізми у складі ґрунту організовані в угруповання – мікробні ценози, складові якого пов'язані трофічними, функціональними, інформаційними зв'язками, потоками енергії і речовин [1–3]. Амоніфікатори, наприклад, розкладають протеїни з утворенням сполук мінерального азоту, які

споживаються їх послідовниками у трофічному ланцюзі – іммобілізаторами мінерального азоту. Послідовниками амоніфікаторів є також нітрифікатори, які здійснюють окислення аміаку в нітрити, а потім в нітрати. Денітрифікатори відновлюють нітрати до молекулярного азоту. Ці процеси протікають на глибині

10–15 см в ґрунті в анаеробних умовах і призводять до зниження родючості ґрунту, зменшуючи в ньому запаси нітратів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На функціонування мікробних ценозів значний вплив мають агротехнічні заходи, що застосовуються у сільському господарстві [4–6]. Вони впливають на трофічні зв'язки у середині системи та різнорівневі потоки речовин і енергії, зокрема складні процеси трансформації вуглеводних і мінеральних сполук, функціональну активність мікробних угруповань, неврахування чого призводить до втрати цілісності системи та змін закономірностей її функціонування [4–7].

Раніше було досліджено формування зв'язків між окремими групами мікроорганізмів у складі угруповань сірого лісового ґрунту за вирощування пшениці ярої, люпину білого із застосуванням різних систем удобрення та вапнування [8; 9]. Було встановлено, що чисельність амоніфікаторів позитивно корелює із загальною чисельністю мікроорганізмів (0,955), чисельністю іммобілізаторів мінерального азоту, денітрифікаторів, нітрифікаторів, целюлозоруйнівних бактерій, актино- і мікроміцетів, коефіцієнтом мінералізації сполук азоту, сумарною біологічною активністю (0,911). Прямий характер залежності встановлений між чисельністю полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів як діагностичної групи на оптимальність мінерального живлення рослин і чисельністю іммобілізаторів мінерального азоту (0,854), педотрофів (0,970), целюлозоруйнівних (0,724) і автохтонних (0,878) мікроорганізмів, актиноміцетів, мікроміцетів, загальною чисельністю мікроорганізмів (0,588), вірогідністю формування колоній денітрифікаторів, автохтонних, мікроорганізмів і мікроміцетів, коефіцієнтом мінералізації азоту, сумарною біологічною активністю (0,646). Автохтонні мікроорганізми демонструють високий рівень прямої залежності із чисельністю іммобілізаторів мінерального азоту, педотрофів, целюлозоруйнівних і полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів, загальною чисельністю мікроорганізмів, фізіолого-біохімічною активністю денітрифікаторів і власних клітин (0,935). Однак, на наш погляд, характер зв'язків повинен змінюватися також залежно від культури, що вирощується, тому дослідження потрібно поширювати на всі культури сівозміни.

Метою досліджень було вивчення закономірностей формування зв'язків між окремими групами мікроорганізмів у складі угруповань чорнозему

типового за застосування як основного обробітку ґрунту *no-till*-технології, мілкового дискового обробітку (10–12 см), оранки (25–27 см) на фоні мінерального удобрення за вирощування соняшника.

Матеріали та методи досліджень. Зразки ґрунту відбирали на Панфільській дослідній станції ННЦ «ІЗ НААН» у стаціонарному досліді з вивчення короткочасних сівозмін, закладеному у 2009 р. на чорноземі типовому малогумусному легкосуглинковому. Об'єктом досліджень були варіанти стаціонарного досліді: 1 – *no-till*-технологія, без добрив (контроль); 2 – *no-till*-технологія, $N_{30}P_{30}K_{65}$; 3 – *no-till*-технологія, $N_{150}P_{100}K_{120}$; 4 – Дискування (мілкий дисковий обробіток на 10–12 см), без добрив; 5 – Дискування (мілкий дисковий обробіток на 10–12 см), $N_{30}P_{30}K_{65}$; 6 – Дискування (мілкий дисковий обробіток на 10–12 см), $N_{150}P_{100}K_{120}$; 7 – Оранка на 25–27 см, без добрив; 8 – Оранка на 25–27 см, $N_{30}P_{30}K_{65}$; 9 – Оранка на 25–27 см, $N_{150}P_{100}K_{120}$. У 2021 р. у досліджуваних варіантах вирощували гібрид соняшника «Тор», попередник – ячмінь ярий. Розмір посівної ділянки сягає $25 \times 6 = 150 \text{ м}^2$, облікової 100 м^2 . Повторення досліді триразове, розміщення варіантів і повторень систематичне.

Відбір та підготовку зразків ґрунту для дослідження мікробіоти в лабораторних умовах проводили згідно з ДСТУ ISO 10381-6-2001. Чисельність мікроорганізмів окремих еколого-трофічних, функціональних і систематичних груп визначали методом висіву ґрунтової суспензії на поживні середовища [10–12]. Вірогідність формування колоній (ВФК) мікроорганізмів показник сумарної біологічної активності (СБА) визначали методами, які описані раніше [13]. Кореляційні матриці побудовані за методом П. Терентьєва [14].

Статистичну обробку експериментальних даних проводили за загальноприйнятими в ґрунтовій мікробіології методиками з використанням комп'ютерних програм *Microsoft Excel* та *Statistica 10*.

Результати та їх обговорення. В результаті проведеного аналізу встановлено, що чисельність амоніфікаторів корелює із чисельністю іммобілізаторів мінерального азоту (0,885), олігонітрофілів (0,513), педотрофів (0,827), целюлозоруйнівних бактерій (0,807), актиноміцетів (0,898), мікроміцетів (0,795), кислотоутворювальних мікроорганізмів (0,450), мобілізаторів мінеральних фосфатів (0,731), загальною чисельністю мікроорганізмів (0,999) (табл.); ВФК амоніфікаторів (0,456), педотрофів (0,731), целюлозоруйнівних (0,786), полісахаридсинтезувальних

бактерій (-0,747); індексом педотрофності (0,652), коефіцієнтом мінералізації сполук азоту (0,641), активністю мінералізації гумусу (-0,544), сумарною біологічною активністю (0,799), масою стебел тест-рослин (-0,560); із кількістю обернених середньозначимих зв'язків між складовими мікробного угруповання (0,508), кількістю прямих середньозначимих зв'язків (0,676), загальною кількістю середньозначимих зв'язків (0,611), кількістю обернених високозначимих зв'язків (-0,743), кількістю прямих високозначимих зв'язків (0,397), загальною кількістю високозначимих зв'язків (-0,294), загальною кількістю зв'язків за варіантом (0,484). Цілком зрозуміла відсутність зв'язку із коефіцієнтом оліготрофності (0,068), оскільки цей коефіцієнт вказує на недостатню забезпеченість ґрунту макро- і мікроелементами, а амоніфікатори є групою, яка розвивається на протеїнах і продуктах їх деполімерізації. Отже, із більшістю мікробіологічних показників чисельність амоніфікаторів має прямий характер зв'язку, і з показниками потенційної родючості ґрунту [15].

До того ж виявлені деякі розбіжності із закономірностями, встановленими раніше на прикладі сої і пшениці озимої: обернений характер кореляційного зв'язку між чисельністю амоніфікаторів і чисельністю меланінсинтезувальних мікроміцетів, та інтенсивністю мінералізаційних процесів, що описуються коефіцієнтами педотрофності, оліготрофності, активністю мінералізації гумусу [8; 16].

Чисельність іммобілізаторів мінерального азоту корелює із чисельністю олігонітрофілів (0,546), педотрофів (0,609), целюлозоруйнівних (0,894), полісахаридсинтезувальних бактерій (0,497), актиноміцетів (0,739), мікроміцетів (0,670), мобілізаторів мінеральних фосфатів (0,667), загальною чисельністю мікроорганізмів (0,891); ВФК амоніфікаторів (0,636), олігонітрофілів (0,504), азотобактера (0,555), кислотоутворювальних бактерій (-0,410), педотрофів (0,740), целюлозоруйнівних (0,835), полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів (-0,739); індексом педотрофності (0,423), коефіцієнтом мінералізації сполук азоту (0,924), активністю мінералізації гумусу (-0,399), сумарною біологічною активністю (0,729), масою коренів тест-рослин (0,530); із кількістю обернених середньозначимих зв'язків між складовими мікробного ценозу (0,619), кількістю прямих середньозначимих зв'язків (0,359), кількістю обернених високозначимих зв'язків (-0,483), кількістю прямих високозначимих зв'язків між складовими

мікробного ценозу (0,462). Кількість КУО олігонітрофілів корелює із чисельністю целюлозоруйнівних бактерій (0,334), полісахаридсинтезувальних бактерій (0,897), актиноміцетів (0,504), мікроміцетів (0,869), кислотоутворювальних бактерій (0,413), загальною чисельністю мікроорганізмів (0,542); ВФК амоніфікаторів (0,663), іммобілізаторів мінерального азоту (-0,336), олігонітрофілів (0,414), автохтонних мікроорганізмів (0,401), мікроміцетів (0,656); індексом оліготрофності (0,861), коефіцієнтом мінералізації сполук азоту (0,450), активністю мінералізації гумусу (-0,437), сумарною біологічною активністю (0,813), масою стебел тест-рослин (-0,489); із кількістю обернених середньозначимих зв'язків між складовими мікробного ценозу (0,414), кількістю прямих середньозначимих зв'язків (0,594), загальною кількістю середньозначимих зв'язків за варіантом (0,625), кількістю обернених високозначимих зв'язків (-0,409), кількістю прямих високозначимих зв'язків (0,433), загальною кількістю зв'язків за варіантом (0,740).

Чисельність азотобактера як діагностичної групи на забрудненість ґрунту політантами корелює із чисельністю денітрифікаторів (-0,539), педотрофів (0,425), автохтонних бактерій (0,973), кислотоутворювальних бактерій (-0,342), мобілізаторів мінеральних фосфатів (0,707), загальною чисельністю мікроорганізмів (0,324); ВФК олігонітрофілів (-0,492), педотрофів (0,746), мікроміцетів (-0,536), целюлозоруйнівних (0,605) та полісахаридсинтезувальних (-0,466) мікроорганізмів; індексом педотрофності (0,384), коефіцієнтом оліготрофності (-0,501), активністю мінералізації гумусу (0,444); із кількістю прямих середньозначимих зв'язків між компонентами мікробного угруповання (0,342).

Чисельність нітрифікаторів корелює із чисельністю педотрофів (-0,575), автохтонних мікроорганізмів (-0,555), актиноміцетів (-0,379), кислотоутворювальних бактерій (0,581); ВФК олігонітрофілів (0,498), автохтонних мікроорганізмів (0,614), мікроміцетів (0,887), актиноміцетів (-0,335), полісахаридсинтезувальних бактерій (0,714); індексом педотрофності (-0,681), коефіцієнтом оліготрофності (0,551); із кількістю обернених середньозначимих зв'язків між складовими мікробного ценозу (0,519), загальною кількістю середньозначимих зв'язків (0,370), кількістю обернених високозначимих зв'язків (-0,354), кількістю прямих високозначимих зв'язків (-0,676),

Чисельність мікроорганізмів у чорноземному ґрунті за вирощування соняшника, фаза цвітіння, млн КУО / г абсолютно сухого ґрунту, 2021р.

Варіант	Амоніфікатори	Імобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Азотобактер, % обростання грудочок ґрунту	Педотрофи	Целюлозоруйнівні бактерії	Полісахаридсинтезувальні	Актиноміцети	Мікроміцети	Автохтонні	Кислотоутворювальні	Мобілізатори мінеральних фосфатів	Загальна чисельність
No-till, без добрив	492,0	138,8	57,4	41,3	86,3	65,5	12,0	10,3	0,308	20,1	14,2	9,57	950,3
No-till N ₃₀ P ₃₀ K ₆₅	516,1	138,3	94,5	18,7	116,8	54,8	14,2	16,5	0,423	9,83	19,5	5,31	1010,7
No-till N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀	541,0	160,8	105,9	18,7	79,0	94,4	16,7	13,0	0,525	10,5	24,5	8,34	1079,0
Дискування, без добрив	608,1	226,6	86,1	26,7	150,8	69,3	14,4	18,1	0,430	15,2	18,9	11,4	1250,7
Дискування, N ₃₀ P ₃₀ K ₆₅	666,2	233,4	139,3	36,0	152,5	81,6	25,7	20,8	0,824	17,5	20,5	10,9	1421,6
Дискування, N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀	635,2	181,3	71,6	40,7	192,4	86,5	6,60	19,8	0,535	18,0	23,6	12,5	1315,5
Оранка, без добрив	389,4	131,9	92,8	96,0	88,9	90,2	12,3	12,1	0,250	15,8	15,8	7,74	959,1
Оранка, N ₃₀ P ₃₀ K ₆₅	322,8	142,2	61,3	22,0	98,0	51,2	10,4	13,1	0,356	13,1	14,5	13,1	783,4
Оранка, N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀	300,6	92,0	14,4	25,3	46,4	63,2	4,21	8,77	0,239	10,5	7,37	5,62	648,6
НІР ₀₅	12,1	10,2	3,00	3,55	8,74	2,12	3,15	1,88	0,05	0,98	4,55	0,30	

загальною кількістю високочисливих зв'язків за варіантом (0,634).

Кількість КУО педотрофів корелює із чисельністю целюлозоруйнівних (0,545), автохтонних мікроорганізмів (0,353), актиноміцетів (0,886), мікроміцетів (0,422), мобілізаторів мінеральних фосфатів (0,657), загальною чисельністю мікроорганізмів (0,808); ВФК педотрофів (0,539), целюлозоруйнівних (0,476), мікроміцетів (-0,565), актиноміцетів (0,654), полісахаридсинтезувальних бактерій (-0,882); індексом педотрофності (0,964), коефіцієнтом мінералізації азоту (0,336), активністю мінералізації гумусу (-0,608), СБА (0,389), масою стебла тест-рослин (-0,482); кількістю прямих середньозначимих зв'язків між складовими мікробного ценозу (0,472), кількістю обернених середньозначимих зв'язків (-0,524), кількістю прямих високочисливих зв'язків (0,482).

Кількість целюлозоруйнівних бактерій корелює із чисельністю актиноміцетів (0,573), мікроміцетів (0,500), меланінсинтезувальних мікроміцетів (0,403),

кислотоутворювальних бактерій (0,405), мобілізаторів мінеральних фосфатів (0,778), загальною чисельністю мікроорганізмів (0,801); ВФК амоніфікаторів (0,457), олігонітрофілів (0,637), азотобактера (0,648), педотрофів (0,735), автохтонних (0,466), целюлозоруйнівних (0,732), полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів (-0,633), актиноміцетів (0,359), індексом педотрофності (0,355), коефіцієнтом мінералізації азоту (0,838), активністю мінералізації гумусу (-0,351), СБА (0,558), масою коріння тест-рослин (0,438); кількістю обернених середньозначимих зв'язків між компонентами мікробіоценозу (0,846), кількістю обернених високочисливих зв'язків (-0,646), загальною кількістю високочисливих зв'язків (-0,432).

Чисельність полісахаридсинтезувальних бактерій корелює із чисельністю мікроміцетів (0,706), меланінсинтезувальних мікроміцетів (0,417), загальною чисельністю мікроорганізмів (0,351); ВФК амоніфікаторів (0,847), олігонітрофілів (0,449),

кислотоутворювальних (-0,345), целюлозоруйнівних бактерій (0,473), мікрومیцетів (0,645), актиноміцетів (-0,559); індексом педотрофності (-0,352), коефіцієнтом оліготрофності (0,778), коефіцієнтом мінералізації сполук азоту (0,524), СБА (0,734); кількістю прямих середньозначимих зв'язків між складовими мікробного ценозу (0,380), загальною кількістю середньозначимих зв'язків (0,391), кількістю обернених високозначимих зв'язків (0,474), загальною кількістю зв'язків за варіантом (0,675).

Кількість автохтонних мікроорганізмів корелює із чисельністю кислотоутворювальних мікроорганізмів (-0,459), мобілізаторів мінеральних фосфатів (0,737), ВФК кислотоутворювальних мікроорганізмів (-0,432), педотрофів (0,801), мікрومیцетів (-0,503), целюлозоруйнівних (0,669) та полісахаридсинтезувальних бактерій (-0,503), індексом педотрофності (0,330), коефіцієнтом оліготрофності (-0,545), активністю мінералізації гумусу (0,521);

Чисельність актиноміцетів має кореляційні зв'язки із чисельністю мікрومیцетів (0,702), кислотоутворювальних мікроорганізмів (0,434), мобілізаторів мінеральних фосфатів (0,432), загальною чисельністю мікроорганізмів (0,892); ВФК іммобілізаторів мінерального азоту (-0,334), педотрофів (0,412), актиноміцетів (0,505), целюлозоруйнівних (0,496) та полісахаридсинтезувальних (-0,735) мікроорганізмів, індексом педотрофності (0,798), коефіцієнтом мінералізації азоту (0,477), активністю мінералізації гумусу (-0,791); СБА (0,628), масою стебел тест-рослин (-0,586); кількістю прямих середньозначимих зв'язків між складовими мікробного угруповання (0,601), загальною кількістю середньозначимих зв'язків (0,474), кількістю обернених високозначимих зв'язків (-0,561), кількістю прямих високозначимих зв'язків (0,615), загальною кількістю зв'язків за варіантом (0,550).

Дані, що отримані за вирощування соняшника на чорноземі типовому, збігаються із тими, що отримані під час дослідження мікробіоценозів ризосфери пшениці ярої: чисельність меланінсинтезувальних мікрومیцетів істотно корелює із багатьма показниками [8]. Зокрема, прямий характер залежності був встановлений із чисельністю мобілізаторів мінеральних фосфатів, кислотоутворювальних мікроорганізмів, ВФК амоніфікаторів, олігонітрофілів, полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів, індексом педотрофності, фітотоксичністю ґрунту.

Кількість кислотоутворювальних мікроорганізмів корелює із загальною чисельністю мікроорганізмів (0,438), ВФК іммобілізаторів мінерального азоту (-0,571), кислотоутворювальних (0,755), автохтонних (0,534) бактерій, мікрومیцетів (0,426), актиноміцетів (0,342); коефіцієнтом оліготрофності (0,372), активністю мінералізації гумусу (-0,655), СБА (0,356), масою стебел тест-рослин. Чисельність мікроорганізмів іншої групи, що покращує мінеральне живлення рослин – мобілізаторів мінеральних фосфатів – корелює із загальною чисельністю мікроорганізмів (0,708), ВФК амоніфікаторів (0,339), азотобактера (0,375), педотрофів (0,937), автохтонних (0,458), целюлозоруйнівних (0,801), полісахаридсинтезувальних (-0,752) мікроорганізмів; індексом педотрофності (0,520), коефіцієнтом оліготрофності (-0,508), коефіцієнтом мінералізації сполук азоту (0,534), СБА (0,431); т-рослин (-0,538), коріння (-0,529), загальною масою тест-рослин (-0,580).

Загальна чисельність мікроорганізмів корелює із чисельністю амоніфікаторів (0,999), іммобілізаторів мінерального азоту (0,891), олігонітрофілів (0,542), педотрофів (0,808), целюлозоруйнівних (0,801), полісахаридсинтезувальних (0,351), кислотоутворювальних (0,438) бактерій, актиноміцетів (0,892), мікрومیцетів (0,815), мобілізаторів мінеральних фосфатів (0,708); ВФК амоніфікаторів (0,490), педотрофів (0,735), целюлозоруйнівних (0,801), полісахаридсинтезувальних (-0,752) бактерій; індексом педотрофності (0,627), коефіцієнтом іммобілізації сполук азоту (0,651), активністю мінералізації гумусу (-0,529), СБА (0,822), масою стебел тест-рослин (-0,566), коріння (-0,529), загальною масою тест-рослин (-0,580); кількістю обернених середньозначимих зв'язків (0,505), кількістю прямих середньозначимих зв'язків (0,688), загальною кількістю середньозначимих зв'язків (0,622), кількістю обернених високозначимих зв'язків (-0,737), кількістю прямих високозначимих зв'язків (0,412), загальною кількістю зв'язків за варіантом (0,511).

Індекс педотрофності має кореляційні зв'язки із чисельністю амоніфікаторів (0,652), іммобілізаторів мінерального азоту (0,423), азотобактера (0,384), нітрифікаторів (-0,681), педотрофів (0,964), целюлозоруйнівних (0,355) бактерій, актиноміцетів (0,892), мобілізаторів мінеральних фосфатів (0,520), загальною чисельністю (0,627); ВФК олігонітрофілів (-0,377), педотрофів (0,362), мікрومیцетів (-0,728), актиноміцетів (0,744), полісахаридсинтезувальних бактерій (-0,847); коефіцієнтом оліготрофності (-0,424),

активністю мінералізації гумусу (-0,599), масою стебла тест-рослин (-0,382); кількістю обернених високозначимих зв'язків (-0,337), кількістю прямих високозначимих зв'язків (0,438).

Коефіцієнт оліготрофності корелює із чисельністю олігонітрофілів (0,861), азотобактера (0,501), нітрифікаторів (0,551), полісахаридсинтезувальних (0,778), автохтонних (-0,545), кислотоутворювальних (0,372) бактерій, мікроміцетів (0,628), мобілізаторів мінеральних фосфатів (-0,508), загальною чисельністю мікроорганізмів (0,627); ВФК амоніфікаторів (0,427), іммобілізаторів мінерального азоту (-0,412), мікроміцетів (0,782), актиноміцетів (-0,499), полісахаридсинтезувальних (0,520); індексом педотрофності (-0,424), СБА (0,533), масою стебел тест-рослин (-0,464), загальною масою тест-рослин (-0,377); кількістю прямих середньозначимих зв'язків (0,485), загальною кількістю середньозначимих зв'язків (0,557), загальною кількістю зв'язків за варіантом (0,669).

Коефіцієнт мінералізації-іммобілізації сполук азоту корелює із чисельністю амоніфікаторів (0,641), іммобілізаторів мінерального азоту (0,724), олігонітрофілів (0,450), педотрофів (0,336), целюлозоруйнівних (0,838), полісахаридсинтезувальних бактерій (0,524), актиноміцетів (0,477), мікроміцетів (0,432), мобілізаторів мінеральних фосфатів (0,534), загальною чисельністю мікроорганізмів (0,651); ВФК амоніфікаторів (0,648), іммобілізаторів мінерального азоту (0,552), олігонітрофілів (0,703), азотобактера (0,784), педотрофів (0,627), кислотоутворювальних (-0,655), целюлозоруйнівних (0,725) та полісахаридсинтезувальних (-0,618) бактерій; СБА (0,526), масою коріння тест-рослин (0,797), загальною масою тест-рослин (0,583); кількістю обернених середньозначимих зв'язків (0,637), кількістю прямих високозначимих зв'язків (0,395).

Активність мінералізації гумусу корелює із чисельністю амоніфікаторів (-0,544), іммобілізаторів мінерального азоту (-0,399), олігонітрофілів (-0,437), азотобактера (0,444), педотрофів (-0,608), автохтонних (0,521), актиноміцетів (-0,791), мікроміцетів (-0,418), целюлозоруйнівних (-0,351) та кислотоутворювальних (-0,655) бактерій, загальною чисельністю мікроорганізмів (-0,529); ВФК іммобілізаторів мінерального азоту (0,393), актиноміцетів (-0,700), кислотоутворювальних (-0,418) та полісахаридсинтезувальних (0,389) бактерій; індексом педотрофності (0,599), масою стебел тест-рослин (0,377); кількістю обернених середньозначимих

зв'язків (-0,342), кількістю обернених високозначимих зв'язків (0,432), кількістю прямих високозначимих зв'язків (-0,370).

Сумарна біологічна активність має кореляційні зв'язки із чисельністю амоніфікаторів (0,799), іммобілізаторів мінерального азоту (0,729), олігонітрофілів (0,813), педотрофів (0,389), актиноміцетів (0,628), мікроміцетів (0,973), целюлозоруйнівних (0,558), кислотоутворювальних (0,356) та полісахаридсинтезувальних (0,734) бактерій, мобілізаторів мінеральних фосфатів (0,431), загальною чисельністю мікроорганізмів (0,822); ВФК амоніфікаторів (0,806), педотрофів (0,624), целюлозоруйнівних (0,806) бактерій, мікроміцетів (0,381); коефіцієнтом оліготрофності (0,533), мінералізації сполук азоту (0,526), масою стебел тест-рослин (-0,673); кількістю обернених середньозначимих зв'язків між компонентами мікробіоценозу (0,408), кількістю прямих середньозначимих зв'язків (0,832), загальною кількістю середньозначимих зв'язків (0,810), кількістю обернених високозначимих зв'язків (-0,656), кількістю прямих високозначимих зв'язків (-0,375), загальною кількістю зв'язків за варіантом (0,778). Звертає на себе увагу факт того, що активність мінералізації гумусу із чисельністю мікроорганізмів всіх досліджених груп, і у тому числі з загальною чисельністю, має обернені зв'язки, а сумарна біологічна активність – навпаки – прямі.

Висновки

1. Чисельність азотобактера корелює із чисельністю денітрифікаторів, педотрофів, автохтонних бактерій, кислотоутворювальних бактерій, мобілізаторів мінеральних фосфатів, загальною чисельністю мікроорганізмів, ВФК олігонітрофілів, педотрофів, мікроміцетів, целюлозоруйнівних та полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів; індексом педотрофності, коефіцієнтом оліготрофності, активністю мінералізації гумусу; із кількістю прямих середньозначимих зв'язків між компонентами мікробного угруповання.
2. Кількість педотрофів має кореляційні зв'язки із чисельністю целюлозоруйнівних, автохтонних мікроорганізмів, актиноміцетів, мікроміцетів, мобілізаторів мінеральних фосфатів, загальною чисельністю мікроорганізмів; ВФК педотрофів, целюлозоруйнівних бактерій, мікроміцетів, актиноміцетів, полісахаридсинтезувальних бактерій; індексом педотрофності, коефіцієнтом мінералізації азоту, активністю

мінералізації гумусу, СБА, масою стебла тест-рослин; кількістю прямих середньозначимих зв'язків між складовими мікробного ценозу, кількістю обернених середньозначимих зв'язків, кількістю прямих високозначимих зв'язків.

3. Загальна чисельність мікроорганізмів корелює із чисельністю амоніфікаторів (0,999), іммобілізаторів мінерального азоту (0,891), олігонітрофілів (0,542), меланінсинтезувальних бактерій (0,723), педотрофів (0,808), целюлозоруйнівних (0,801), полісахаридсинтезувальних (0,351), кислотоутворювальних (0,438) бактерій, актиноміцетів (0,892), мікроміцетів (0,815), меланінсинтезувальних мікроміцетів (0,495), мобілізаторів мінеральних фосфатів

(0,708); ВФК амоніфікаторів (0,490), педотрофів (0,735), целюлозоруйнівних (0,801), полісахаридсинтезувальних (-0,752) бактерій; індексом педотрофності (0,627), коефіцієнтом іммобілізації сполук азоту (0,651), активністю мінералізації гумусу (-0,529), СБА (0,822), масою стебел тест-рослин (-0,566), коріння (-0,529), загальною масою тест-рослин (-0,580); кількістю обернених середньозначимих зв'язків (0,505), кількістю прямих середньозначимих зв'язків (0,688), загальною кількістю середньозначимих зв'язків (0,622), кількістю обернених високозначимих зв'язків (-0,737), кількістю прямих високозначимих зв'язків (0,412), загальною кількістю зв'язків за варіантом (0,511).

ЛІТЕРАТУРА

1. Bahram, M., Hildebrand, F., Forslund, S.K. et al. Structure and function of the global topsoil microbiome. *Nature*. 2018. 560. P. 233–237. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0386-6>.
2. Anthony, M.A., Crowther, T.W., Maynard, D.S., van den Hoogen, J. & Averill, C. Distinct assembly processes and microbial communities constrain soil organic carbon formation. *One Earth*. 2020. 2. P. 349–360.
3. Banerjee, S., Schlaeppli, K. & van der Heijden, M.G.A. Keystone taxa as drivers of microbiome structure and functioning. *Nat. Rev. Microbiol.* 2018. 16. P. 567–576.
4. Gupta, R.K. Soil Microbiology. In: W. Chesworth (eds.). *Encyclopedia of Soil Science*. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, 2008, Dordrecht. Doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-3995-9_544.
5. Singh, S., Singh, V. and Pal K. Importance of microorganisms in agriculture. Retrieved. 2019. 7.
6. Hermans, S.M., Buckley, H.L., Case, B.S., Curran-Courmane, F., Taylor, M., Lear, G. Bacteria as Emerging Indicators of Soil Condition. *Appl Environ Microbiol.* 2016. 83(1). doi:10.1128/AEM.02826-16.
7. Chitra Jayapalan. Soil Protozoa, a Microbial Indicator of Soil Health: A Review. *Adv Biotech and Micro.* 2017. 6(5).
8. Малиновська І.М., Ткаченко М.А. Формування зв'язків між мікроорганізмами окремих груп сірого лісового ґрунту під впливом мінерального удобрення і вапнування. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2021. Вип 2. С. 24–33. doi: 10.54651/agri.2021.02.03.
9. Малиновська І.М., Ткаченко М.А., Кондратюк І.М. Зв'язки між чисельністю мікроорганізмів і показниками потенційної та ефективної родючості сірого лісового ґрунту за вирощування люпину білого та пшениці озимої. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2022. Вип. 4 (6). С.19–30. doi: 10.54651/agri.2022.04.03.
10. Schinner, F., Öhlinger, R., Kandeler, E. and Margesin, R. *Methods in Soil Biology*, Berlin, 2012, Springer.
11. *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*. Editors Kassem Alef, Paolo Nannipieri. Elsevier: Academy Press. 2010. 425 p. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-513840-6.X5014-9>.
12. Paul, E.A. *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry*. 2015. 4th edn. Fort Collins: Elsevier Science. Doi:<https://doi.org/10.1016/C2011-0-05497-2>.
13. Malynovska, I., Tkachenko, M., Bulgakov, V., Ptashnik, M., Ivanovs, S. Study of Microbiological Processes in the Soil of a Two-Year Fallow. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. 24(2). P. 309–316. Doi: <https://doi.org/10.12911/22998993/156802>.
14. Ковалева И. Л., Федосова Л.В. *Метод корреляционных плеяд: учебное издание*. М.: БНТУ. 2014. 22 с.
15. Камінський В.Ф., Малиновська І.М. Кореляційні зв'язки між показниками стану мікробного ценозу і потенційної родючості чорнозему типового. *Bulletin of Agricultural Science*. 2023. Вип. 5. С. 5–12. Doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202305-01>.
16. Малиновська І.М. Спрямованість мікробіологічних процесів у темно-сірому опідзоленому ґрунті за різних технологій вирощування сої. *Проблеми екологічної біотехнології*. 2012. №1. URL: <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/767/744>.

REFERENCES

1. Bahram, M., Hildebrand, F., Forslund, S.K. et al. (2018). Structure and function of the global topsoil microbiome. *Nature*, 560, 233–237. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0386-6> [in English].
2. Anthony, M.A., Crowther, T.W., Maynard, D.S., van den Hoogen, J. & Averill, C. (2020). Distinct assembly processes and microbial communities constrain soil organic carbon formation. *One Earth*, 2, 349–360 [in English].
3. Banerjee, S., Schlaeppi, K. & van der Heijden, M.G.A. (2018). Keystone taxa as drivers of microbiome structure and functioning. *Nat. Rev. Microbiol.*, 16, 567–576 [in English].
4. Gupta, R.K. Soil Microbiology. In: W. Chesworth (eds.). *Encyclopedia of Soil Science*. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, 2008, Dordrecht. Doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-3995-9_544 [in English].
5. Singh, S., Singh, V. and Pal K. (2019). Importance of microorganisms in agriculture. Retrieved, 7 (2017) [in English].
6. Hermans, S.M., Buckley, H.L., Case, B.S., Curran-Cournane, F., Taylor, M., Lear, G. (2016) Bacteria as Emerging Indicators of Soil Condition, *Appl Environ Microbiol.* 83(1), doi:10.1128/AEM.02826-16 [in English].
7. Chitra Jayapalan. (2017) Soil Protozoa, a Microbial Indicator of Soil Health: A Review. *Adv Biotech and Micro.*, 6(5) [in English].
8. Malynovska I.M., Tkachenko M.A. (2021). Formuvannya zviazkiv mizh mikroorhanizmamy okremykh hrup siroho lisovoho gruntu pid vplyvom mineralnoho udobrennia i vapnuvannya. *Zemlerobstvo ta roslynnystvo: teoriia i praktyk*, 2(100), 24–33. doi: 10.54651/agri.2021.02.03 [in Ukrainian].
9. Malynovska I.M., Tkachenko M.A., Kondratiuk I.M. (2022). Zviazky mizh chyselnistiu mikroorhanizmiv i pokaznykamy potentsiinoi ta efektyvnoi rodiuchosti siroho lisovoho gruntu za vyroshchuvannya liupynu biloho ta pshenytsi ozymoi. *Zemlerobstvo ta roslynnystvo: teoriia i praktyka*, 4 (6), 19–30. doi: 10.54651/agri.2022.04.03 [in Ukrainian].
10. Schinner, F., Öhlinger, R., Kandeler, E. and Margesin, R. (2012). *Methods in Soil Biology*, Berlin, Springer [in English].
11. *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*. (2010). Editors Kassem Alef, Paolo Nannipieri. Elsevier: Academy Press. 425 p. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-513840-6.X5014-9> [in English].
12. Paul, E.A. (2015). *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry*. 4th edn. Fort Collins: Elsevier Science. Doi: <https://doi.org/10.1016/C2011-0-05497-2> [in English].
13. Malynovska, I., Tkachenko, M., Bulgakov, V., Ptashnik, M., Ivanovs, S. (2023) Study of Microbiological Processes in the Soil of a Two-Year Fallow. *Journal of Ecological Engineering*, 24(2), 309–316. Doi: <https://doi.org/10.12911/22998993/156802> [in English].
14. Kovaleva I. L., Fedosova L.V. (2014) *Metod korrelyacionnyh pleyad: uchebnoe izdanie*. Minsk: BNTU. P. 22 [in Belarus].
15. Kaminskyi V.F., Malynovska I.M. (2023) Koreliatsiini zviazky mizh pokaznykamy stanu mikrobnoho tsenozu i potentsiinoi rodiuchosti chornozemu typovoho. *Bulletin of Agricultural Science*, 5, 5–12. Doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202305-01> [in Ukrainian].
16. Malynovska I.M. (2012). Spriamovanist mikrobiolohichnykh protsesiv u temnosiromu opidzolenomu hrunti za riznykh tekhnolohii vyroshchuvannya soi *Problemy ekolohichnoi biotekhnolohii*. Kyiv, 1. URL: <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/767/744> [in Ukrainian].

Malynovska I.M., Buslayeva N.H.

Formation of relationships between groups of microorganisms of typical chernozem under different methods of basic tillage and mineral fertilisation

Aim. *The aim of the research was to study the patterns of formation of relationships between individual groups of microorganisms in the communities of typical chernozem under the use of no-till technology, shallow disc cultivation (10-12 cm), ploughing (25-27 cm) as the main soil tillage on the background of mineral fertilisation.* **Methods.** *Microbiological, laboratory and analytical, statistical. The study was conducted using soil samples from a stationary experiment on short rotation crop rotations, established in 2009 at the Panfilska Research Station of the NAAC Institute of Agriculture.* **Results.** *The number of ammonifiers for sunflower cultivation on typical black soil correlates with the number of mineral nitrogen immobilisers (0.885), oligonitrophiles (0.513), pedotrophs (0.827),*

*cellulose-degrading bacteria (0.807), actinomycetes (0.898), micromycetes (0.795), acid-forming microorganisms (0.450), mineral phosphate mobilisers (0.731), and total microorganisms (0.999); HFC of ammonifiers (0.456), pedotrophs (0.731), cellulose-degrading (0.786), polysaccharide-synthesising bacteria (-0.747); pedotrophicity index (0.652), nitrogen compounds mineralisation coefficient (0.641), humus mineralisation activity (-0.544), total biological activity (0.799), test plant stem weight (-0.560); the number of inverse average significant relationships between the components of the microbial community (0.508), the number of direct average significant relationships (0.676), the total number of average significant relationships (0.611), number of reverse highly significant linkages (-0.743), number of direct highly significant linkages (0.397), total number of highly significant linkages (-0.294), total number of linkages per variant (0.484). The number of polysaccharide-synthesising bacteria correlates with the number of micromycetes (0.706) and the total number of microorganisms (0.351); HFC of ammonifiers (0.847), oligonitrophils (0.449), acid-forming (-0.345), cellulose-degrading bacteria (0.473), micromycetes (0.645), actinomycetes (-0.559); pedotrophic index (-0.352), oligotrophic coefficient (0.778), nitrogen compounds mineralisation coefficient (0.524), total biological activity (0.734); the number of direct average significant connections between the components of microbial cenosis (0.380), the total number of average significant connections (0.391), the number of reverse highly significant connections (0.474), the total number of connections per variant (0.675). **Conclusions.** According to the results of the analysis of correlations between the components of microbial cenosis of typical chernozem, it was found that the closeness of the relationship varied from weak to very high.*

Key words: correlations, ammonifiers, pedotrophs, autochthonous, polysaccharide-synthesising microorganisms, typical chernozem.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Малиновська І.М., доктор сільськогосподарських наук, член-кореспондент НААН, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», e-mail: irina.malinovskaya.1960@ukr.net, ORCID: 0000-0001-5945-2042.

Malynovska I.M., doctor of agricultural sciences, corresponding member of NAAS, NSC «Institute of Agriculture of NAAS», e-mail: irina.malinovskaya.1960@ukr.net, ph. 380679296047, ORCID: 0000-0001-5945-2042.

Буслаєва Н.Г., кандидат с.-г. наук, с. н. с., старший науковий співробітник, ННЦ «Інститут землеробства НААН», e-mail: nataliyabuslaeva@ukr.net; ORCID: 0000-0003-4956-7801.

Buslayeva N.H., PhD in Agricultural Sciences, Senior Research Scientist, the National Scientific Center «Institute of Agriculture of the NAAS», e-mail: nataliyabuslaeva@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4956-7801.

Надійшла 19.06.2024

ВПЛИВ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ЦЕЛЮЛОЗОЛІТИЧНУ АКТИВНІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗА ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

С.М. Доля, М.В. Шевченко

Державний біотехнологічний університет (м. Харків, Україна)

Мета. Визначити вплив різних прийомів основного обробітку ґрунту під кукурудзу на діяльність целюлозолітичних мікроорганізмів. **Методи.** Польові, розрахункові, лабораторні, математично-статистичні. **Результати.** У статті наведено результати дослідження щодо впливу різних прийомів основного обробітку ґрунту на активність целюлозоруйнівних мікроорганізмів та умови їх життєдіяльності. Дослідження проведені у період 2021–2023 рр. в умовах навчально-науково-виробничого центру «Дослідне поле «Докучаєвське»» Державного біотехнологічного університету, який розташований у зоні Лівобережного Лісостепу України. Проаналізовано вплив погодно-кліматичних умов та досліджуваних обробіток ґрунту на формування врожайності зерна кукурудзи, враховуючи мінливість рівня зволоження цього регіону. В середньому за роки досліджень, глибокий обробіток ґрунту порівняно з мілким дискуванням позитивно впливав на діяльність целюлозолітичних мікроорганізмів. Так, оранка ПЛН-4-35 на 25–27 см за рахунок кращого розпушування ґрунту та створення сприятливих аеробних умов, дала змогу активізувати процес розкладання целюлози в орному шарі ґрунту на рівні 24 %, а це, своєю чергою, сприяло порівняно високому рівню врожайності кукурудзи – 6,70 т/га. Варто зауважити, що на варіанті з чизельним обробітком ПЧ-2,5 на 33–35 см було накопичено найбільше вологи – 855 м³/га. Також виявлено тенденцію до збільшення запасів вологи у варіантах з безпліцевим ПРН-31000 на 33–35 см та дисковим мілким БДМ-2,5 на 10–12 см обробітками порівняно з оранкою. Відбулося незначне підвищення щільності складення орного шару ґрунту після застосування чизельного та дискового обробітків. **Висновки.** Активна діяльність мікробіому та сприятливі умови ґрунтового середовища сприяє підвищенню стійкості рослин до абіотичних і біотичних стресових факторів. Тому серед способів основного обробітку ґрунту необхідно надавати перевагу оранці ПЛН-4-35 на глибину 25–27 см та безпліцевому обробітку ґрунту ПРН-31000 на 33–35 см, які покращують водно-фізичні та агрофізичні властивості ґрунту.

Ключові слова: целюлозоруйнівні мікроорганізми, оранка, просапні культури, врожайність, водно-фізичні показники, щільність складення ґрунту, стресостійкість рослин.

Вступ. Ґрунтові мікроорганізми – важливий чинник у збереженні, відновленні та екологічній стійкості агрофітоценозів [1; 2]. Науковці досліджують ґрунтову мікробіоту як біологічний каталізатор для підвищення абіотичної та біотичної стресостійкості сільськогосподарських культур. Мікроорганізми потенційно підвищують протидію деградаційним процесам і забезпечують сталу продуктивність агрофітоценозів в умовах глобальних змін клімату [3] й антропогенної діяльності [4; 5]. Завдяки інтенсивності життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів у сільськогосподарських угіддях можна виявити прояв ґрунтового стресу на ранньому етапі [6; 7].

Використання ґрунтового мікробіому є одним із перспективних методів збереження сталої продуктивності агрофітоценозу від наслідків впливу абіотичних стресових факторів навколишнього середовища: посухи, підвищення температури, засолення та забруднення навколишнього середовища [8].

Сільськогосподарське використання ґрунтів порушує природні процеси в агрофітоценозах, зокрема, впливає на мікробіологічні процеси, а це, своєю чергою, призводить до зниження рівня родючості ґрунту, що включає прискорену втрату біорізноманіття [5], забруднення [9] та глобальну зміну клімату [10]. З огляду на масштаби деградації агроландшафтів та

пов'язані з цим витрати на реорганізаційні заходи, зростає необхідність досліджувати питання раціонального використання мікробіому ґрунту для стійкості агрофітоценозів на фоні впливу агротехнологічних прийомів [11; 12].

Родючість ґрунту, насамперед, залежить від агрофізичних, водно-фізичних, біохімічних і мікробіологічних властивостей ґрунту. Дослідження вітчизняних і закордонних науковців спрямовані на те, щоб встановити як антропогенна діяльність у посівах сільськогосподарських культур впливає на агрофізичні властивості ґрунту та активність ґрунтових мікробних спільнот [13; 14]. У публікаціях низки вчених наводяться результати впливу систем удобрення, способів обробітку ґрунту, сівозмін, вологості, температури, щільності складення ґрунту тощо на його біологічну активність [15–18]. Однак, I. V. Agomoh та ін. [19] наголошують, що кількісний склад і співвідношення окремих представників у мікробному ценозі ґрунту значною мірою залежить від способів обробітку ґрунту.

Обробіток ґрунту є важливою сільськогосподарською практикою, яка забезпечує розпушування ґрунту, боротьбу з бур'янами, зниження чисельності фітопатогенів, розподіл рослинних решток по орному шарі ґрунту тощо [20]. До того ж агротехнологічні прийоми можуть призводити до збільшення викидів парникових газів, руйнування структури ґрунту та ін., що спричинить зниження родючості ґрунту [18; 21; 22]. Залежно від проведеної технології наслідки можуть істотно відрізнятися як по окремих шарах ґрунту, так і в орному шарі загалом [23; 24]. Застосування недосконалої технології вирощування сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи, негативно позначається на біологічній активності ґрунту [25]. Так, за даними I. Chahal та ін. [26], мінімізація обробітку ґрунту може призводити як до активації мікрофлори ґрунту, так і до її зниження. Наразі більшу увагу приділяють двом способам основного обробітку ґрунту – з обертанням і без обертання оброблюваного шару, які мають різний вплив на зміну його стану.

Наведені наслідки відбуваються під впливом зміни мікроклімату ґрунту, яку спричиняють проведені агротехнологічні прийоми. У дослідженнях S. M. Zuber та ін. [27] вказано, що обробіток ґрунту впливає на мікроклімат ґрунту за рахунок зміни швидкості розкладання післяжнивних решток на дрібніші частинки, підвищенню аерації та

температури ґрунту, і, навпаки, зниженню його вологості. Наприклад, за деякими даними, проведення оранки створює прохолодний вологий мікроклімат на поверхні ґрунту, тоді як чизельний обробіток ґрунту підвищує температуру поверхні ґрунту. Вчені також з'ясували, що проведення оранки значно зменшує вміст вуглецю та азоту в мікробній біомасі ґрунту порівняно з чизельним обробітком. I. Shuvar та ін. [28] також встановили взаємозв'язок між кількісними характеристиками мікробного угруповання ґрунтового агроценозу, її біологічною активністю та способами обробітку ґрунту. Було з'ясовано, що оранка ПЯ-4-40 створює найбільш сприятливе середовище для розвитку мікроорганізмів, ніж чизельний обробіток ПЛН-4-35 [28].

Мета дослідження. Визначити вплив різних прийомів основного обробітку ґрунту на целюлозолітичну активність ґрунту для оптимізації умов розвитку і підвищення стресостійкості рослин кукурудзи.

Матеріали та методи досліджень. Упродовж 2021–2023 рр. було проведено дослідження щодо впливу різних прийомів основного обробітку ґрунту на врожайність кукурудзи та деякі показники родючості чорнозему типового. Дослідження проводились на базі навчально-науково-виробничого центру (ННВЦ) «Дослідне поле «Докучаєвське»» Державного біотехнологічного університету. Ґрунтовий покриття дослідного поля – чорнозем типовий важкосуглинковий на лесовидному суглинку, целюлозолітична активність якого може досягати 70–80 % [29]. У шарі ґрунту 0–30 см міститься 4,9–5,1 % гумусу, 81 мг/кг ґрунту легкогідролізного азоту (за Корнфілдом), рухомих форм фосфору й обмінного калію (за Чириковим) – 100 і 200 мг/кг ґрунту. Вміст обмінних катіонів кальцію складає 37,8 %, магнію – 6,6 %, натрію – 0,49 % та калію – 0,5 %. Реакція ґрунту: рН_{вод.} – 7,0, рН_{сол.} – 5,2–5,6. Ґрунтові води залягають на глибині близько 18 м [30].

Для досліду було використано середньоранній гібрид кукурудзи – ДБ Хотин (ФАО 280), створений ДУ Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України. Цей гібрид був занесений до Реєстру сортів України у 2013 р. і рекомендований для вирощування у всіх ґрунтово-кліматичних зонах.

Дослідження проведено у третьому полі п'ятипольної сівозміни з таким чергуванням культур:

1. Чорний пар.
2. Пшениця озима.
3. Сафлор, кукурудза.

4. Жито озиме.
5. Соняшник.

Технологія вирощування кукурудзи не відзначалась за варіантами досліду, за винятком основного обробітку.

Дослід включав такі варіанти прийомів основного обробітку ґрунту:

1. Оранка ПЛН-4-35 на 25-27 см (контроль).
2. Чизельний локальний обробіток ПЧ-2,5 на 33-35 см.
3. Безполицевий обробіток ПРН-31000 на 33-35 см.
4. Дискування БДМ-2,5 на 10-12 см.

Повторність досліду – триразова, розміщення варіантів – послідовне. Розмір посівної ділянки – 150 м², облікової – 50 м².

Дослідження з визначення целюлозолітичної активності ґрунту проводилися методом Мішустіна, Вострова і Петрової, що базується на інтенсивності розкладу лляного полотна. Інтенсивність діяльності відповідних мікроорганізмів було визначено за кількістю втраченого полотна від початкової маси. Для визначення целюлозної активності використовували формулу (у відсотках):

$$\frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100, \quad (1)$$

де m_1 – початкова маса, m_2 – маса тканини, що залишилася. Для оцінки целюлозолітичної активності ґрунту використовували шкалу: 10 % – дуже слабка, 10-30 % – слабка, 30-50 % – середня, 50-80 % – сильна, понад 80 % – дуже сильна.

Вологість ґрунту визначали гравіметричним методом через кожні 10 см [31, 32], щільність складення у шарі 0-30 см – методом ріжучих циліндрів за Н. А. Качинським [33].

За даними метеопункту с-ща Докучаєвське погодні умови 2021 р. були мало сприятливими для вирощування кукурудзи. Незначна кількість опадів у березні (23,5 мм) частково компенсувалася у квітні-червні (177,1 мм). Однак, недостатня її кількість у другій половині літа значно погіршувала умови росту у період цвітіння і формування врожаю зерна. У 2022 р. температурний режим виявився більш сприятливим і відрізнявся від тенденцій останніх років. У вересні випала підвищена кількість опадів – 79 мм, що майже удвічі більше від багаторічних показників. У червні 2023 р. були зафіксовані найвищі амплітуди відхилення температури повітря від середніх показників за багаторічний період – +4,3°C, а також випала

найбільша кількість опадів – 104,5 мм. Відхилення від середньої багаторічної норми були найбільшими у квітні – перевищення норми на 33,4 мм та у серпні зменшення норми на 23,4 мм.

Для оцінки атмосферних опадів і температури повітря за вегетаційний період кукурудзи було використано гідротермічний коефіцієнт Г.Т. Селянінова (ГТК): ГТК < 0,5 – різка нестача опадів, сильна посуха; ГТК = 0,6-0,7 – недостатнє зволоження (дуже посушливо); 0,8-0,9 – посушливо (посуха не інтенсивна); 1,0-1,2 – недостатня вологість; 1,3-1,6 – помірна вологість; ГТК > 1,7 – надмірна вологість.

Статистичну обробку даних виконували з використанням функції CORREL, яка входить до пакету аналізу даних у програмі MS Office Excel 2017.

Результати та їх обговорення. Проведені дослідження дали змогу встановити, що на фоні проведених обробітків ґрунту целюлозолітична активність чорнозему типового залежала від твердості та щільності складення. Так, рівень кореляції сягав -0,94 і -0,89 відповідно. Щільність складення 0-30 см шару ґрунту після збирання кукурудзи коливалася від 1,18 г/см³ до 1,24 г/см³, з найменшим значенням на контрольному варіанті (табл. 1).

Виявлено незначне ущільнення орного шару ґрунту після проведення чизельного ПЧ-2,5 на 33-35 см та дискового БДМ-2,5 на 10-12 см обробітків. Різниця на цих варіантах порівняно з оранкою становила 0,05 і 0,06 г/см³. Отримані результати зівставні із даними Р. А. Vozhegova та ін. [34], в яких вказано, що при оранці на глибину 28-30 см показники щільності складення ґрунту нижчі, ніж у системі мілкого дискового обробітку на глибину 12-14 см. І. М. Гаро та В. В. Гамаюнова [35] стверджують, що тривале застосування безполицевого обробітку і, особливо, дискування сприяє диференціації орного шару за щільністю. Як правило, ці показники в шарі ґрунту 0-10 см зменшуються, а у шарах 10-20 і 20-30 см порівняно з оранкою збільшуються.

Твердість у шарі ґрунту 0-30 см знаходилася у межах 17,4-20,7 кг/см². Максимальне підвищення цього показника відбулося після дискування БДМ-2,5 на глибину 10-12 см, де він перевищував контроль на 3,3 кг/см². На інших варіантах досліду наявності щільного прошарку в орному шарі не відмічалось, але після глибокого безполицевого обробітку зафіксовано стале підвищення твердості ґрунту порівняно з оранкою.

Таблиця 1. Агрофізичні та водно-фізичні показники родючості орного шару ґрунту залежно від прийомів основного обробітку, 2021-2023 рр.

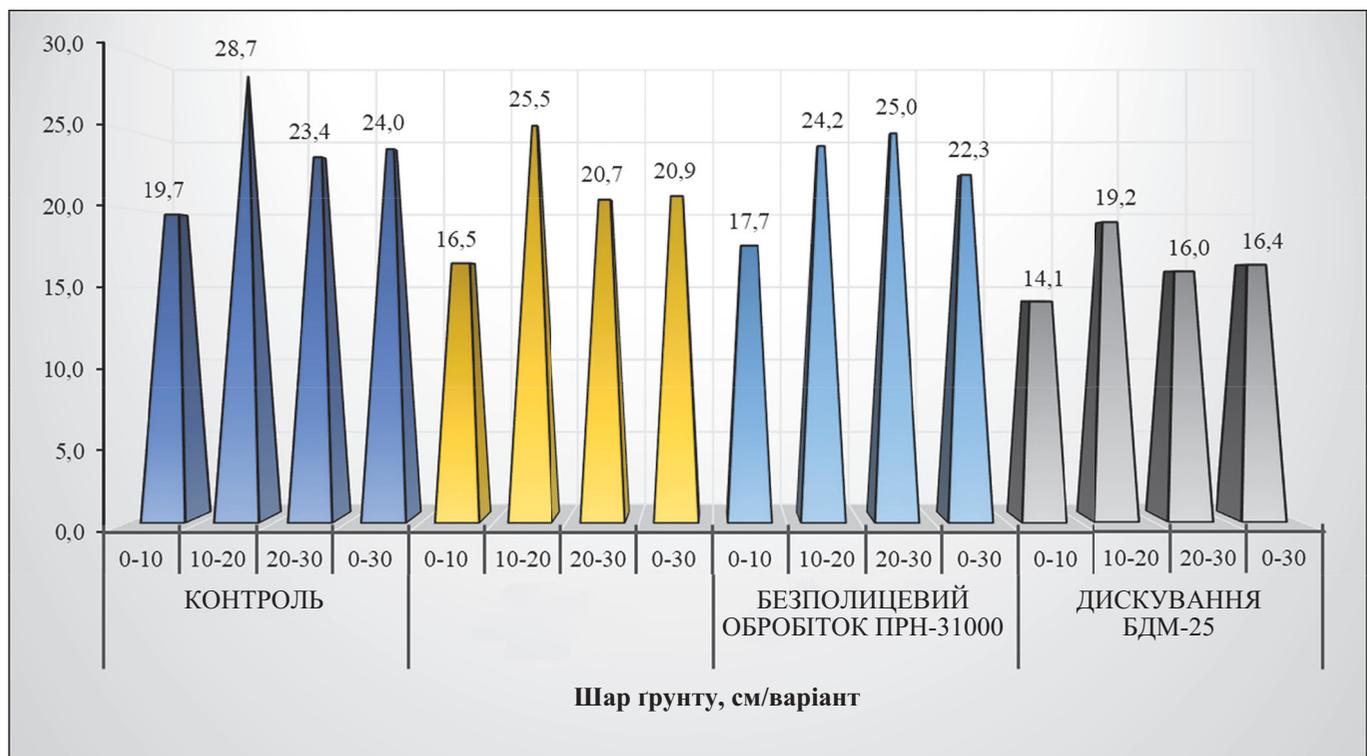
Варіанти обробітку ґрунту	Щільність, г/см ³	Твердість, кг/см ²	Запаси доступної вологи, м ³ /га
Оранка ПЛН-4-35 на 25–27 см (контроль)	1,18	17,4	334
Чизельний локальний обробіток ПЧ-2,5 на 33–35 см	1,23	19,7	346
Безполицевий обробіток ПРН-31000 на 33–35 см	1,21	18,6	346
Дискування БДМ-2,5 на 10–12 см	1,24	20,7	332

Децю меншою мірою на активність мікробіому мала вплив вологість ґрунту, при цьому рівень кореляції сягав 0,35. Дослідження вказують, що незначну перевагу над оранкою мали чизельний та безполицевий обробітки. На цих варіантах в орному шарі ґрунту 0–30 см запаси доступної вологи були більшими порівняно з контролем на 12 м³/га. Проведення оранки та дискування на глибину 10–12 см забезпечили накопичення вологи майже на одному рівні. Однак, дослідженнями Р. А. Vozhehova та ін. [36], встановлено перевагу дискування на глибину 8–10 см над оранкою з отриманих значень вологості ґрунту.

Мікроорганізми у ґрунті постійно зазнають впливу від абіотичних та біотичних стресових факторів, зокрема від антропогенного навантаження. Результати досліджень свідчать, що спосіб та глибина основного обробітку ґрунту у посівах кукурудзи впливали на діяльність целюлозоруйнівних

мікроорганізмів в орному шарі (0–30 см) чорнозему типового (рисунок).

Найвищу інтенсивність розкладу целюлози в шарі ґрунту 0–30 см забезпечив варіант з оранкою ПЛН-4-35 на глибину 25–27 см (контроль) – 24,0 %, а найнижчу – мілке дискування БДМ-2,5 на 10–12 см – 16,4 %. Чизельний та безполицевий обробітки майже на рівні з оранкою стимулювали діяльність мікроорганізмів. Така розбіжність між варіантами обумовлена тим, що оранка забезпечувала кращі водно-фізичні та агрофізичні показники ґрунту, а обертання пласта дало змогу рівномірно розподілити збагачені азотом рослинні рештки по всьому оброблюваному шарі, які необхідні для життєдіяльності мікроорганізмів. Оранка, як основний обробіток, за рахунок створення аеробних умов, значно активізувала процес розкладання целюлози, на відміну від інших способів.

*Целюлолітична активність мікроорганізмів в орному шарі ґрунту, % від початкової маси полотна, 2021–2023 рр.*

По всіх варіантах у шарі ґрунту 0–10 см встановлено низьку активність целюлозоруйнівних мікроорганізмів порівняно з нижніми шарами. Це відбулося за рахунок недостатньої зволоженості та підвищеної температури верхнього шару ($r = 0,51$). Проведення оранки на глибину 25–27 см сприяло вищому ступеню розкладання лляного полотна – 19,7 % за рахунок оптимальної щільності складення та кількості вологи на цьому варіанті. Проведення мілкового обробітку БДМ-2,5 на 10–12 см призвело до зниження інтенсивності розкладання целюлози до 14,1 %. При безполицевому обробітку ПРН-31000 та чизельному локальному ПЧ-2,5 на глибину 33–35 см значення цього показника знизилося від контролю на 2,0 і 3,2 %. Істотне збільшення целюлозолітичної активності ґрунту відбулося у шарі 10–20 см. Зокрема, на варіанті з оранкою зафіксовано найвищу трансформацію целюлози – 28,7 %. Значення отримані по чизелю та безполицевому обробітку мали незначне зниження порівняно з контролем на 3,3 і 4,6 %. Варто відмітити значну перевагу оранки над дискуванням БДМ-2,5. Проведення мілкового обробітку на глибину 10–12 см погіршувало умови життєдіяльності целюлозоруйнівних мікроорганізмів, про що свідчить низький відсоток розкладеного полотна – 19,2 %. Подібна тенденція зберігалася і у нижньому шарі ґрунту 20–30 см. Погіршення агрофізичних властивостей та аеробних умов у нижній частині орного шару ґрунту 20–30 см спричинило пригнічення діяльності целюлозоруйнівних мікроорганізмів.

За тривалого проведення оранки ПЛН-4-35 на глибину 25–27 см та безполицевого обробітку ПРН-31000 на 33–35 см спостерігалось підвищення целюлозоруйнної дії порівняно з іншими варіантами. Підсилення мікробіологічних процесів на цих досліджуваних ділянках пояснюється кращою аерацією ґрунту, а послаблення розкладання тканини за дискового та чизельного обробітків – ущільненою будовою орного шару і локалізацією в обмеженому

середовищі великої кількості післяжнивних решток. В.В. Гангур та В.М. Сахацька [37] у своїх дослідженнях зазначали, що застосування оранки на глибину 20–22 см підвищує активність ґрунтової мікробіоти у шарі 20–30 см. Водночас, на глибині 10–20 см показники цього самого варіанта порівняно із мілками обробітками були найнижчими. Дослідженнями Л.М. Красюк [38] також встановлено перевагу оранки над іншими обробітками ґрунту. У її дослідженнях плоскорізний обробіток порівняно з оранкою призводив до зниження діяльності целюлозолітичних мікроорганізмів у шарі ґрунту 0–30 см. Також зазначено, що обробіток без обертання ґрунту створює кращі умови для їх життєдіяльності у шарі 0–10 см, а оранка у шарі 10–20 см.

Загалом, кукурудза має значну кількість рослинних залишків, які створюють гарне поживне середовище, забезпечує достатню зволоженість верхнього шару ґрунту [39] та зменшує ризики прояву ерозії [40]. Своєю чергою, мікробіота, що утворює біогенні елементи, забезпечує кукурудзу достатньою кількістю гумінових і поживних речовин і високу врожайність культури. Варто зазначити, що прийоми традиційного обробітку ґрунту можуть підвищувати врожайність кукурудзи майже на 0,6 т/га [41].

У наших дослідженнях, умови вегетації кукурудзи значною мірою залежать не лише від прийомів основного обробітку ґрунту, але й від метеорологічних показників у роки досліджень. У липні–серпні 2021 р. температура повітря була вищою за середні багаторічні дані на 5,0–5,1 °С, а кількість опадів нижчою на 51,5 і 44,2 мм. Незважаючи на це було отримано досить високий урожай зерна кукурудзи по всіх варіантах обробітку ґрунту – 6,51–6,92 т/га (табл. 2). Після проведення обробітку ПРН-31000 врожайність була нижчою порівняно з оранкою на 0,25 т/га. Найбільша різниця отриманого врожаю була між оранкою і дисковим обробітком – 0,41 т/га.

Таблиця 2. Урожайність кукурудзи на зерно залежно від способів основного обробітку ґрунту, т/га

Способи обробітку ґрунту	Роки			
	2021	2022	2023	2021–2023
Оранка ПЛН-4-35 на 25-27 см (контроль)	6,92	6,25	6,93	6,70
Чизельний локальний обробіток ПЧ-2,5 на 33-35 см	6,58	5,62	6,39	6,20
Безполицевий обробіток ПРН-31000 на 33-35 см	6,67	5,96	6,62	6,42
Дискування БДМ-2,5 на 10-12 см	6,51	5,59	6,11	6,07
НІР _{0,05}	0,10	0,22	0,12	

2022 р. характеризувався значним дефіцитом вологи у квітні–серпні, про що свідчить показник ГТК в межах 0,1–0,3. У цих умовах серед усіх варіантів тільки оранка змогла забезпечити врожайність зерна кукурудзи понад 6 т/га. По інших обробітках ґрунту цей показник був у межах 5,59–5,96 т/га, з перевагою безполицевого обробітку ПРН-3100.

Найбільші відхилення кількості опадів були зафіксовані у квітні 2023 р. з перевищення норми на 33,4 мм та у серпні зі зменшенням норми на 23,4 мм. На фоні надмірної зволоженості всього вегетаційного періоду 2023 року (ГТК = 1,9) та проведення оранки було отримано високий урожай зерна кукурудзи – 6,93 т/га. Максимальне зниження відбулося на варіанті з дисковим мілким обробітком – 6,11 т/га. На варіантах з глибоким розпушуванням ПРН-31000 та локальним обробітком чизельним плугом рівень врожаю порівняно з оранкою знизився на 0,31 і 0,54 т/га, що могло бути спричинено погіршенням фізичного стану ґрунту [42]. Отже, застосування оранки як основного обробітку ґрунту під кукурудзу створює кращі умови для отримання високого врожаю не зважаючи на мінливість погодних умов.

Висновки

Основний обробіток ґрунту істотно впливає на мікробіологічну активність ґрунту, насамперед, завдяки умовам, які він створює. Встановлено, що життєдіяльність целюлозоруйнівних мікроорганізмів може бути пригнічена у разі низької вологості, а також підвищеної щільності складення і твердості ґрунту.

Варто зазначити, що нижчі запаси вологи у варіанті з оранкою відігравали другорядну роль для життєдіяльності целюлозоруйнівних мікроорганізмів, адже їх активність більшою мірою залежала від оптимального повітряного режиму. Загалом, у всіх варіантах рівень розкладання лляного полотна в орному 0–30 см шарі ґрунту знаходився у межах 16,4–24,0 %. Найбільший вплив обробітків проявлявся у шарі ґрунту 10–20 см, при цьому оранка забезпечила найкращі умови для активної діяльності мікробіому. Безполицевий та чизельний обробітки за впливом на целюлозолітичну активність ґрунту мали схожий ефект. У варіанті із дисковим обробітком БДМ-2,5 на 10–12 см процес розкладу лляної тканини проходив найгірше. На фоні мінливих погодних умов, найефективнішими для формування врожаю кукурудзи виявилися оранка та безполицевий обробіток. Обробіток знаряддям ПРН 31000 на глибину 33–35 см може стати альтернативою оранці в диференційованій системі обробітку в сівозміні для збереження ґрунтових ресурсів.

Подяки

Автори висловлюють подяку Міністерству освіти і науки України за високу оцінку напряму досліджень, результати яких висвітлені у цій статті, і є основою для виконання завдань проєкту «Розроблення заходів для забезпечення сталої продуктивності агрофітоценозів за впливу абіотичних і біотичних стресових факторів» (№ державної реєстрації 0124U000457).

ЛІТЕРАТУРА

1. Geisen S., Wall D.H., van der Putten W.H. Challenges and opportunities for soil biodiversity in the anthropocene. *Current Biology*. 2019. Vol. 29, № 19. P. R1036–R1044. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.08.007>.
2. Singh J.S. Microbes: the chief ecological engineers in reinstating equilibrium in degraded ecosystems. *Agriculture, ecosystems & environment*. 2015. Vol. 203. P. 80–82. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.01.026>.
3. Valliere J.M., Wong W.S., Nevill P.G., Zhong H., Dixon K.W. Preparing for the worst: Utilizing stress-tolerant soil microbial communities to aid ecological restoration in the Anthropocene. *Ecological Solutions and Evidence*. 2020. Vol. 1, № 2. P. e12027. DOI: <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12027>.
4. Hoekstra J.M., Boucher T.M., Ricketts T.H., Roberts C. Confronting a biome crisis: Global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters*. 2005. № 8. P. 23–29. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00686.x>.
5. Pereira H.M., Leadley P.W., Proença V. et al. Scenarios for Global Biodiversity in the 21st Century. *Science*. 2010. Vol. 330. P. 1496–1501. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1196624>.
6. Shengyan Pu, Shibin Liu. Enzymes and their functions in soil and groundwater. *Extracellular Enzymes in Environments*. 2023. P. 1–63. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-21772-2.00001-9>.
7. Rodriguez R., Redman R. More than 400 million years of evolution and some plants still can't make it on their own: plant stress tolerance via fungal symbiosis. *Journal of experimental botany*. 2008. Vol. 59,

- № 5. P. 1109–1114. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erm342>.
8. Yang J., Kloepper J.W., Ryu C.M. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trends in plant science*. 2009 Vol. 14, № 1. P. 1–4. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2008.10.004>.
 9. Brusseau M., Pepper I., Gerba C. The extent of global pollution. *environmental and pollution science*. Amsterdam. The Netherlands: Academic Press. 2019. P. 3–8. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814719-1.00001-X>.
 10. Diffenbaugh N. S., Field C. B. Changes in ecologically critical terrestrial climate conditions. *Science*. 2013. Vol. 341, № 6135. P. 486–492. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1237123>.
 11. Круглов О.В., Коляда В.П., Ачасова А.О., Шевченко М.В., Назарок П.Г. До питання дослідження інформаційного забезпечення створення сталих агроландшафтів. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2020. Вип. 34. С. 184–193. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2020-34-18>.
 12. United Nations. New UN Decade on ecosystem restoration offers unparalleled opportunity for job creation, food security, and addressing climate change. 2019. URL: <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/press-release/new-un-decade-ecosystem-restoration-offers-unparalleled-opportunity#:~:text=Ecosystems%20and%20Biodiversity-,New%20UN%20Decade%20on%20Ecosystem%20Restoration%20offers%20unparalleled%20opportunity%20for,security%20and%20addressing%20climate%20change&text=The%20United%20Nations%20General%20Assembly,greenhouse%20gases%20from%20the%20atmosphere>.
 13. Wang W., Wang H., Feng Y. et al. Consistent responses of the microbial community structure to organic farming along the middle and lower reaches of the Yangtze River. *Scientific Reports*. 2016. Vol. 6, № 1. 35046. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep35046>.
 14. Dehtiarova Z. The effect of short-term crop rotation with different proportions of sunflower on cellulolytic activity of the soil. *Soil Science Annual*. 2022. Vol. 73, № 4. 156097. DOI: <https://doi.org/10.37501/soilsa/156097>.
 15. Abbaspour Gilandeh M.R., Shahgholi G., Abbaspour Gilandeh Y. Paraplough and mouldboard plow performance evaluation for seedbed preparation and supporting conservation tillage. *Acta Technologica Agriculturae*. 2022. Vol. 3, № 3. P. 105–112. DOI: <https://doi.org/10.2478/ata-2022-0017>.
 16. Dudar I., Shuvar I., Korpita H. et al. The effect of tillage method on the nutrient regime of soil during the growing of trifolium pratense. *Acta Technologica Agriculturae*. 2023. Vol. 26, № 1. P. 29–35. DOI: <https://doi.org/10.2478/ata-2023-0004>.
 17. Kruczyńska A., Kuźniar A., Banach A. et al. Changes in the mycobiome structure in response to reduced nitrogen fertilization in two cropping systems of maize. *Science of The Total Environment*. 2023. Vol. 904, 166343. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166343>.
 18. Ahmad N., Virk A. L., Hafeez M. B. et al. Effects of different tillage and residue management systems on soil organic carbon stock and grain yield of rice–wheat double cropping system. *Ecological Indicators*. 2024. Vol. 158, 111452. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111452>.
 19. Agomoh I. V., Drury C. F., Phillips L. A., Reynolds W. D., Yang X. Increasing crop diversity in wheat rotations increases yields but decreases soil health. *Soil Science Society of America Journal*. 2020. Vol. 84, № 1. P. 170–181. DOI: <https://doi.org/10.1002/saj2.20000>
 20. Babin D., Deubel A., Jacquiod S. et al. Impact of long-term agricultural management practices on soil prokaryotic communities. *Soil Biology and Biochemistry*. 2019. Vol. 129. P. 17–28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.11.002>.
 21. Hobbs P. R., Sayre K., Gupta R. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2008. Vol. 363, № 1491. P. 543–555. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2169>.
 22. Christel A., Prevost-Bouré N. C., Dequiedt S. et al. Differential responses of soil microbial biomass, diversity and interactions to land use intensity at a territorial scale. *Science of The Total Environment*. 2024. Vol. 906. 167454. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167454>.
 23. Yang T., Lupwayi N., Marc S. A., Siddique K. H., Bains L. D. Anthropogenic drivers of soil microbial communities and impacts on soil biological functions in agroecosystems. *Global Ecology and Conservation*. 2021. Vol. 27, e01521. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01521>.
 24. Bier R. L., Daniels M., Oviedo-Vargas D. et al. Agricultural soil microbiomes differentiate in soil profiles with fertility source, tillage, and cover crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2024. Vol. 368. 109002. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.109002>.

25. Nouraein M., Kouchak-Khani H., Janmohammadi M., Mohamadzadeh M., Ion V. The effects of tillage and fertilizers on growth characteristics of Kabuli chickpea under Mediterranean conditions. *Acta Technologica Agriculturae*. 2020. Vol. 23, № 1. P. 18–23. DOI: <https://doi.org/10.2478/ata-2020-0004>.
26. Chahal I., Hookerb D.C., Deen B., Janovicek K., van Eerd L.L. Long-term effects of crop rotation, tillage, and fertilizer nitrogen on soil health indicators and crop productivity in a temperate climate. *Soil and Tillage Research*. 2021. Vol. 213, № 105121. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105121>.
27. Zuber S.M., Behnke G.D., Nafziger E.D., Villamil M.B. Carbon and nitrogen content of soil organic matter and microbial biomass under long-term crop rotation and tillage in Illinois, USA. *Agriculture*. 2018. Vol. 8, № 3. 37 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture8030037>.
28. Shuvar I., Dudar I., Dudar O., Korpita H., Shuvar B. Formation of soil microflora in *Trifolium pratense*'s agrocenosis depending on the method of tillage. EDP Sciences. In: *BIO Web of Conferences*. 2021. Vol. 36. P. 03008. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213603008>.
29. Елланська Н.Е., Карпенко О.Ю., Юношева О.П., Хохлова І.Г. Активність мікробного угруповання ризосфери кукурудзи за різних типів сівозмін. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2008. Вип. 7. С. 29–35.
30. Тихоненко Д.Г., Дегтярьов Ю.В. Грунтовий покрив дослідного поля «Роганського стаціонару» Харківського НАУ ім. В. В. Докучаєва. *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Грунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство*. 2016. № 2. С. 5–15.
31. Reynolds S.G. The Gravimetric method of soil moisture determination. A study of equipment, and methodological problems. *Journal of Hydrology*. 1970. № 11. P. 258–273.
32. Shukla A., Panchal H., Mishra M., Patel P. R., Srivastava H.S., Patel P., Shukla A.K. Soil moisture estimation using gravimetric technique and FDR probe technique: a comparative analysis. *American International Journal of Research in Formal. Applied & Natural Sciences*. 2014. Vol. 8. P. 89–92.
33. ДСТУ ISO 11272:2001 (ISO 11272:1998, ITD). Якість ґрунту. Визначення щільності складення на суху масу. [Чинний від 2003-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2003. 15 с.
34. Vozhegova R.A., Malyarchuk A.S., Reznichenko N.D., Kotelnikov D.I. Effect of different basic tillage and fertilizer systems on corn grain yield, when irrigating in the south of Ukraine. *Land Reclamation and Water Management*. 2021. Vol. 1. P. 128–135. DOI: <https://doi.org/m.3m73/mivg202mi-285>.
35. Гаро І.М., Гамаюнова В.В. Вплив основного обробітку ґрунту на щільність та поживний режим ґрунту під час вирощування ріпаку озимого. *Аграрні інновації. Меліорація, землеробство, рослинництво*. 2021. Вип. 8. С. 29–34. DOI: <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2021.8.4>.
36. Vozhehova R.A., Maliarchuk M.P., Biliaieva I.M. et al. The effect of tillage system and fertilization on corn yield and water use efficiency in irrigated conditions of the South of Ukraine. *Biosystems Diversity*. 2019. Vol. 27, № 2. P. 125–130. DOI: <https://doi.org/10.15421/011917>.
37. Гангур В.В., Сахацька В.М. Мікробіологічна активність ґрунту за різних способів обробітку. *Scientific Progress & Innovations*. 2019. №. 4. С. 13–19. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.01>.
38. Красюк Л.М. Біологічна активність ґрунту за різних способів основного обробітку та застосування гербіцидів. *Зб. наук. праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН. Землеробство*. 2017. Вип. 4. С. 29–37.
39. Дегтярьов Ю.В., Дегтярьова З.О. Накопичення вологи в чорноземі типовому за умови ґрунтозахисної системи землеробства. *Ґрунтово-агрохімічні дослідження як імператив для розвитку аграрного виробництва та розбудови України: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених (24 травня 2023 р.)*. Харків: ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського». 2023. С. 39–42. URL: <http://www.issar.com.ua/uk/vydannya>.
40. Коляда В.П., Круглов О.В., Ачасова А.О., Шевченко М.В., Дьомкін О.О., Назарок П.Г. Удосконалення системи охорони ґрунтів від ерозії в умовах змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 12. С. 70–78. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202012-09>.
41. Iqbal J., Khaliq T., Ahmad A. et al. Productivity, profitability and energy use efficiency of wheat-maize cropping under different tillage systems. *Farming System*. 2024. Vol. 2, № 3. 100085. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.farsys.2024.100085>.
42. Fiorini A., Boselli R., Amaducci S., Tabaglio V. Effects of no-till on root architecture and root-soil interactions in a three-year crop rotation. *European Journal of Agronomy*. 2018. Vol. 99. P. 156–166. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.07.009>.

REFERENCES

1. Geisen, S., Wall, D.H., van der Putten, W.H. (2019). Challenges and opportunities for soil biodiversity in the anthropocene. *Current Biology*, 29(19), R1036–R1044. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.08.007> [in English].
2. Singh, J.S. (2015). Microbes: the chief ecological engineers in reinstating equilibrium in degraded ecosystems. *Agriculture, ecosystems & environment*, 203, 80–82. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.01.026> [in English].
3. Valliere, J.M., Wong, W.S., Nevill, P.G., Zhong, H., Dixon, K.W. (2020). Preparing for the worst: Utilizing stress-tolerant soil microbial communities to aid ecological restoration in the Anthropocene. *Ecological Solutions and Evidence*, 1(2), e12027. DOI: <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12027> [in English].
4. Hoekstra, J.M., Boucher, T.M., Ricketts, T.H., & Roberts, C. (2005). Confronting a biome crisis: Global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters*, 8, 23–29. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00686.x> [in English].
5. Pereira, H.M., Leadley, P.W., Proença, V. et al. (2010). Scenarios for Global Biodiversity in the 21st Century. *Science*, 330, 1496–1501. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1196624> [in English].
6. Shengyan, Pu, Shibin, Liu, (2023). Enzymes and their functions in soil and groundwater. *Extracellular Enzymes in Environments*, 1–63. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-21772-2.00001-9> [in English].
7. Rodriguez, R., Redman, R. (2008). More than 400 million years of evolution and some plants still can't make it on their own: plant stress tolerance via fungal symbiosis. *Journal of experimental botany*, 59(5), 1109–1114. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erm342> [in English].
8. Yang, J., Kloepper, J.W., Ryu, C.M. (2009). Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trends in plant science*, 14(1), 1–4. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2008.10.004> [in English].
9. Brusseau, M., Pepper, I., Gerba, C. (2019). The extent of global pollution. environmental and pollution science Amsterdam. *The Netherlands: Academic Press*, 3–8. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814719-1.00001-X> [in English].
10. Duffenbaugh, N.S., Field, C.B. (2013). Changes in ecologically critical terrestrial climate conditions. *Science*, 341(6135), 486–492. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1237123> [in English].
11. Kruglov, O.V., Kolyada, V.P., Achasova, A.O., Shevchenko, M.V., Nazarok, P.G. (2020). To the issue of research of information support for the creation of sustainable agrolandscapes. *Man and Environment. Issues of neoecology*, 34, 184–193. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2020-34-18> [in Ukrainian].
12. United Nations. (2019). New UN Decade on ecosystem restoration offers unparalleled opportunity for job creation, food security, and addressing climate change. URL: <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/press-release/new-un-decade-ecosystem-restoration-offers-unparalleled-opportunity#:~:text=Ecosystems%20and%20Biodiversity-,New%20UN%20Decade%20on%20Ecosystem%20Restoration%20offers%20unparalleled%20opportunity%20for,security%20and%20addressing%20climate%20change&text=The%20United%20Nations%20General%20Assembly,greenhouse%20gases%20from%20the%20atmosphere> [in English].
13. Wang W., Wang H., Feng Y. et al. (2016). Consistent responses of the microbial community structure to organic farming along the middle and lower reaches of the Yangtze River. *Scientific Reports*, 6(1), 35046. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep35046> [in English].
14. Dehtiarova, Z. (2022). The effect of short-term crop rotation with different proportions of sunflower on cellulolytic activity of the soil. *Soil Science Annual*, 73(4), 156097. DOI: <https://doi.org/10.37501/soil-sa/156097> [in English].
15. Abbaspour, Gilandeh M.R., Shahgholi, G., Abbaspour Gilandeh, Y. (2022). Paraplow and mouldboard plow performance evaluation for seedbed preparation and supporting conservation tillage. *Acta Technologica Agriculturae*, 3(3), 105–112. DOI: <https://doi.org/10.2478/ata-2022-0017> [in English].
16. Dudar, I., Shuvar, I., Korpita, H., Balkovskiy, V., Shuvar, B., Shuvar, A., Kropyvnytskyi, R. (2023). The effect of tillage method on the nutrient regime of soil during the growing of trifolium pratense. *Acta Technologica Agriculturae*, 26(1), 29–35. DOI: <https://doi.org/10.2478/ata-2023-0004> [in English].
17. Kruczyńska, A., Kuźniar, A., Banach, A. et al. (2023). Changes in the mycobiome structure in response to reduced nitrogen fertilization in two cropping systems of maize. *Science of The Total Environment*, 904, 166343. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166343> [in English].
18. Ahmad, N., Virk, A.L., Hafeez, M.B. et al. (2024). Effects of different tillage and residue management systems on soil organic carbon stock and grain yield of rice–wheat double cropping system.

- Ecological Indicators*, 158, 111452. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111452> [in English].
19. Agomoh, I.V., Drury, C.F., Phillips, L.A., Reynolds, W.D., & Yang, X. (2020). Increasing crop diversity in wheat rotations increases yields but decreases soil health. *Soil Science Society of America Journal*, 84(1), 170–181. DOI: <https://doi.org/10.1002/saj2.20000> [in English].
 20. Babin, D., Deubel, A., Jacquiod, S. et al. (2019). Impact of long-term agricultural management practices on soil prokaryotic communities. *Soil Biology and Biochemistry*, 129, 17–28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.11.002> [in English].
 21. Hobbs, P.R., Sayre, K., Gupta, R. (2008). The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 543–555. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2169> [in English].
 22. Christel, A., Prevost-Bouré, N. C., Dequiedt, S. et al. (2024). Differential responses of soil microbial biomass, diversity and interactions to land use intensity at a territorial scale. *Science of The Total Environment*, 906, 167454. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167454> [in English].
 23. Yang, T., Lupwayi, N., Marc, S.A., Siddique, K.H., Bainard, L. D. (2021). Anthropogenic drivers of soil microbial communities and impacts on soil biological functions in agroecosystems. *Global Ecology and Conservation*, 27, e01521. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01521> [in English].
 24. Bier, R.L., Daniels, M., Oviedo-Vargas, D. et al. (2024). Agricultural soil microbiomes differentiate in soil profiles with fertility source, tillage, and cover crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 368, 109002. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.109002> [in English].
 25. Nouraein, M., Kouchak-Khani, H., Janmohammadi, M., Mohamadzadeh, M., Ion, V. (2020). The effects of tillage and fertilizers on growth characteristics of Kabuli chickpea under Mediterranean conditions. *Acta Technologica Agriculturae*, 23(1), 18–23. DOI: <https://doi.org/10.2478/ata-2020-0004> [in English].
 26. Chahal, I., Hookerb, D. C., Deen, B., Janovicek, K., van Eerd, L. L. (2021). Long-term effects of crop rotation, tillage, and fertilizer nitrogen on soil health indicators and crop productivity in a temperate climate. *Soil and Tillage Research*, 213, 105121. <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105121> [in English].
 27. Zuber, S.M., Behnke, G.D., Nafziger, E.D., Villamil, M.B. (2018). Carbon and nitrogen content of soil organic matter and microbial biomass under long-term crop rotation and tillage in Illinois, USA. *Agriculture*, 8(3), 37. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture8030037> [in English].
 28. Shuvar, I., Dudar, I., Dudar, O., Korpita, H., Shuvar, B. (2021). Formation of soil microflora in *Trifolium pratense*'s agrocenosis depending on the method of tillage. *EDP Sciences. In BIO Web of Conferences*, 36, 03008. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213603008> [in English].
 29. Tykhonenko, D.H., Dehtiarov, Yu.V. (2016). Soil cover of the research field «Rogansky in-patient facility» of Kharkiv NAU named after V.V. Dokuchaev. *Bulletin of Kharkiv V.V. Dokuchaev National Agrarian University. Soil science, agrochemistry, farming, forestry*, 2, 5–15 [in English].
 30. Ellanska, N.E., Karpenko, O.Yu., Yunosheva, O.P., Khokhlova, I.H., (2008). The activity of the microbial grouping of the rhizosphere of maize in different types of crop rotations. *Agricultural microbiology*, 7, 29–35 [in Ukrainian].
 31. Reynolds, S.G. (1970). The Gravimetric method of soil moisture determination. A study of equipment, and methodological problems. *Journal of Hydrology*, 11, 258–273 [in English].
 32. Shukla, A., Panchal, H., Mishra, M., Patel, P.R., Srivastava, H.S., Patel, P., Shukla, A.K. (2014). Soil moisture estimation using gravimetric technique and FDR probe technique: a comparative analysis. *American International Journal of Research in Formal Applied & Natural Sciences*, 8, 89–92 [in English].
 33. ДСТУ ISO 11272:2001 (ISO 11272:1998, ITD). Якість ґрунту. Визначення щільності складення на суху масу. [Чинний від 2003-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2003. 15 с. [in Ukrainian].
 34. Vozhegova, R.A., Malyarchuk, A.S., Reznichenko, N.D., Kotelnikov, D.I. (2021). Effect of different basic tillage and fertilizer systems on corn grain yield, when irrigating in the south of Ukraine. *Land Reclamation and Water Management*, 1, 128–135. DOI: <https://doi.org/m.3m73/mivg202mi-285> [in English].
 35. Garo, I. M., Gamajunova, V. V. (2021). Influence of basic tillage on soil density and nutrient regime during winter rape cultivation. *Agrarian innovations*, 8, 29–34. DOI: <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2021.8.4> [in Ukrainian].
 36. Vozhehova, R.A., Maliarchuk, M.P., Biliaieva, I.M, et al. (2019). The effect of tillage system and fertilization on corn yield and water use efficiency in irrigated conditions of the South of Ukraine. *Bio-systems Diversity*, 27(2), 125–130. DOI: <https://doi.org/10.15421/011917> [in English].
 37. Hanhur, V., Sakhatska, V. (2019). Soil microbiological activity under different tillage methods. *Bulletin of Poltava*

- State Agrarian Academy*, (4), 13–19. DOI: <https://doi.org/doi:10.31210/visnyk2019.04.01> [in Ukrainian].
38. Krasnyuk, L.M. (2017). Biological activity of soil under different methods of basic tillage and herbicide application. *Collection of scientific works of the National Scientific Centre of the Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences of Ukraine. Agriculture*, 4, 29–37 [in Ukrainian].
39. Dehtiarov, Yu.V., Dehtiarova, Z.O. (2023). Moisture accumulation in typical chernozem under soil protection farming system. *Soil and Agrochemical Research as an Imperative for the Development of Agricultural Production and Development of Ukraine: collection of abstracts of the International Scientific&Practical Conference of Young Scientists*, 39–42. Kharkiv: NSC ISSAR. URL: <http://www.issar.com.ua/uk/vydannya> [in Ukrainian].
40. Koliada, V., Kruhlov, O., Achasova, A., Shevchenko, M., Diomkin, O., Nazarok, P. (2020). Improvement of the soil protection system against erosion in the conditions of climate change. *Bulletin of Agrarian Science*, 12, 70–78. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202012-09> [in Ukrainian].
41. Iqbal, J., Khaliq, T., Ahmad, A., Khan, K.S. et al. (2024). Productivity, profitability and energy use efficiency of wheat-maize cropping under different tillage systems. *Farming System*, 2(3), 100085. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.farsys.2024.100085> [in English].
42. Fiorini, A., Boselli, R., Amaducci, S., Tabaglio, V. (2018). Effects of no-till on root architecture and root-soil interactions in a three-year crop rotation. *European Journal of Agronomy*, 99, 156–166. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.07.009> [in English].

Dolia S. M., Shevchenko M. V.

The influence of tillage methods on the cellulose lithic activity of typical chernozem in the conditions of the left-bank Forest-Steppe of Ukraine

Aim. To determine the effect of different methods of basic tillage for corn on the activity of cellulose-destroying microorganisms. **Methods.** Field techniques, calculation, laboratory, mathematical and statistical. **Results.** The article presents the results of a study on the impact of various methods of basic tillage on the activity of cellulose-destroying microorganisms and their living conditions. The research has been carried out in 2021–2023 at the Dokuchaevske Experimental Field Training and Research and Production Centre of the State Biotechnological University, located in the Left Bank Forest-Steppe zone of Ukraine. The influence of weather and climatic conditions and the studied soil treatments on the formation of corn grain yields is analysed, taking into account the variability of the moisture level in this region. On average, over the years of research, deep tillage compared to shallow disking had a positive effect on the activity of cellulose-destroying microorganisms. Ploughing PLN-4-35 by 25–27 cm due to better soil loosening and the creation of favourable aerobic conditions, made it possible to activate the process of cellulose decomposition in the cultivated layer of soil at the level of 24%, which, in turn, contributed to a relatively high level of corn yield – 6.70 t/ha. It is worth noting that the variant with chisel tillage of the PC-2.5 at 33–35 cm accumulated the most moisture – 855 m³/ha. There was also a tendency to increase moisture reserves in the variants with the moldboardless tillage PRN-31000 by 33–35 cm and the disking BDM-2.5 by 10–12 cm compared to ploughing. There was a slight increase in the density of the cultivated layer after chiselling and disking. **Conclusions.** Active microbiome development and favourable soil conditions contribute to the increase of plant resistance to abiotic and biotic stress factors. Therefore, among the methods of basic tillage, preference should be given to ploughing PLN-4-35 to a depth of 25–27 cm and mouldboards tillage PRN-31000 to 33–35 cm, which improve the water-physical and agrophysical properties of the soil.

Key words: cellulose-destroying microorganisms, ploughing, row crops, yield, water-physical indicators, soil density, plant stress resistance.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Доля С.М., аспірант, Державний біотехнологічний університет, e-mail: sergijdola17@gmail.com, ORCID: 0009-0003-8503-8795.

Шевченко М.В., доктор сільськогосподарських наук, професор, Державний біотехнологічний університет, e-mail: nniagbio@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4915-1435.

Dolia S. M., PhD student, State Biotechnological University, e-mail: sergijdola17@gmail.com, ORCID: 0009-0003-8503-8795.

Shevchenko M. V., doctor of agricultural sciences, professor, State Biotechnological University, e-mail: nniagbio@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4915-1435.

Надійшла 03.06.2024

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ НА ФОРМУВАННЯ ВЕГЕТАТИВНИХ ТА ГЕНЕРАТИВНИХ ОРГАНІВ РОСЛИН ГРЕЧКИ ЗА ОРГАНІЧНОГО ВИРОЩУВАННЯ

Р.Є. Грищенко, О.Г. Любич, О.В. Глієва

ННЦ «ІЗ НААН» (с-ще Чабани, Україна)

Мета. З'ясувати особливості формування вегетативних і генеративних органів гречки залежно від застосування мікробних препаратів у технології вирощування за органічного землеробства. **Методи.** Польовий, лабораторний і порівняльно-розрахунковий. **Схема дослідю** включала: оброблення насіння (азотфіксувальні та фосфатмобілізувальні бактерії); позакореневе підживлення рослин препаратом удобрювальної дії; оброблення насіння й позакореневе підживлення; контроль (без оброблення). **Результати.** Виявлено, що у варіантах із застосуванням бактеризації насіння висота рослин була вищою на 21% на початкових фазах розвитку, а у фазі дозрівання на 13%; за позакореневого підживлення – на 8,6 см у початковій фазі росту і на 9,7 см у фазі дозрівання, порівняно з рослинами контрольованого варіанта – 43,8 см та 83,7 см відповідно. Найвищі показники надземної маси рослини гречки мали у фазі плодоутворення, які у варіанті без добрив становили 18,4 г/росл., за бактеризації насіння – більші на 10,0 г; за листкового підживлення – на 8,0 г; за сумісного поєднання – на 11,5 г, порівняно з контрольним варіантом. Як обробка насіння, так і позакореневе підживлення рослин мали позитивний вплив на накопичення сухої речовини рослинами гречки. Однак найбільша кількість сухої речовини була сформована за комплексного застосування бактеризації насіння і підживлення рослин, і становила у фазі бутонізації 0,91 г/рослину; у фазі цвітіння – 3,64 г/росл.; у фазі дозрівання – 9,11 г/росл. **Формування врожайності зерна гречки в органічному виробництві** показало чітку її залежність від впливу факторів. У середньому за роки досліджень найвищу врожайність зерна гречки отримано на варіанті із застосуванням бактеризації насіння препаратом Азогран та проведення позакореневого підживлення препаратом удобрювальної дії Аватар. **Висновки.** Застосування мікробних препаратів у технології вирощування гречки за органічного виробництва, сприяли нарощуванню максимальної висоти рослин на 20%; вегетативної надземної маси на 54,3–62,3%; накопиченню сухої речовини – на 60–80%; підвищенню урожайності зерна від 0,75 т/га до 0,91 т/га. Більш ефективним було застосування бактеризації насіння сумісно з підживленням рослин мікроелементами.

Ключові слова: бактеризація, висота рослин, мікробні препарати, позакореневе підживлення, суха речовина, урожайність.

Вступ. Зацікавленість до виробництва органічної гречки є як із боку сільськогосподарських виробників, так і з боку держави, тому що цей напрям є доволі перспективним. Він має не лише екологічний, але й економічний пріоритет [1].

Особливо актуально стоїть питання органічного виробництва гречки, оскільки її крупа за поживністю, смаковими та дієтичними властивостями є одним з найцінніших харчових продуктів. Гречана крупа

довше за інші продукти зберігає поживні та харчові властивості завдяки наявності особливо стійких до окислення жирів [2]. Тому гречка, особливо вирощена в органічному землеробстві, використовується як дитячий, дієтичний та лікувальний продукт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед актуальних проблем вирощування її в органічному виробництві є проблема живлення рослин, тому що ідея органічного виробництва полягає у повній відмові від

застосування мінеральних добрив, отрутохімікатів та генетично модифікованих організмів [3].

Отже, ефективним органічним добривом, особливо за органічного вирощування гречки, є використання сидератів. Сидеральними можуть бути бобові, вони мають властивість за допомогою азотфіксувальних бактерій засвоювати атмосферний азот і цим самим збагачують родючість ґрунту, а також злакові, хрестоцвіті й інші культури [4]. Велику роль відіграють зелені добрива на сірих лісових ґрунтах, оскільки вони оптимізують водно-фізичні властивості й, передусім, оструктурення, щільність та умови аерації.

Також одним із шляхів вирішення проблеми живлення рослин – це застосування бактеріальних препаратів удобрювальної, антистресової та захисної дії, які використовують для передпосівного оброблення насіння і для підживлення посівів у період вегетації [5]. Завдання позакореневих підживлень – забезпечити рослину всіма необхідними елементами живлення для покращання росту й розвитку культури та досягти високого коефіцієнта їх засвоєння. Вплив позакореневих підживлень у дослідженнях В. В. Мойсієнко, Т.М. Тимошук в умовах Полісся, сприяло формуванню найвищої врожайності зерна гречки за внесення мікродобрива Оракул колоферин бору В з біостимулятором росту Вимпел 2 [6].

Застосування біологічних препаратів у технологіях вирощування гречки, проса, сорго зернового та соризу в умовах Правобережного Лісостепу України вивчали В.П. Деревянський і М.М. Сучек на Хмельницькій дослідній станції і з'ясували, що такий захід сприяє поліпшенню кореневого живлення рослин, підвищенню урожайності та якості продукції [11].

Використання стимулятора росту в технології вирощування гречки пропонують вчені Кіровоградського інституту АПВ Ю. В. Мащенко і І. М. Семеляка. За їхніми даними, це поліпшить лінійні показники рослин, збільшить площу листової поверхні і створить покращені умови для наростання надземної маси ценозу і, відповідно, продуктивності [14].

Метою досліджень було визначення дії бактеріальних препаратів, препаратів удобрювальної дії, на фоні сидерації, на ріст і розвиток рослин та їх урожайність.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили у польовому довгостроковому досліді, закладеному на полях відділу технологій зернобобових, круп'яних і олійних культур ННЦ «ІЗ НААН»

на темно-сірих опідзолених ґрунтах. Вміст гумусу в 0–20 см шарі ґрунту становить (за Тюрніним) – 1,49–1,71%, $pH_{\text{сол.}}$ – 5,2–5,7, азоту, що гідролізується (за Корнфілдом) – 68,6–78,4 мг/кг, рухомих форм фосфору та калію (за Чириковим) – 140,0–160,0 та 55–70 мг/кг ґрунту відповідно, гідролітична кислотність – 1,37–1,50 мг-екв./100 г ґрунту, сума вбирних основ – 13,4–16,3 мг-екв./100 г ґрунту.

Для підвищення родючості ґрунту в органічному землеробстві застосовували сидерат. У наших дослідженнях під урожай 2021–2023 рр. було внесено 18,5–21,2 т/га зеленої маси гороху. Завдяки цьому ґрунт збагатився на 102,5–116,5 кг/га азотом, 17,5–20,7 кг/га фосфором і 32,4–58,2 кг/га калієм. Висівали гречку широкорядним способом із шириною міжрядь 45 см та нормою висіву 2,5 млн схожих зерен. Сорт гречки – Син 3/02.

Схема досліду включала варіанти:

- без обробки насіння (контроль);
- обробка насіння препаратом Азогран нано (азотфіксувальні та фосфатмобілізувальні бактерії) – в кількості не більше 2% від ваги насіння;
- обробка насіння Азогран нано (2% від ваги насіння) з позакореневим підживленням препаратом Аватар органік (удобрювальної дії 150 мл/га); та позакореневе підживлення препаратом удобрювальної дії Аватар органік у дозі 150 мл/га;
- препарат удобрювальної дії Аватар (органік) вносили у позакореневе підживлення на IV етапі органогенезу;
- препарат Аватар (органік) – призначений для листового підживлення рослин мікроелементами (Mg, Cu, Zn, Fe, Mn, Co, Mo, La, Ni, V, Ti, Se, Ge, Ag, Si, I, Ce, S, Al, B)-хелатованих природними ди- і трикарбонними органічними кислотами – лимонної, бурштинової, винної і яблучної [7; 8].

Нанокмпозитний комплексний бактеріальний препарат Азогран нано виготовлений на основі взаємодії селекціонованих високоактивних штамів азотфіксувальних бактерій *Azotobacter vinelandii* і фосфатмобілізувальних бактерій *Bacillus subtilis* з наночастками бентоніту. Чисельність життєздатних бактерій в 1 мл препарату становила: *Azotobacter vinelandii* ІМВ В-7076- $1,2 \cdot 10^7$ кл.; *Bacillus subtilis* ІМВ В-7023- $1,7 \cdot 10^7$ кл. розроблений Інститутом мікробіології і вірусології ім. Заболотного НАН України.

Бактеризацію насіння проса проводили в затіненому місці. Для цього на насіння наносили препарат,

перемішували, підсушували і висівали його в ґрунт. Повторення досліду триразове.

У роки досліджень погодні умови були сприятливими для вирощування гречки. У вегетаційному 2021 р. період посів–сходи характеризувався оптимальною кількістю опадів (13,2 мм) і сумою ефективних температур 43,2°C. Цвітіння гречки проходило в посушливих умовах. Сума ефективних температур становила 233,7°C, а сума опадів лише 3,8 мм, ГТК = 0,16. Плодоутворення і дозрівання були за надмірної вологості; ГТК = 1,6. Це явище подовжило і вегетаційний період культури і час збирання урожаю.

Погодні умови 2022 р. виявились сприятливими для вирощування гречки. Лише період сімба–сходи характеризувався не достатньою кількістю опадів (4,4 мм) і незначним підвищенням температури повітря, та у міжфазний період два справжні листочки–початок бутонізації було виявлено масове ураження рослин попелицею. Було проведено обприскування посівів біологічним препаратом Актофит БТ.

У подальшому погодні умови були сприятливі для росту і розвитку гречки і дали змогу одержати високий урожай.

Перша декада травня 2023 р. була прохолодною (температура повітря становила 12,1°C за норми 14,2°C) та посушливою (випало 0,4 мм опадів за норми 15,9 мм). Цвітіння проходило в липні за наявності

опадів (136,8 мм), ГТК становив 1,98, було дуже волого. Температурний режим був сприятливим, у межах багаторічних даних – 21,9°C. Формування врожаю проходило в сприятливих температурних умовах – 22,8°C за норми 21,8°C і помірної вологості – 13,6 мм. За вегетацію ГТК = 0,89 (слабка посушливість).

Результати та їх обговорення. Висота рослини є досить важливим показником, тому що чим вищим буде стебло – тим більше на ньому буде гілок, суцвіть і, відповідно, квіток закладе рослина, створюючи сприятливі передумови для формування високої індивідуальної продуктивності. І також, досліджуючи за динамікою висоти за етапами органогенезу можна робити висновки про умови росту і розвитку рослин у ценозі [9].

Аналіз експериментальних даних свідчить про вплив досліджуваних чинників на формування висоти рослин гречки. Так, у фазі бутонізації висота рослин варіювала від 34,1 до 53,8 см. Збільшення висоти рослин під впливом бактеризації насіння становило 10,0 см, а за умови проведення позакореневого підживлення препаратом Аватар – лише на 7,8 см (рис.1). Слід відмітити, що поєднання бактеризації насіння препаратом Азогран із внесенням препарату Аватар у позакореневе підживлення, не спостерігалось збільшення висоти рослин гречки порівняно до варіанта з бактеризацією.

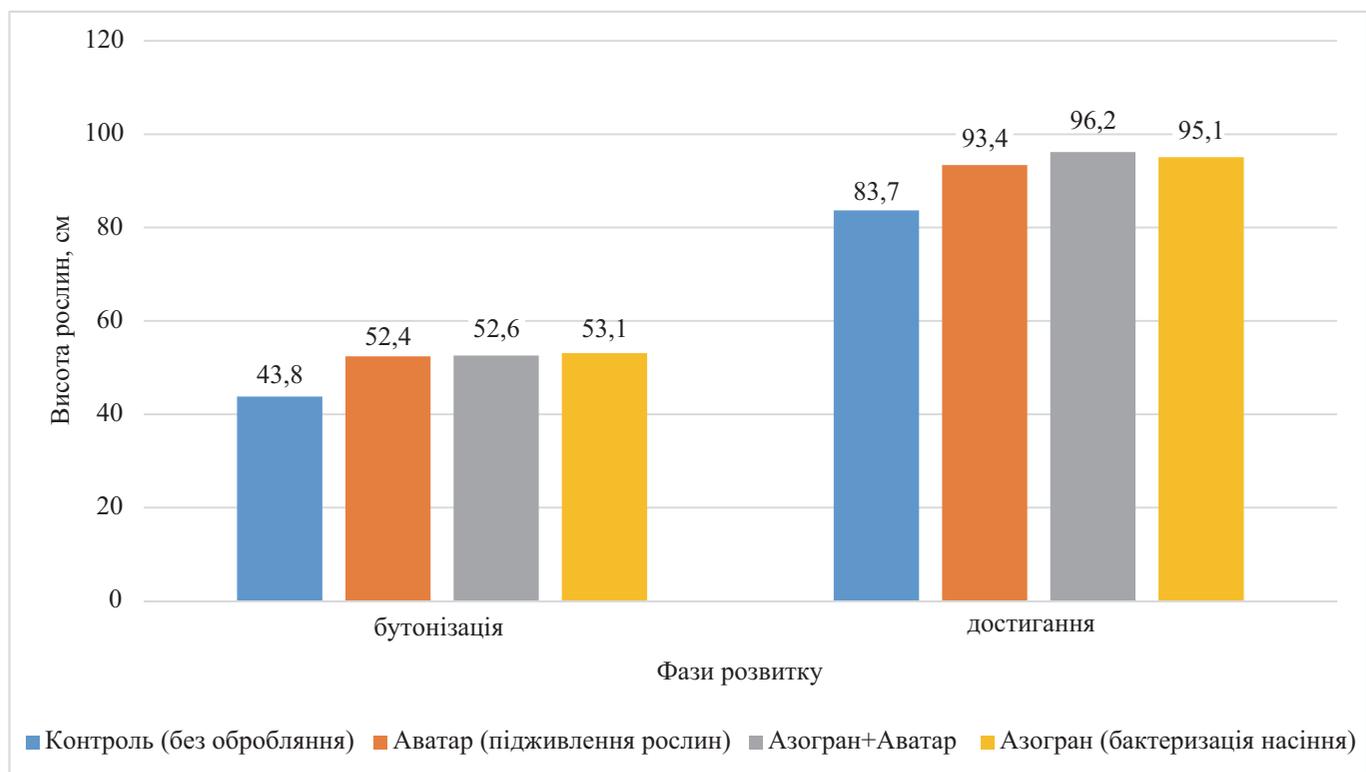


Рис. 1. Вплив мікробних препаратів на висоту рослинами гречки, см (середнє за 2021-2023 рр.)

Реакція рослин гречки на системи удобрення, прийняті в органічному землеробстві, була різною як за роками, так і за варіантами. На початкових стадіях росту висота рослин була вищою у варіантах із застосуванням бактеризації насіння в середньому на 21%, а у фазі досягання на 13,6%. Сприятливіші умови для росту і розвитку рослин у посівах гречки склалися і за позакореневого підживлення рослин препаратом Аватар органік. Вони були вищими на 8,6 см у початковій фазі росту і на 9,7 см у фазі досягання, порівняно з рослинами контрольного варіанта, де висота їх сягала 43,8 см й 83,7 см відповідно.

Встановлено, що інтенсивний ріст, незалежно від впливу бактеризації насіння та позакореневого підживлення, був максимальним упродовж міжфазного періоду цвітіння–плодоутворення.

Тому, максимальна висота рослин гречки формувалась на варіантах дослідів із обробленням насіння азотфіксувальними та фосфатмобілізувальними бактеріями.

Поживний вміст ґрунту, що утворився у варіантах дослідів, мав значний вплив на формування надземної маси рослин відносно контролю, як із застосуванням передпосівного оброблення насіння азотфіксувальними та фосфатмобілізувальними бактеріями, так і за листового підживлення рослин. Найвищі

показники надземної маси рослини гречки спостерігали у фазі плодоутворення, які у варіанті без добрив становили 18,4 г/роsl., а за бактеризації насіння надземна біомаса була більшою на 10,0 г; за листового підживлення – на 8,0 г; за сумісного поєднання – на 11,5 г, порівняно з контрольним варіантом (рис. 2).

Застосування мікробних препаратів у технології вирощування гречки за органічного землеробства мало істотний вплив як на наростання вегетативної маси, так і, відповідно, на накопичення сухої речовини, але залежали від погодних умов в дану фазу розвитку. Коефіцієнт варіації сирової маси рослин залежно від варіантів удобрення у фазі бутонізації змінювався згідно з роками в межах від 9,1% до 17,7%, у фазі цвітіння – від 13,7 до 25,6%, у фазі дозрівання – від 15,4 до 27,7%. Слід відмітити, що найбільший розмах змін за роками у наростанні сирової маси рослин серед варіантів у фазі бутонізації виявлено на контролі (29,5%), а у міру старіння рослин на вказаному вище варіанті відзначено найстабільніші показники за роками ($V = 3,7\%$ у фазі цвітіння та $V = 11,4\%$ у фазі дозрівання), а наймінливішими були варіанти із обробленням насіння мікробіологічними препаратами ($V = 26,4\%$ і $V = 36,5\%$ відповідно у фазі цвітіння і дозрівання).

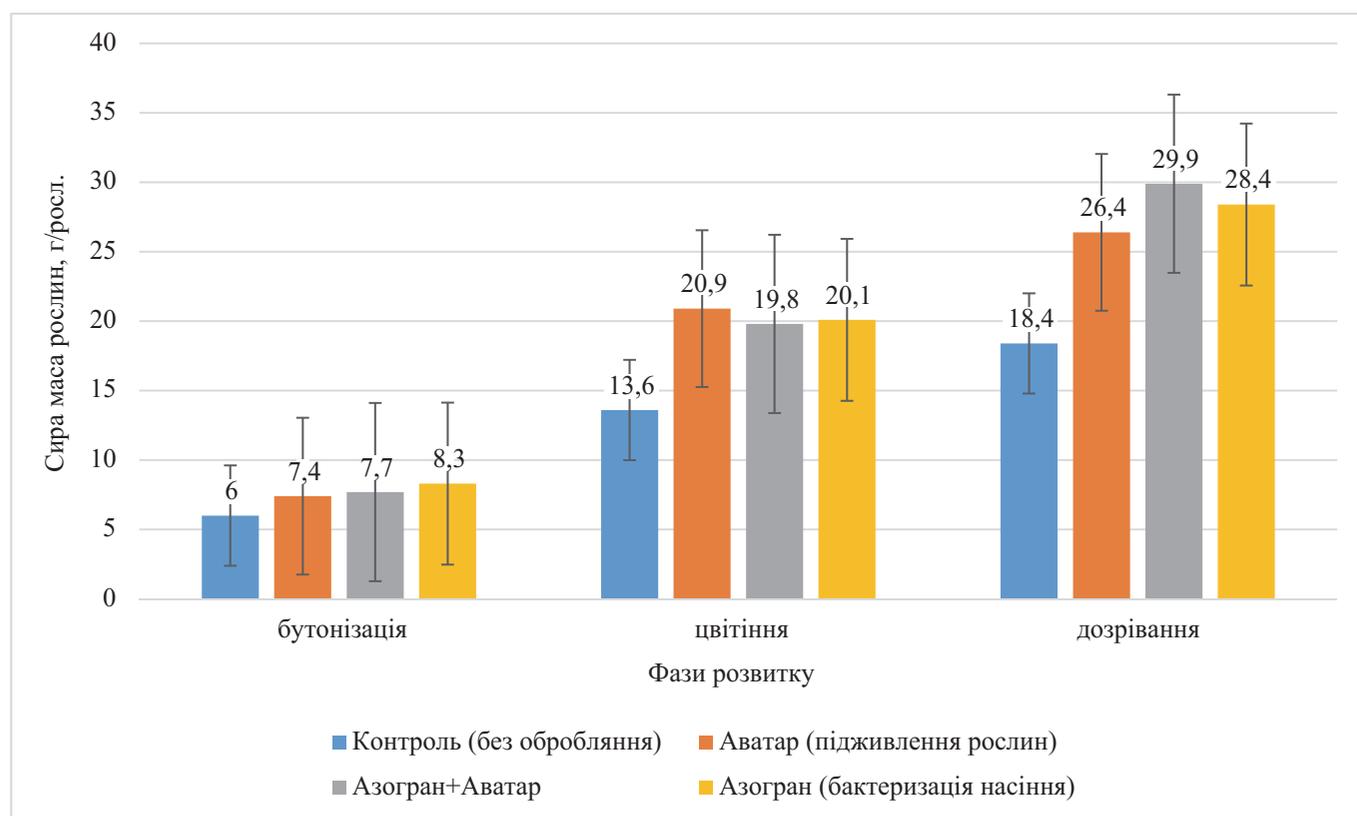


Рис. 2. Вплив мікробних препаратів на наростання надземної маси рослинами гречки, г/роsl. (середнє за 2021–2023 рр.)

Аналізуючи вплив передпосівного оброблення насіння азотфіксувальними та фосфатмобілізувальними бактеріями на накопичення сухої речовини рослинами гречки, слід відмітити його позитивний вплив. Коefіцієнт варіації під впливом мікробіологічних препаратів залежно від років у фазі змінювався в межах від 16,7 до 24,1%, у фазі цвітіння – від 13,3 до 18,2% та у фазі дозрівання найбільше – від 17,0 до 30,8%. У числовому виразі у фазі бутонізації приріст сухої речовини від цього заходу становив 0,24 г/росл.; у фазі цвітіння – 0,96 г/росл.; у фазі дозрівання – 3,11 г/росл., порівняно до контрольного варіанта, де показники сягали 0,63; 2,78 і 4,94 г/росл. відповідно.

Майже однаково рослини гречки накопичували суху речовину і від позакореневого підживлення їх мікроелементами – препаратом Аватар. Однак найбільша кількість сухої речовини, в середньому за роками, була сформована за комплексного застосування бактеризації насіння і підживлення рослин, і становила у фазі бутонізації 0,91 г/росл.; у фазі цвітіння – 3,64 г/росл.; у фазі дозрівання – 9,11 г/росл. (рис. 3).

Найменше сухої речовини рослини гречки формували у фазі бутонізації під час вегетаційного періоду 2023 р. В контрольному варіанті було 0,32 г/росл., підживлення рослин мікроелементами (Аватар) підвищило його до 0,52 г/росл., а за бактеризації насіння – до 0,56 г/росл. Кращі показники у 2021 р. мали у фазі бутонізації – 1,22 г/рослину, що вище на 77%

контрольного варіанта. Однак у наступні фази росту і розвитку, відповідно за роками, така закономірність не збереглась; кращі умови для «роботи» бактерій склалися в 2023 р. У фазу цвітіння, цього самого року, накопичення сухої речовини становило на контрольному варіанті 4,07 г/росл., що майже вдвічі більше за вегетаційний період 2021 і 2022 рр.

Вивчення структури врожаю круп'яних культур має велике теоретичне і практичне значення [13]. Воно дає можливість визначити особливості формування врожайності зерна, повніше виявити потенційні можливості сорту та сприяє розробці заходів вирощування, які позитивно впливають на окремі елементи структури врожаю [10; 12].

Згідно зі структурним аналізом рослин гречки, більше суцвіть (на 10,4 шт.) переважало у варіанті з бактеризацією насіння препаратом Азогран та проведенням позакореневого підживлення, трохи менше (на 9,2 шт.) було лише за бактеризації насіння, порівняно до контролю, де кількість суцвіть становила 17,5 шт.

Найбільшу кількість гілок першого (2,8 шт.) і другого (1,1 шт.) порядків сформовано на рослинах із варіанта позакореневого підживлення препаратом удобрювальної дії. З порядковим номером гілочок та їхньою кількістю пов'язані також процеси формування зернової продуктивності рослин. Головними ознаками яких є кількість зерен на рослині та їх маса.

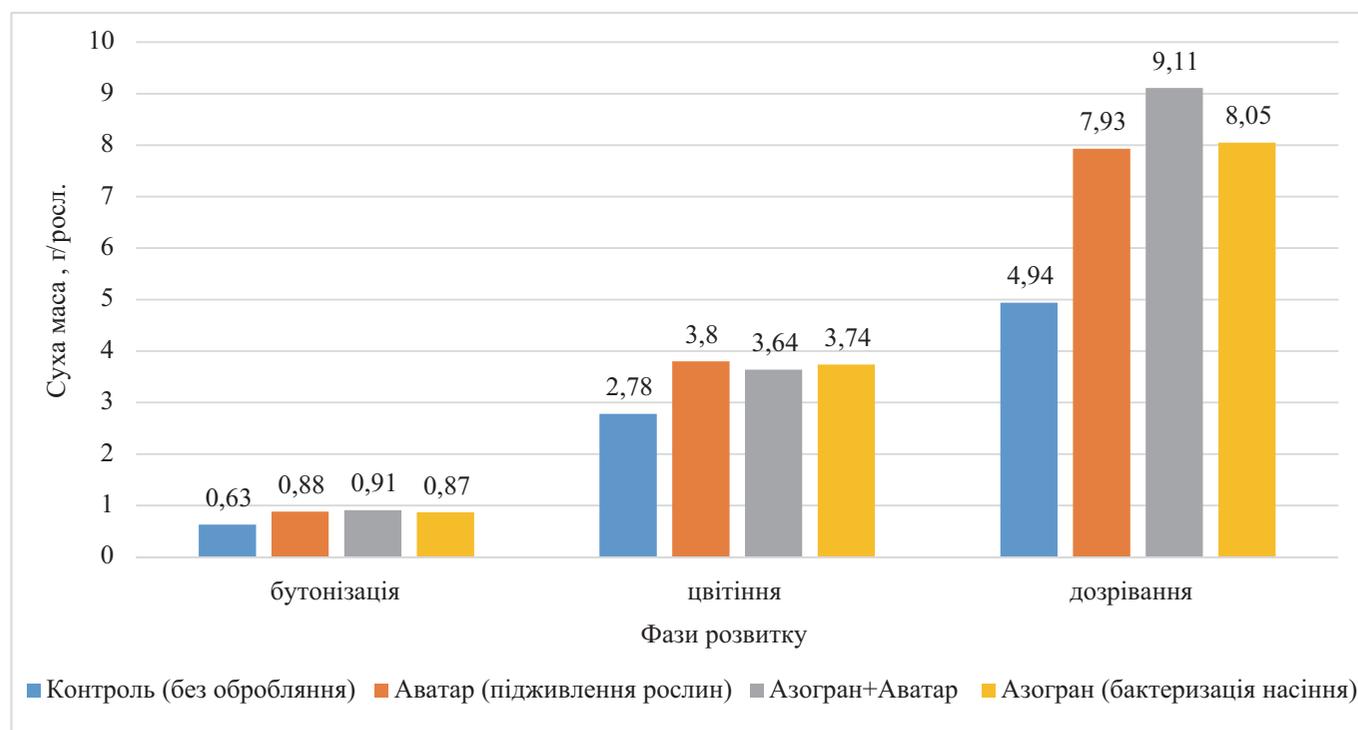


Рис. 3. Вплив мікробних препаратів на формування сухої речовини рослинами гречки, г/росл. (середнє за 2021–2023 рр.)

Таблиця 1. Вплив мікробних препаратів на структурні показники гречки, шт./роsl. (середнє за 2021–2023 рр.)

Варіант	Кількість суцвіть	Кількість зерен, з них		
		всього	виповнених	щуплих
Контроль (без оброблення)	17,7	91	76	15
Аватар (підживлення рослин)	25,3	151	131	20
Азогран + Аватар	28,0	168	146	22
Азогран (бактеризація насіння)	26,8	170	146	24
<i>S</i>	4,63	36,9	33,3	3,86
<i>V</i> ,%	18,9	25,5	26,6	19,1

Більш сприятливі умови для утворення зерна були на варіантах з обробкою насіння азотфіксувальними та фосфатмобілізувальними бактеріями і в комплексі з позакореновим підживленням. Загальна кількість зерен на рослині, в середньому за роки дослідження, становила 170 шт., з них 146 повних і 24 шт. щуплих (рудяк) (табл.1).

На рослинах утворюється багато невивпненого зерна. Найбільший відсоток такого зерна утворилося у вегетаційний період 2021 р. через метеорологічні умови, коли цвітіння гречки проходило в посушливих умовах. Сума ефективних температур становила 233,7 °С, а сума опадів лише 3,8 мм, ГТК = 0,16. Рослини гречки були сильно пригнічені, а в денні години спостерігалось в'янення листків. У таких умовах не проходило опилання квітів, що призвело до утворення багато невивпненого зерна.

Розрахунки коефіцієнта варіації вказують на середню залежність кількості суцвіть ($V = 18,9\%$) та кількості щуплих зерен ($V = 18,9\%$), сформованих на рослині під впливом обробки насінневого матеріалу та позакореневої обробки рослин. До того ж такі показники, як озерненість рослин та кількість виповнених зерен характеризуються значним варіюванням ознаки залежно від варіантів досліду – коефіцієнт варіації сягав відповідно 25,5% і 26,7%.

Врожайність продукції є підсумковим показником, за яким слід проводити аналіз ефективності та

доцільності застосування того чи іншого заходу [11; 12]. Ці дослідження свідчать про ефективність впливу досліджуваних чинників у технології вирощування гречки в органічному виробництві на ріст, розвиток і продуктивність. З огляду на це, підтверджено значний вплив бактеріального препарату Азогран на врожайність гречки сорту Син 3/02 за вирощування її в органічному землеробстві. Високу врожайність зерна гречки одержано за бактеризації насіння препаратом Азогран та позакореновим підживленням.

Спостереження за процесом формування врожайності зерна гречки в органічному виробництві показало чітку її залежність від впливу чинників. У середньому за три роки досліджень найвищу врожайність зерна гречки отримано на варіанті із застосуванням оброблення насіння препаратом Азогран та проведення позакореневого підживлення препаратом удобрювальної дії Аватар (табл. 2).

До того ж урожайність зерна становила 2,30 т/га, що на 0,91 т/га більше порівняно із контролем. На фоні одного позакореневого підживлення, врожайність зерна становила 2,12 т/га, що на 0,75 т/га більше, ніж на контролі. А одна лише бактеризація насіння азотфіксувальними та фосфатмобілізувальними бактеріями підвищила продуктивність рослини порівняно з контролем на 0,85 т/га і сягала 2,24 т/га.

Залежно від погодних умов року найстрокатішим відносно впливу варіантів оброблення насіння

Таблиця 2. Урожайність гречки залежно від застосування препаратів в органічному виробництві, т/га (середнє за 2021–2023 рр.)

Варіант	Рік			У середньому за 2021–2023 рр.	+/- до контролю	
	2021	2022	2023		т/га	%
Контроль (без оброблення)	1,07	1,12	2,00	1,39	–	–
Аватар (підживлення рослин)	1,25	2,25	2,87	2,12	0,75	52,5
Азогран + Аватар	1,43	2,77	2,71	2,30	0,91	65,5
Азогран (бактеризація насіння)	1,52	2,45	2,75	2,24	0,85	61,2
<i>V</i> ,%	15,1	33,4	15,3	21,0	–	–

на врожайність гречки виявився 2022 р. ($V = 33,4\%$). Середня інтенсивність впливу варіантів досліду на врожайність була у 2021 та 2023 рр. (відповідно $V = 15,1\%$ і $V = 15,3\%$).

ВИСНОВКИ

Отже, встановлено, що мікробні препарати за застосування їх в технології вирощування гречки за органічного виробництва, сприяли нарощуванню максимальної висоти рослин на 20%; вегетативної надземної маси на 54,3–62,3%; формуванню сухої

речовини – на 60–80%; підвищенню урожайності зерна від 0,75 т/га до 0,91 т/га. Більш ефективним було застосування препарату Азогран нано (оброблення насіння азотфіксувальними та фосфатмобілізувальними бактеріями) сумісно з підживленням рослин препаратом Аватар органік (підживлення мікроелементами).

Середня інтенсивність впливу варіантів досліду на врожайність відмічена у 2021 та 2023 рр. (відповідно $V = 15,1\%$ і $V = 15,3\%$).

ЛІТЕРАТУРА

- Петриченко В.Ф., Камінський В.Ф. Наукове забезпечення та перспективи органічного землеробства в Україні. Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і реалізація якісної органічної продукції. Київ, 2013. С. 3–15.
- Квашук О.В., Сучек М.М., Хоміна В.Я., Пастух О.Д. Круп'яні культури. Камянець-Подільський: ПП «Медобори-2006», 2013. 288 с.
- Камінський В.Ф. Наукові засади біологічного землеробства в умовах змін клімату. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2016. Вип.1. С. 3–15.
- Камінський В.Ф., Грищенко Р.Є., Любчик О.Г. Вплив сидерації на продуктивність гречки і проса за органічного виробництва. Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і реалізація якісної органічної продукції. Київ, 2013. С.100–107.
- Малиновська І.М. Використання бактеріальних препаратів в органічному агровиробництві. Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і реалізація якісної органічної продукції. Київ, 2013. С. 83–89.
- Мойсієнко В.В., Тимощук Т.М., Панчишин В.З. Формування продуктивності гречки залежно від позакореневого підживлення. *Землеробство та тваринництво: теорія і практика*. 2023. №2 (8). С. 63–72.
- Аватар органік мікродобриво підвищення врожайності. URL: https://agrovektor.com/ua/physical_product/238393-avator-organik-mikroudobrenie-povyshenie-urozhaynosti.
- Аватар органік – мікродобриво, яке дозволено для використання у органічному землеробстві, його якість та безпека підтверджена міжнародним сертифікатом Органік стандарт. URL: http://www.avataragro.com/page/avatar_1.php.
- Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів, 2002. 800 с.
- Грицаєнко З.М. Даценко А.А. Урожайність зерна гречки за дії біологічних препаратів. *Агробіологія*. 2014. № 2. С. 39–42.
- Дерев'янський В.П., Сучек М.М., Каленська С.М., Токмакова Л.М. Ефективність біологічних препаратів при вирощуванні круп'яних культур в умовах Правобережного Лісостепу України : науково-практичні рекомендації. Самчики, 2015. 20 с.
- Karbivska Iiana, Kunychak Galyna, Dutchak Olga and other. Application of Biologization Elements in Buckwheat Organic Cultivation Technology. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2024. 25(5). P. 235–242. <https://doi.org/10.12912/27197050/186125>.
- Maksimovic Liviya, Sekulic Petar, Sikora Vladimir, Popovic Vera. A possibility for organic buckwheat production under irrigation. International Congress: soil-water-plant. Section: Soil-Water-Environment Protection, 2015. P.424–434. URL: <https://www.cabi-digitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20143128085>.
- Мащенко Ю. В., Семеняка І. М. Удосконалена технологія вирощування гречки в умовах Північного Степу України. Київ: Аграрна наука, 2018. 184 с.

REFERENCES

- Petrychenko, V. F., Kaminskyi, V. F. (2013). Naukove zabezpechennia ta perspektyvy orhanichnoho zemlerobstva v Ukraini. Poiednannia nauky, osvity, praktychnoho vyrobnytstva i realizatsiia yakisnoi orhanichnoi produktsii [Scientific support and prospects of organic farming in Ukraine. A combination of science, education, practical production and the realization of high-quality organic products]. Kyiv. P. 3–15 [in Ukrainian].
- Kvashchuk, O.V., Suchek, M.M., Khomina, V.Ya., Pastukh, O.D. (2013). *Krupiani kultury [Cereal cultures]*. Kamianets-Podilskyi: PP Medobory-2006 [in Ukrainian].
- Kaminskyi, V. F. (2016). Naukovi zasady biolohichnoho zemlerobstva v umovakh zmin klimatu

- [Scientific principles of biological agriculture in conditions of climate change]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*, 1, 3–15 [in Ukrainian].
4. Kaminskyi, V.F., Hryshchenko, R.Ye., Liubchych, O.H. (2013). Vplyv syderatsii na produktyvnist hrechky i prosa za orhanichnoho vyrobnytstva. Poiednannia nauky, osvity, praktychnoho vyrobnytstva i realizatsiia yakisnoi orhanichnoi produktsii [The influence of sideration on the productivity of buckwheat and millet in organic production. A combination of science, education, practical production and the realization of high-quality organic products]. Kyiv. P. 100–107 [in Ukrainian].
 5. Malynovska, I.M. (2013). Vykorystannia bakterialnykh preparativ v orhanichnomu ahrovyrobnytstvi. Poiednannia nauky, osvity, praktychnoho vyrobnytstva i realizatsiia yakisnoi orhanichnoi produktsii [The use of bacterial preparations in organic agricultural production. A combination of science, education, practical production and the realization of high-quality organic products]. Kyiv. P. 83 – 89 [in Ukrainian].
 6. Moisiienko, V.V., Tymoshchuk, T.M., Panchyshyn, V.Z. (2023). Formuvannia produktyvnosti hrechky zalezno vid pozakorenevoho pidzhyvlenia [Formation of buckwheat productivity depending on foliar fertilization]. *Zemlerobstvo ta tvarynnytstvo: teoriia i praktyka*, 2 (8), 63–72 [in Ukrainian].
 7. Avatar-orhanik mikrodobryvo pidvyschennia vrozhaivosti Elektronnyi resurs [Avatar-organic micro-fertilizer for increasing productivity]. (n.d.). URL: https://agrovektor.com/ua/physical_product/238393-avatar-organik-mikroutobrenie-povyshenie-urozhaynosti [in Ukrainian].
 8. Avatar Orhanik – mikrodobryvo, yake dozvoleno dlia vykorystannia u orhanichnomu zemlerobstvi, yoho yakist ta bezpeka pidtverdzhena mizhnarodnym sertyfikatom Orhanik standart [Avatar Organic is a micro-fertilizer approved for use in organic farming, its quality and safety is confirmed by the international Organic Standard certificate]. (n.d.). URL: http://www.avataragro.com/page/avatar_1.php [in Ukrainian].
 9. Lykhochvor, V.V. (2002). *Roslynnystvo. Tekhnologii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur [Plantation. Technologies for growing agricultural crops]*. Lviv [in Ukrainian].
 10. Hrytsaienko, Z.M., Datsenko, A.A. (2014). Urozhainist zerna hrechky za dii biolohichnykh preparativ [Buckwheat grain yield under the action of biological preparations]. *Ahrobiolohiia*, 2, 39–42 [in Ukrainian].
 11. Derevianskyi, V.P., Suchek, M.M., Kalenska, S.M., Tokmakova, L.M. (2015). *Efektivnist biolohichnykh preparativ pry vyroshchuvanni krupianykh kultur v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy (naukovo-praktychni rekomendatsii) [Effectiveness of biological preparations in the cultivation of grain crops in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine (scientific and practical recommendations)]*. Samchyky [in Ukrainian].
 12. Karbivska, I., Kunychak, G., Dutchak O. et al. (2024). Application of Biologization Elements in Buckwheat Organic Cultivation Technology. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 25(5), 235–242. <https://doi.org/10.12912/27197050/186125> [in English].
 13. Maksimovic L., Sekulic P., Sikora V., Popovic V. (2015). A possibility for organic buckwheat production under irrigation. International Congress: soil-water-plant. Section: Soil-Water-Environment Protection. P. 424–434. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20143128085> [in Serbia].
 14. Mashchenko Yu. V., Semeniaka I. M. (2018). *Udoskonalena tekhnolohiia vyroshchuvannia hrechky v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy [Improved buckwheat cultivation technology in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine]*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

Hryshchenko R.E., Lyubchych A.G., Glieva O.V.

Influence of elements of technology on the formation of vegetative and generative organs of buckwheat plants during organic cultivation

Aim. To study the peculiarities of the formation of vegetative and generative organs of buckwheat depending on the use of microbial preparations in the technology of growing under organic farming. **Methods.** Field, laboratory and comparative-calculation. The scheme of the experiment included: seed treatment (nitrogen-fixing and phosphorus-mobilizing bacteria); foliar feeding of plants with a fertilizing agent; seed treatment and foliar fertilization; control (no treatment). **Results.** It was determined that in the variants with the application of seed sterilization, the height of the plants was higher by 21% in the initial phases of development, and by 13% in the ripening phase; with foliar feeding – by 8.6 cm in the initial phases of growth and by 9.7 cm in the ripening phase, compared

to plants of the control variant – 43.8 cm and 83.7 cm, respectively. The highest indicators of the vegetative mass of buckwheat plants were increased in the fruiting phase, which in the version without fertilizers amounted to 18.4 g/plant, with seed germination – 10.0 g higher; for foliar feeding – by 8.0 g; for a compatible combination – by 11.5 g, compared to the control variant. Both seed treatment and foliar feeding of plants had a positive effect on the accumulation of dry matter by buckwheat plants. However, the largest amount of dry matter was formed during the complex application of seed sterilization and plant feeding, and amounted to 0.91 g/plant in the budding phase; in the flowering phase – 3.64 g/plant; in the ripening phase – 9.11 g/plant. Formation of buckwheat grain yield in organic production showed its clear dependence on the influence of factors. On average, over the years of research, the highest yield of buckwheat grain was obtained on the variant with the use of seed bacterization with the drug Azogran and foliar fertilizing with the fertilizer Avatar. **Conclusions.** The use of microbial preparations in the technology of growing buckwheat under organic production contributed to increasing the maximum height of plants by 20%; vegetative above-ground mass by 54.3–62.3%; formation of dry matter – by 60–80%; increasing grain yield from 0.75 t/ha to 0.91 t/ha. More effective was the use of seed sterilization in conjunction with plant nutrition with trace elements.

Key words: variant, buckwheat, experiment, microbial preparations, organic cultivation, foliar fertilization, productivity.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Грищенко Р.Є., старший науковий співробітник, кандидат сільськогосподарських наук, Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України», ORCID: 0000-0002-6503-6034.

Любчик О.Г., завідувач відділу технологій зернобобових круп'яних та олійних культур, кандидат сільськогосподарських наук, Національний науковий центр

Hryshchenko R.E., Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine», ORCID: 0000-0002-6503-6034.

Lyubchych O.H., Head of The Department of Technologies of Leguminous Cereals and Oilseeds, Candidate of Agricultural Sciences, National Scientific Center «Institute of

«Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України», e-mail: slyubchich@ukr.net, ORCID: 0000-0001-6768-1398.

Глієва О.В., науковий співробітник, Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України», e-mail: sun_summer@ukr.net, ORCID : 0000-0002-3961-4072.

Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine», e-mail: sublychich@ukr.net, ORCID: 0000-0001-6768-1398.

Glieva O.V., researcher of the National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine», e-mail: sun_summer@ukr.net, ORCID : 0000-0002-3961-4072.

Надійшла 25.06.2024

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

В.М. Юла, В.В. Камінська, М.А. Породько, О.Ф. Дудка, Б.В. Мушик

ННЦ «ІЗ НААН» (с-ще Чабани, Україна)

Мета. Встановити особливості формування щільності продуктивного стеблостою, озерненості та продуктивності колоса рослин ячменю ярого та як наслідок урожайність культури за зміни кліматичних умов залежно від впливу окремих елементів технології вирощування та виявити найбільш ефективно їх поєднання з метою максимальної реалізації генетичного потенціалу продуктивності культури в умовах північної частини Правобережного Лісостепу України. **Методи.** Під час проведення досліджень було застосовано метод польового дослід, візуальний, ваговий, розрахунковий та статистичний. **Результати.** Дослідження, проведені впродовж 2018–2020 рр. на темно-сірому опідзоленому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті в умовах північної частини Правобережного Лісостепу показали, що система удобрення, застосування стимуляторів росту та попередник істотно впливають на формування таких елементів структури врожаю ячменю ярого, як щільність продуктивного стеблостою, озерненість і продуктивність колоса, які, своєю чергою, забезпечили формування високого рівня продуктивності культури. **Висновки.** Встановлено, що для формування максимального врожаю зерна ячменю ярого найефективнішим виявилось комплексне застосування мінеральних добрив у нормі $N_{(45+45)}P_{90}K_{90}$ кг/га д.р. та використання стимуляторів росту для передпосівної обробки насіння і позакоренево на IV етапі органогенезу, яке забезпечило найвищу урожайність культури в досліді на рівні –4,39 т/га за вирощування її після сої та 4,88 т/га – після кукурудзи на зерно. Внесення зазначеної норми добрив забезпечувало приріст урожайності культури до контролю на рівні 1,52 і 1,83 т/га – за вирощування після сої та 2,72 і 3,18 т/га – після кукурудзи на зерно залежно від застосування стимуляторів росту. Параметри структури врожаю ячменю ярого, що забезпечили максимальний рівень реалізації потенціалу продуктивності культури після попередника соя такі: щільність продуктивного стеблостою 750–773 шт./м² та маса зерна з колоса 0,58–0,60 г, після попередника кукурудза 777–793 шт./м² і 0,61–0,65 г відповідно.

Ключові слова: удобрення, попередник, стимулятори росту, щільність продуктивного стеблостою, озерненість колоса, продуктивність колоса.

Вступ. Урожайність ячменю ярого залежить від значної кількості господарсько-цінних ознак: продуктивного кушення, довжини колоса, кількості зерен в колосі, маси рослин і зерен [1; 2]. Вагомим чинником у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур є оптимальна густина стояння рослин на одиниці площі. Однак не встановлено граничних параметрів густоти агроценозів, які б забезпечували максимальну реалізацію генетичного потенціалу культури за рахунок відмінностей у технологіях вирощування, різних ґрунтово-кліматичних та погодних умов, а також сортових особливостей [3; 4]. Отже, процес формування врожаю варто розглядати

через призму комплексної дії абіотичних і біотичних чинників, які впливають на динаміку формування елементів структури врожаю, зокрема, таких як щільність продуктивного стеблостою, озерненість та продуктивність колоса [5–7].

Проведення комплексної оцінки складових технологій вирощування сортів ячменю ярого на основі глибокого аналізу елементів структури формування врожаю, сортових особливостей і якості одержуваної під час цього продукції дасть можливість підвищити ефективність виробництва цієї культури.

Мета досліджень. Встановити, особливості формування щільності продуктивного стеблостою,

озерненості та продуктивності колосу рослин ячменю ярого та, як наслідок, урожаю зерна за зміни клімату залежно від впливу окремих елементів технології вирощування та виявити найбільш ефективне їх поєднання для отримання максимальної реалізації генетичного потенціалу культури в умовах північної частини Правобережного Лісостепу України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За твердженням Іщенко В.А. [8], елементи індивідуальної продуктивності рослин ячменю ярого залежать як від погодних умов, так і від дози добрив внесених під попередник. Після попередника соя отримала найбільшу кількість зерен та масу зерна з колоса. Найвищу врожайність культури у Степу отримали після сої 4,71 т/га, зернових культур – 4,22 т/га, соняшнику – 4,15 т/га, кукурудзи на зерно – 3,54 т/га. Ефективність добрив залежала від дози внесення та від попередників. За умов застосування $N_{10}P_{10}K_{10}$ приріст відносно контролю сягав 0,32–0,63 т/га (8,4–17,0%), $N_{40}P_{40}K_{40}$ – 0,66–0,95 т/га (17,4–25,8 %). В умовах Північного Степу України на чорноземах звичайних важкосуглинкових ячмінь ярий сорту Статок слід висівати після сої, зернових культур, соняшнику і кукурудзи на зерно за технології, яка передбачає передпосівне внесення добрив $N_{10}P_{10}K_{10}$.

Рівень урожайності культури на 50–60 % і більше визначається щільністю продуктивного стеблостою. Так, у дослідях Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН» [9], проведених на темно-сірих лісових ґрунтах, максимальна продуктивність ячменю ярого сорту Дружба – 6,93 т/га – отримана у кращі за погодними умовами роки за щільності продуктивного стеблостою 968 шт./м², сорту Роланд – 8,24 т/га за щільності 962 шт./м². Отже можна зробити висновок, що формування врожайності культури має динамічний характер, який істотно залежить від особливостей сорту, його вимог до технології вирощування, а тому потребує наукового підходу до формування густоти посівів.

До того ж комплексний вплив таких елементів технології вирощування ячменю ярого, як система удобрення, стимулятори росту за розміщення культури після різних попередників в умовах північної частини Правобережного Лісостепу на формування структурного аналізу врожаю за зміни клімату вивчено недостатньо.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили у довгостроковому стаціонарному досліді відділу зернових колосових культур «ННЦ ІЗ НААН»

упродовж 2018–2020 рр. Ячмінь ярий сорту Віраж висівали з нормою 4,5 млн схожих насінин на гектар. Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений крупнопилувато-легкосуглинковий, характеризується низьким умістом гумусу, дуже низьким рівнем забезпеченості лужногідролізованим азотом, високим вмістом рухомих форм фосфору, середнім – калію. Площа облікової ділянки 28 м², повторність досліду – чотириразова.

Відповідно до схеми досліду, ячмінь ярий був висіяний після попередників соя і кукурудза на зерно. На фоні внесення побічної продукції попередника вивчали такі дози добрив $P_{30}K_{30}N_{30}$; $P_{30}K_{30}N_{30}$ + мікродобриво; $P_{60}K_{60}N_{30}+N_{30IV}$; $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$; $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ та застосування інтегрованої системи захисту: протруювання насіння, внесення гербіцидів і фунгіцидів у поєднанні із стимулятором росту і без нього.

Агротехніка вирощування ячменю ярого загальноприйнята для зони вирощування окрім факторів, що досліджували. Використовували мінеральні добрива у формі аміачної селітри (34,5% д. р. азоту), суперфосфату простого гранульованого (19,5% д. р. P_2O_5) і калію хлористого (56% д. р. K_2O). Фосфорні і калійні добрива вносили під основний обробіток, азотні – навесні під культивування та у фазі виходу в трубку (IVe. о.).

На IV етапі органогенезу застосовували мікродобриво Біфоліар Мікроплант, хелатизоване та вироблене за нанотехнологією у формі рідини та суспензії. Стимулятори росту застосовували у 2 етапи. Проводили обробку насіння перед сівбою стимулятором росту Регоплант, 250 мл/т. На IV етапі органогенезу здійснювали обприскування посівів Стимпо, у дозі 20 мл/га.

Під час проведення досліджень керувалися методикою польового досліду. Визначення врожайності основної та побічної продукції проводили подільською, методом суцільного обліку прямим комбайнуванням. Бункерну масу зерна перераховували на врожайність з одного гектара з урахуванням засміченості і вологості, які визначали за ДСТУ 4138–2002.

Результати та їх обговорення. Збільшення урожайності агрофітоценозів рослин ячменю ярого, та одержання оптимальної кількості продуктивних стебел, залежить від ефективного використання ґрунтово-кліматичного потенціалу регіону, сучасних досягнень селекції та інтенсивних технологій вирощування. Як зазначають Демидов О.А., Гудзенко В.С.,

Кочмарський В.С. [10], параметри оптимального продуктивного стеблостою не є постійною величиною для культури чи сорту. Збереження оптимальної щільності продуктивного стеблостою до збору врожаю є однією з вимог інтенсивної технології вирощування зернових культур.

За результатами проведених досліджень встановлено, що кількість продуктивних стебел на IX етапі органогенезу збільшувалась завдяки застосуванню мінеральних добрив та позитивному впливу стимуляторів росту. По попереднику соя кількість продуктивних стебел відносно контролю залежно від рівня мінерального удобрення була більшою на 99–350 шт./м², або на 18,2–76,1% за застосування стимуляторів росту та на 83–323 шт./м², або на 18,2–70,7% без використання цього елемента технології вирощування (табл. 1). Після попередника кукурудза на зерно за аналогічних умов кількість продуктивних стебел збільшувалась відповідно на 153–446 і 128–424 шт./м² (табл. 2).

Аналіз впливу попередників на формування продуктивного стеблостою ячменю ярого, показав, що без використання добрив, за застосування органічної системи удобрення та помірних норм мінеральних добрив перевагу мало вирощування культури за попередника соя, забезпечуючи підвищення щільності стеблостою на 1,6–16,4%. Натомість, підвищені і високі норми мінеральних добрив, а також післядія удобрених фонів попередника сприяли збільшенню кількості продуктивних стебел за вирощування після

кукурудзи на 20–37 шт./м² порівняно варіантами, вирощуваними після сої.

Застосування стимуляторів росту для передпосівного оброблення насіння та позакореневого підживлення на IV етапі органогенезу забезпечило формуванню більшої кількості продуктивних стебел – за вирощування після сої на 3–30 шт./м², або 0,7–3,8%, після кукурудзи на зерно – на 4–29 шт./м², або 1,0–5,6%.

Зазначені вище закономірності зберігалися і на XII етапі органогенезу культури. Комплексне застосування мінеральних добрив та стимуляторів росту забезпечувало формування кількості продуктивних стебел на рівні 530–783 шт./м² за вирощування після сої та 510–810 шт./м² – після кукурудзи на зерно.

За рахунок використання стимуляторів росту відмічали збільшення продуктивного стеблостою на 4–23 шт./м², або 0,9–4,3% залежно від попередника та системи удобрення.

Максимальні показники щільності продуктивного стеблостою отримали на варіантах технології, які передбачали застосування стимуляторів росту та високий рівень забезпечення рослин поживними елементами за рахунок внесення мінеральних добрив нормами $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$ або $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні побічної продукції – за вирощування після сої 750–783 шт./м², після кукурудзи на зерно – 777–810 шт./м².

Серед елементів структури врожаю зернових колосових культур одним із основних елементів

Таблиця 1. Щільність продуктивного стеблостою у посівах ячменю ярого залежно від досліджуваних елементів технології за попередника соя, шт./м², середнє за 2018–2020 рр.

Варіант удобрення	IX етап органогенезу		XII етап органогенезу	
	1*	2	1	2
Без добрив (контроль)	457	460	443	447
Побічна продукція попередника (П.п.)	487	497	467	477
П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$ + мікродобриво	540	559	533	530
П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	543	563	523	537
П.п. + $N_{30}P_{60}K_{60}+N_{30(IV)}$	730	747	707	723
П.п. + $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$	780	810	760	783
П.п. + $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$	773	793	750	773
\bar{X}	616	633	598	610
$S\bar{x}$	53	55	52	55
$V, \%$	22,7	23,1	22,9	23,7
S	140	146	137	144

Примітка. 1 – без застосування стимуляторів росту, 2 – з застосуванням стимуляторів росту.

Таблиця 2. Щільність продуктивного стеблостою у посівах ячменю ярого залежно від досліджуваних елементів технології за попередника кукурудза на зерно, шт./м², середнє за 2018–2020 рр.

Варіант удобрення	IX етап органогенезу		XII етап органогенезу	
	1*	2	1	2
Без добрив (контроль)	393	397	380	387
Побічна продукція попередника (П.п.)	407	420	393	410
П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво	521	550	515	520
П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	530	547	510	523
П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)}	727	750	700	717
П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)}	817	843	790	810
П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)}	797	813	777	793
\bar{X}	599	617	581	594
S \bar{x}	68	70	66	67
V, %	30,0	29,9	29,9	29,8
S	179	184	174	177

Примітка. 1 – без застосування стимуляторів росту, 2 – з застосуванням стимуляторів росту.

являється озерненість колоса, яка відіграє значну роль у підвищенні їхньої зернової продуктивності. Її величина залежить від великої кількості факторів, дія і взаємодія яких значною мірою зазнає змін від впливу умов зовнішнього середовища [11].

За результатами досліджень в середньому за 2018–2020 рр. озерненість колоса за попередника соя змінювалася від 11 до 14 шт. залежно від системи удобрення і застосування стимуляторів росту (табл. 3). Найбільшу кількість зерен з колоса – 14 шт. за даного попередника отримали за технологій вирощування ячменю ярого, які передбачали внесення мінеральних добрив нормами N₃₀P₆₀K₆₀ + N_{30(IV)} або N₄₅P₉₀K₉₀ + N_{45(IV)} кг/га д. р. на фоні заробляння побічної продукції та застосування стимуляторів росту. За вирощування після попередника кукурудза озерненість колоса ячменю ярого знаходилась у межах від 10 до 15 шт. залежно від рівня удобрення та застосування стимуляторів росту. На варіанті з внесенням N₆₀P₈₀K₈₀ + N_{60(IV)} кг/га д. р. цей показник становив 14 шт. у варіанті без застосування стимуляторів росту та 15 шт. – за їх використання.

Проведені дослідження показали позитивний вплив добрив на формування кількості зерен у колосі, проте цей показник значною мірою залежав від попередників. За вирощування ячменю ярого після сої на більшості варіантів технології, які передбачали внесення мінеральних добрив відмічена тенденція до підвищення цього показника на 8,3–16,7%, за виключенням варіанту із застосуванням добрив нормою N₃₀P₃₀K₃₀ кг/га д. р. + мікродобриво на фоні

побічної продукції попередника, де озерненість колоса була нижчою за показники контролю на 1 шт. За використання лише побічної продукції попередника, навпаки, спостерігали підвищення кількості зерен із колоса на 1 шт.

Після попередника кукурудза на зерно за застосування органічної системи удобрення, яка передбачала заорювання пожнивних решток попередника, відмічене зниження показника озерненості – у колосі до 10 зерен як за використання стимуляторів росту, так і без них, тоді як на контролі колос формував 11 зерен. Вплив стимуляторів росту після цього попередника більшою мірою проявився у варіантах внесення мінеральних добрив, забезпечуючи збільшення озерненості колоса на 7,1–9,1 %.

Проведення статистичного аналізу даних показав незначну варіацію показника озерненості колоса залежно від рівня удобрення за вирощування після сої (коефіцієнт варіації 6,3 і 8,8%) та істотний рівень варіабельності – після кукурудзи (13,0 і 14,2 % залежно від застосування стимуляторів росту).

У підвищенні врожайності зернових культур найважливішою ознакою є маса зерна з колоса, або продуктивність колоса, що є важливим елементом структури врожаю [12–14]. Т.П. Лозінська, А.В. Шевчук [15] стверджують, що цей показник залежить як від морфологічних особливостей – довжини колоса, кількості та крупності зерен у ньому, так і від умов вирощування.

У середньому за 2018–2020 рр. продуктивність колоса ячменю ярого сорту Віраж після попередника

Таблиця 3. Озерненість колоса ячменю ярого залежно від технології вирощування, шт., середнє за 2018–2020 рр.

Варіант удобрення	Попередник соя		Попередник кукурудза на зерно	
	1*	2	1	2
Без добрив (контроль)	12	12	11	11
Побічна продукція попередника (П.п.)	13	13	10	10
П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво	11	11	11	12
П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	13	13	13	14
П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)}	13	14	14	15
П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)}	12	12	12	13
П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)}	13	14	14	14
\bar{X}	12	13	12	13
$S\bar{X}$	0,3	0,4	0,6	0,7
$V, \%$	6,3	8,8	13,0	14,2
S	1	1	2	2

Примітка. 1 – без застосування стимуляторів росту, 2 – з застосуванням стимуляторів росту.

соя на варіанті без добрив сягала 0,59 г – за використання стимуляторів росту в технологію вирощування культури, та 0,58 г – без застосування стимуляторів (рис. 1). Органічна система удобрення не мала істотного впливу на цей показник. За технології вирощування, яка передбачала внесення добрив нормою N₃₀P₃₀K₃₀ кг/га д. р. на фоні заорювання побічної продукції встановлено приріст досліджуваного показника на 0,16 і 0,17 г залежно від застосування стимулятора росту. Нижчі прирости – 0,07–0,10 г – зафіксовано за включення до такої системи удобрення позакореневого застосування мікродобрива Біфоліар Мікроплант.

Під час вирощування ячменю ярого після попередника кукурудза на зерно продуктивність колоса залежно від досліджуваних елементів технології змінювалась у межах від 0,42 до 0,65 г (рис. 2).

На варіантах, де використовували лише побічну продукцію попередника значення цього показника знижувалось на 6,5–6,7 % порівняно з контролем. Слід відмітити, що показники продуктивності колоса поступово зростали відповідно збільшенню рівня мінерального удобрення від 26,7–30,4% у варіанті застосування N₃₀P₃₀K₃₀ + мікродобриво до 35,6–41,3% за внесення добрив нормою N₄₅P₉₀K₉₀ + N_{45(IV)}, за винятком варіанта із внесенням П.п. + N₆₀P₈₀K₈₀ + N_{60(IV)}, за якої приріст продуктивності колоса становив 20,0–21,7%.

За результатами досліджень вставлено позитивний вплив стимуляторів росту на формування продуктивності колоса ячменю ярого сорту Віраж.

Залежно від фону удобрення приріст цього показника за застосування стимуляторів росту за вирощування після сої становив 1,7–6,2 %, після кукурудзи на зерно – 2,2–6,6 %.

Нами відмічена наступну закономірність щодо впливу попередника на формування продуктивності колоса: на контрольних варіантах і за органічної системи удобрення та з помірним рівнем забезпечення поживними речовинами (внесення N₃₀P₃₀K₃₀ на фоні побічної продукції з мікродобривом і без) вищу масу зерна з колоса забезпечувало вирощування культури після сої – на 14,1–40,5 % без застосування стимуляторів росту і на 15,8–38,1 % за застосування препаратів рістрегулювальної дії. На нашу думку, причиною цього є забезпечення попередником соєю кращого фону живлення за рахунок азотфіксації. Разом із тим за вирощування ячменю після кукурудзи відмічено негативний вплив шкідливих речовин, які залишаються під час розкладання побічної продукції попередника. Цей вплив компенсується підвищеними нормами добрив – за внесення N₃₀P₆₀K₆₀ + N_{30(IV)} і N₆₀P₈₀K₈₀ + N_{60(IV)} отримано майже однакові значення показника продуктивності колоса як за обох попередників.

За технології вирощування, яка передбачала внесення мінеральних добрив нормою N₄₅P₉₀K₉₀ + N_{45(IV)} кг/га д. р. на фоні заорювання побічної продукції було відміченою переваги кукурудзи як попередника – у цих варіантах отримали зростання продуктивності колоса на 4,9% без використання препаратів рістрегулювальної дії, і на 8,2% за передпосівної

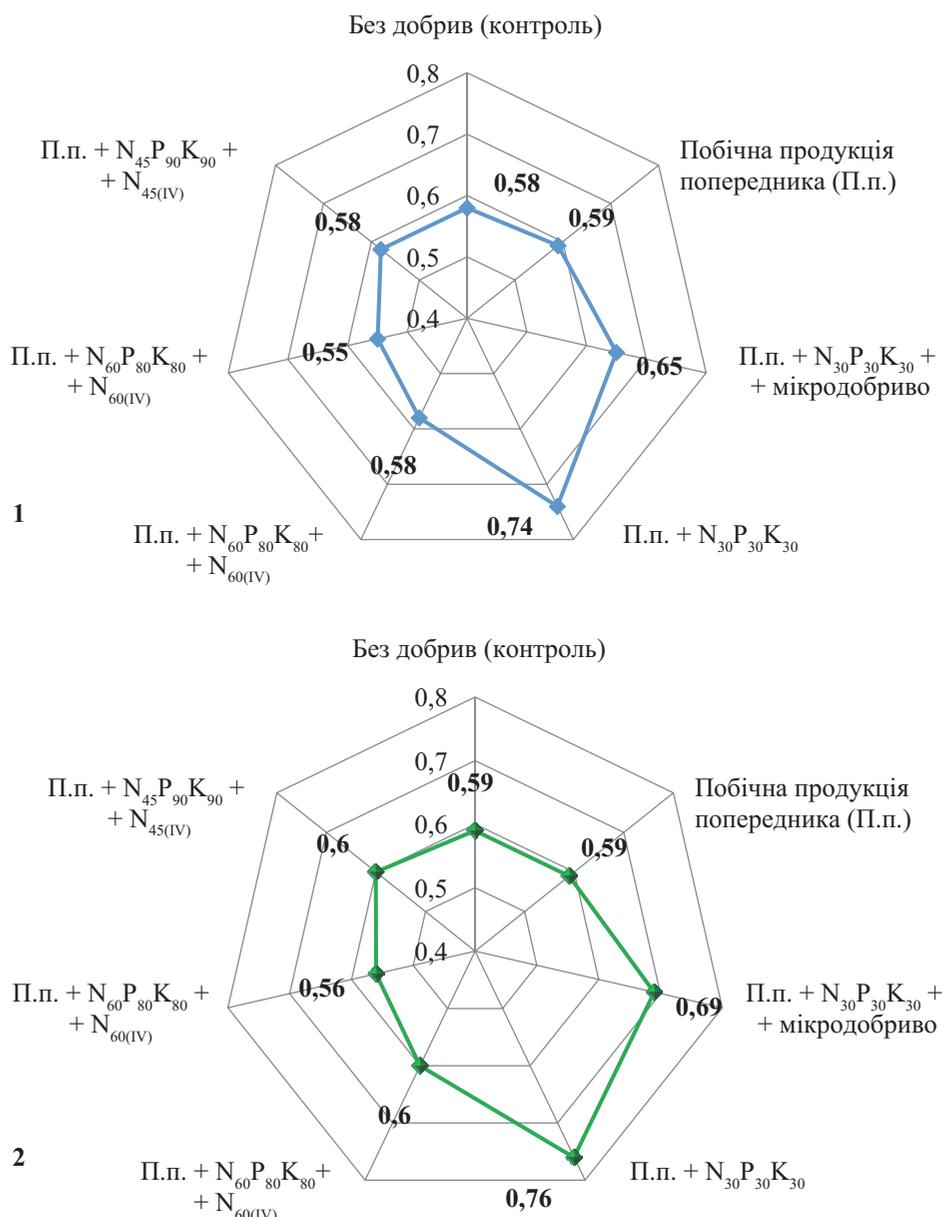


Рис. 1. Продуктивність колоса ячменю ярого за вирощування після сої, г, середнє за 2018–2020 рр.

Примітка. 1 – без застосування стимуляторів росту, 2 – з застосуванням стимуляторів росту.

обробки насіння препаратом Регоплант та позакореневого внесення на IV етапі органогенезу стимулятора Стимпо (рис. 2).

Отже, максимальні показники продуктивності колоса – 0,74–0,76 г рослини ячменю ярого формували на варіантах із застосуванням стимуляторів росту за вирощування після сої за внесення мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ на фоні заробляння поживних решток попередника.

За результатами проведеного кореляційного аналізу встановлено, що тіснота зв'язку урожайності з продуктивністю та озерненістю колоса залежала від попередника. За вирощування ячменю ярого після кукурудзи на зерно як за використання

стимуляторів росту, так і без них спостерігали тісний зв'язок ($r=0,858-0,873$), а за вирощування після сої зв'язок із зазначеними показниками виявився слабким ($r=0,028-0,276$).

Основним показником оцінки ефективності застосування технології вирощування є рівень урожайності. За результатами проведених досліджень у 2018–2020 рр., встановлено, що на рівень урожайності ячменю ярого впливали погодні умови вирощування, системи удобрення, попередники та стимулятори росту.

У середньому за роки досліджень урожайність ячменю ярого змінювалась у межах від 1,52 т/га до 4,88 т/га зерна залежно від варіанта удобрення

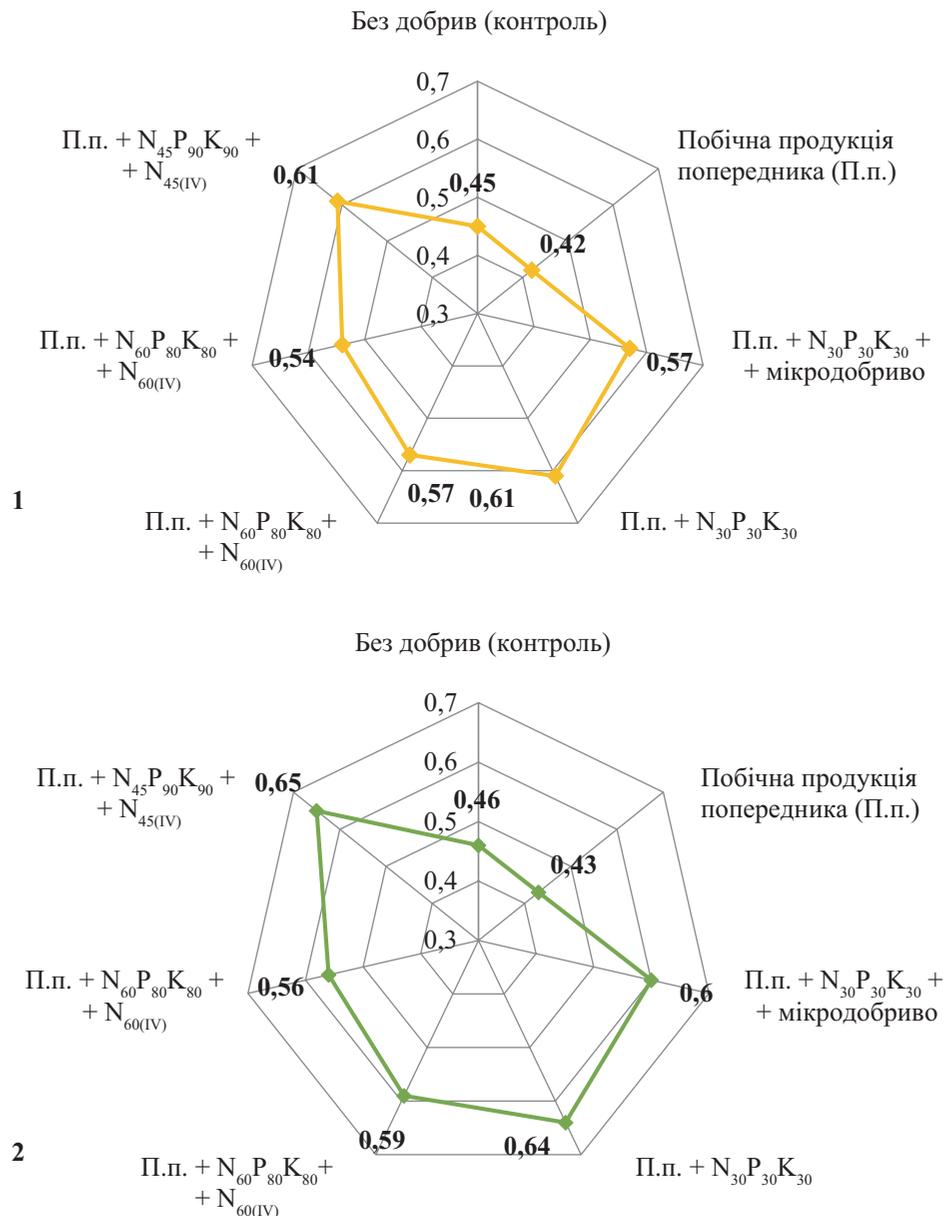


Рис. 2. Продуктивність колоса ячменю ярого за вирощування після кукурудзи на зерно, г, середнє за 2018–2020 рр.

Примітка. 1 – без застосування стимуляторів росту, 2 – з застосуванням стимуляторів росту.

і застосування стимуляторів росту за вирощування після кукурудзи і від 2,48 до 4,39 т/га – після сої (табл. 4).

Встановлено, високу ефективність використання мінеральних добрив у технології вирощування ячменю ярого. За роки досліджень максимальну реалізацію продуктивності культури отримали за рахунок внесення добрив нормою $N_{(45+45)}P_{90}K_{90}$ кг/га д. р. на фоні застосування побічної продукції попередників – 4,00 і 4,39 т/га за вирощування після сої та 4,34 і 4,88 т/га за вирощування після кукурудзи на зерно залежно від застосування стимуляторів росту рослин. Отже, внесення вказаної норми добрив забезпечувало приріст урожайності до контролю на рівні

від 1,52–1,83 т/га за вирощування після сої до 2,72–3,18 т/га – після кукурудзи на зерно.

За збільшення дози азотних добрив до N_{120} на фоні внесення $P_{80}K_{80}$ не отримали підвищення врожайності ячменю ярого порівняно зі згаданими вище варіантами. У варіантах внесення такої норми добрив за вирощування після сої урожайність зерна становила 3,67 і 3,96 т/га, після кукурудзи на зерно – 3,59 і 3,85 т/га залежно від застосування стимуляторів росту, що більше від показників, отриманих на контролі без добрив, на 1,19 і 1,40 т/га та 1,97 і 2,15 т/га відповідно. Зниження урожайності було обумовлено виляганням посівів і, як наслідок, формуванням щуплого зерна, що свідчить про недостатню збалансованість

Таблиця 4. Урожайність ячменю ярого залежно від технології вирощування, т/га, середнє за 2018–2020 рр.

Варіант удобрення	Попередник соя		Попередник кукурудза на зерно	
	1*	2	1	2
Без добрив (контроль)	2,48	2,56	1,62	1,70
Побічна продукція попередника (П.п.)	2,69	2,68	1,52	1,58
П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікродобриво	3,32	3,59	2,88	3,04
П.п. + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,48	3,62	2,92	3,05
П.п. + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N _{30(IV)}	3,78	3,83	3,80	4,13
П.п. + N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀ + N _{60(IV)}	3,67	3,96	3,59	3,85
П.п. + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀ + N _{45(IV)}	4,00	4,39	4,34	4,88
НП ₀₅	за факторами: погодні умови (рік) – 0,05; попередник – 0,04; удобрення – 0,08; стимулятор росту – 0,04; загальна – 0,29			

Примітка. 1 – без застосування стимуляторів росту, 2 – з застосуванням стимуляторів росту.

елементами живлення рослин за такої системи удобрення.

Підтвердженням встановленої закономірності є результати отримані у варіантах, які передбачали підвищення фосфорно-калійного фону удобрення до P₆₀K₆₀ та внесення азоту роздільно, дозами по 30 кг/га д.р. під передпосівну культивування та у підживлення на IV етапі органогенезу. Отже, саме збалансована система удобрення сприяла отриманню приростів урожаю зерна ячменю на 0,13–0,28 т/га вищих порівняно з удобренням нормою N₁₂₀P₈₀K₈₀ кг/га д.р.

Відмічено, що культура позитивно реагує навіть на одинарні норми внесення мінеральних добрив. Так, за використання N₃₀P₃₀K₃₀ на фоні побічної продукції урожайність ячменю ярого становила 3,48 і 3,62 т/га після сої і 2,92 і 3,05 т/га після кукурудзи на зерно, за приросту до контролю 1,00–1,06 і 1,30–1,35 т/га відповідно. За рахунок позакореневого внесення мікродобрива на фоні вищезгаданої норми удобрення відмічали незначне зниження врожайності (на 0,01; 0,03; 0,04 і 0,16 т/га при НП₀₅ за фактором «добрива» – 0,08 т/га).

Проведеними дослідженнями встановлено, що попередники мали істотний вплив на формування врожайності ячменю ярого сорту Віраж, рівень якого змінювався залежно від фону добрив. Так,

на контрольних варіантах та фонах забезпечення ячменю поживними елементами, нижчих за оптимальні (застосування побічної продукції попередника та на її фоні – внесення N₃₀P₃₀K₃₀), показники врожайності за вирощування культури після кукурудзи на зерно зафіксовані на рівні 1,52 – 3,05 т/га. Вирощування культури після сої забезпечило отримання приростів урожаю у відповідних варіантах на 13,3–43,5%.

До того ж на підвищених фонах мінерального удобрення, збалансованих за елементами живлення рослин, встановлено перевагу попередника кукурудзи на зерно. Так, за вирощування ячменю ярого після цього попередника за внесення N₍₃₀₊₃₀₎P₆₀K₆₀ одержали урожай зерна на рівні 3,80 і 4,13 т/га, що на 7,8–7,9% більше, ніж за вирощування після сої. За внесення мінеральних добрив нормою N₍₄₅₊₄₅₎P₉₀K₉₀ кг/га д.р. вирощування культури після кукурудзи було отримано 4,34 т/га зерна у варіантах без застосування стимуляторів росту і 4,88 т/га – за використання його в технології вирощування, що забезпечило приріст показника на 0,34 т/га, або 11,2 %, і 0,49 т/га, або 12,3 % відповідно. Отже, підвищення врожайності ячменю ярого було обумовлено кращим агрономічним фон, залишений високими нормами добрив, внесеними під попередник кукурудза, і, відповідно, їх

післядії у формуванні забезпечення рослин ячменю елементами живлення.

Висновки

Встановлено, що в умовах північної частини Правобережного Лісостепу України попередники, система удобрення і стимулятори росту істотно впливають на формування таких елементів структури врожаю ячменю ярого, як щільність продуктивного стеблостою, озерненість і продуктивність колоса. Найвищі показники щільності продуктивного стеблостою формували варіанти технології, які передбачали застосування стимуляторів росту та внесення мінеральних добрив нормами $N_{60}P_{80}K_{80}+N_{60(IV)}$ або $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45(IV)}$ кг/га д. р. на фоні побічної продукції – за вирощування після сої 773 і 783 шт./м², після кукурудзи на зерно – 793 і 810 шт./м². Максимальну продуктивність колосу ячменю ярого сорту Віраж – 0,74 і 0,76 г залежно від застосування стимуляторів росту – забезпечує вирощування його після сої за внесення мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ на фоні побічної продукції попередника.

Найбільшу кількість зерен у колосі – 15 шт. – рослини ячменю ярого формували за вирощування після кукурудзи на зерно за застосування технології вирощування, яка включала внесення мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{60}K_{60}+N_{30(IV)}$ кг/га д. р. на фоні заорювання побічної продукції попередника та застосування стимуляторів росту. Проведення статистичного аналізу даних показав незначну варіацію показника озерненості колоса залежно від рівня удобрення за вирощування після сої (коефіцієнт варіації 6,3 і 8,8%) та істотний рівень варіабельності – після кукурудзи (13,0 і 14,2 % залежно від застосування стимуляторів росту).

Для формування максимального врожаю зерна ячменю ярого найефективнішим виявилось комплексне застосування мінеральних добрив у нормі $N_{(45+45)}P_{90}K_{90}$ кг/га д. р. та використання стимуляторів росту для передпосівної обробки насіння та позакоренево на IV етапі органогенезу, яке забезпечило у середньому за 2018–2020 рр. урожайність культури за вирощування після сої на рівні 4,39 т/га, після кукурудзи на зерно – 4,88 т/га.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рожков А.О., Чернобай С.В. Урожайність ячменю ярого сорту Докучаєвський 15 залежно від застосування різних норм висіву та позакореневих підживлень. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 4. С. 30–34.
2. Іщенко В.А., Козелець Г.М. Продуктивність сортів ячменю ярого залежно від використання добрив в умовах Північного Степу України. *Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика*. 2020. С. 69–71.
3. Шкурко В.С. Вплив погодних умов, попередників і добрив на урожайність сортів ячменю пивоварного. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 167–170.
4. Гірко В.С. Гірко О.В. Агроекологічні принципи формування інтенсивних агроценозів сільськогосподарських культур у різних кліматичних зонах України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 3. С. 55–63.
5. Скидан В., Скидан М., Попов С. Попередники у вирощуванні ячменю ярого. Агробізнес сьогодні. URL: <https://agro-business.com.ua/aharni-kultury/item/394-poperednyku-u-vyroshchuvanni-iachmeni-u-iaroho.html> (дата звернення: 15.06.2024).
6. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. Львів. Українські технології. 2020. 806 с.
7. Короткова І.В., Горобець М.В., Чайка Т.О. Вплив стимуляторів росту на продуктивність сортів ячменю ярого. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 20–30.
8. Іщенко В.А. Вплив мінерального живлення ячменю ярого на продуктивність агроценозу під час сівби після різних попередників в умовах Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 119. С. 39–40.
9. Сайко В.Ф., Грицай А.Д., Сокоренко Н.В. Интенсивные технологии возделывания зерновых колосовых культур. Киев: Урожай, 1989. 321 с.
10. Демидов О.А., Гудзенко В.С., Кочмарський В.С. Елементи технології вирощування насіння сортів ячменю ярого миронівської селекції у Лісостепу України. Миронівка, 2019. 32 с.11.
11. Романюк В.І. Фотосинтетична продуктивність ячменю ярого в умовах Лісостепу Правобережного. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 3 (792). С. 76–81.
12. Hartman I. Quality of malting barley grain in the Czech Republic, crop. 2017. *Kvasny Prumysl*. 2018. Vol. 64 (6). P. 297–301.
13. Лихочвор В.В., Гораш О.С., Потопляк О.І. Урожайність ячменю залежно від елементів інтенсифікації технології вирощування. *Агроном*. 2020. URL: <https://www.agronom.com.ua/urozhajnist-yachmenyu-u-zalezno-vid-elementiv-intensyfikatsiyi-tehnologiyi-vyroshhuvannya/> (дата звернення 20.08.2023).

14. Коробова О.М., Вінюков О.О. Вплив попередників на фоні живлення та рівень продуктивності ячменю ярого. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 103. С. 75–81.
15. Лозінська Т.П., Шевчук А.В. Урожайність та якість сортів пшениці м'якої ярої в умовах дослідного поля Білоцерківського НАУ. *ЛОГОС. Мистецтво наукової думки*. 2019. № 2. С. 73–75.

REFERENCES

- Rozhkov A.O., Chernobai S.V. (2014). Urozhainist yachmeniu yaroho sortu Dokuchaievskiyi 15 zalezhno vid zastosuvannya riznykh norm vysivu ta pozakorenevnykh pidzhyvlen. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 4, 30–33 [in Ukrainian].
- Ishchenko V.A., Kozelets H.M. (2020). Produktivnist sortiv yachmeniu yaroho zalezhno vid vykorystannya dobryv v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy. Suchasnyi stan nauky v silskomu hospodarstvi ta pryrodokorystuvanni: teoriia i praktyka [in Ukrainian].
- Shkurko V.S. (2012). Vplyv pohodnykh umov, poperednykiv i dobryv na vrozhainist sortiv yachmeniu pyvovarnoho. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 167–170 [in Ukrainian].
- Hirko B.C. Hirko O.V. (2006). Ahroekologichni pryntsypy formuvannya intensyvnykh ahrotsenoziv silskohospodarskykh kultur u riznykh klimatychnykh zonakh Ukrainy [in Ukrainian].
- Skydan V., Skydan M., Popov S. (2023). Poperednyky u vyroshchuvanni yachmeniu yaroho. Ahrobiznes sohodni. URL: <https://agro-business.com.ua/ahraryni-kultury/item/394-poperednyky-u-vyroshchuvanni-yachmeniu-yaroho.html> [in Ukrainian].
- Petrychenko V.F., Lykhochvor V.V. Roslynnytstvo. (2020). Novi tekhnologii vyroshchuvannya polovykh kultur: pidruchnyk. Lviv. Ukrainski tekhnologii [in Ukrainian].
- Korotkova I.V., Horobets M.V., Chaika T.O. (2021). Vplyv stymuliatoriv rostu na produktyvnist sortiv yachmeniu yaroho. *Visnyk PDAA*, 2, 20–30 [in Ukrainian].
- Ishchenko V.A. (2021). Vplyv mineralnogo zhyvlennia yachmeniu yaroho na produktyvnist ahrotsenozu pid chas sivby pislia riznykh poperednykiv v umovakh Stepu Ukrainy. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk*, 119, 39–40 [in Ukrainian].
- Saiko V.F., Hrytsai A.D., Sokorenko N.V. (1989). Yntensyvnye tekhnolohyyi vozdeiyvannya zernovykh kolosovykh kultur. Kyev: Urozhai [in Ukrainian].
- Demydov O.A., Hudzenko V.S., Kochmarskyi V.S. (2019). Elementy tekhnologii vyroshchuvannya nasinnia sortiv yachmeniu yaroho myronivskoi selektsii u Lisostepu Ukrainy. Myronivka [in Ukrainian].
- Romaniuk V.I. (2019). Fotosyntetychna produktyvnist yachmeniu yaroho v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 3 (792), 76–82 [in Ukrainian].
- Hartman I. (2018). Quality of malting barley grain in the Czech Republik, crop. *Kvasny Prumysl.*, 64(6), 297–301 [in Czech Republik].
- Lykhochvor V.V., Horash O. S., Potopliak O.I. (2020). Urozhainist yachmeniu zalezhno vid elementiv intensyfykatsii tekhnologii vyroshchuvannya. *Ahronom* [in Ukrainian].
- Korobova O.M., Viniukov O.O. (2018). Vplyv poperednykiv na fonu zhyvlennia ta riven produktyvnosti yachmeniu yaroho. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk*, 103, 75–81 [in Ukrainian].
- Lozinska T.P., Shevchuk A.V. (2019). Urozhainist ta yakist sortiv pshenytsi miakoi yaroi v umovakh doslidnogo polia Bilotserkivskoho NAU. *LOHOS. Mystetstvo naukovoi dumky*, 2, 73–75 [in Ukrainian].

Yula V.M., Kaminska V.V., Porodko M.A., Dudka O.F., Mushyk B.V.

Characteristics of spring barley crop formation depending on cultivation technology elements

Aim. To establish the peculiarities of the formation of the density of the productive stem, grain size and ear productivity of spring barley plants and, as a result, the yield of the crop under changes in climatic conditions depending on the influence of individual elements of cultivation technology and to identify the most effective combination of them with the aim of maximally realizing the genetic potential of crop productivity in the conditions of the northern part of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. **Methods.** During the research, the field experiment, visual, weight, calculation and statistical methods were applied. **Results.** Research conducted during 2018–2020 on a dark gray podsolized coarse silt-light loam soil in the conditions of the northern part of the Right Bank Forest Steppe showed that the fertilization system, the use of growth stimulants and the predecessor significantly affect the formation of such elements of the structure of the spring barley crop as the density of the productive stem, grain

size and ear productivity, which, in turn, ensured the formation of a high level of crop productivity. **Conclusions.** It was established that for the formation of the maximum grain yield of spring barley, the most effective was the complex application of mineral fertilizer at the rate of $N_{(45+45)}P_{90}K_{90}$ kg/ha d.r.y. and the use of growth stimulants for pre-sowing seed treatment and foliar treatment at the IV stage of organogenesis, which ensured the highest yield of the crop in the experiment at the level of 4.39 t/ha for growing it after soybeans and 4.88 t/ha after corn for grain. The introduction of the specified rate of fertilizers provided an increase in the yield of the crop to the control at the level of 1.52 and 1.83 t/ha – for cultivation after soybeans and 2.72 and 3.18 t/ha – after corn for grain, depending on the use of growth stimulants. The parameters of the structure of the spring barley harvest, which ensured the maximum level of realization of the productivity potential of the crop after the predecessor of soybeans, are as follows: the density of the productive stem is 750–773 pcs./m² and the weight of the grain from the ear is 0.58–0.60 g, after the predecessor corn is 777–793 pcs./m² and 0.61–0.65 g, respectively.

Key words: spring barley, fertilizer, precursor, growth stimulants, productive stalk density, grain size of the ear, productivity of the ear, productivity.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Юла В.М., кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України», e-mail: tehnointensiv@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7298-9522.

Камінська В.В., кандидат сільськогосподарських наук, провідний науковий співробітник, Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України», e-mail: kamin.59@ukr.net, ORCID: 0000-0002-0549-6581.

Породько М.А., доктор філософії, старший науковий співробітник, Національний науковий центр «Інститут

землеробства Національної академії аграрних наук України», e-mail: mporodko279@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5930-0508.

Дудка О.Ф., науковий співробітник, Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України», e-mail: dudkaolena68@ukr.net, ORCID: 0000-0003-2135-2032.

Мушик Б.В., кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України», e-mail: w_bogdana@ukr.net, ORCID: 0000-0002-7167-9976.

Yula V.M., Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, National Research Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine», e-mail: tehnointensiv@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7298-9522.

Kaminska V.V., candidate of agricultural sciences, senior researcher, National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine», e-mail: kam.59@ukr.net, ORCID: 0000-0002-0549-6581.

Porodko M.A., leading agronomist, National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy

of Agrarian Sciences of Ukraine», e-mail: mporodko279@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5930-0508.

Dudka O.F., researcher, National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine», e-mail: dudkaolena68@ukr.net, ORCID: 0000-0003-2135-2032.

Mushyk B.V., Candidate of Agricultural Sciences, National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine», e-mail: w_bogdana@ukr.net, ORCID: 0000-0002-7167-9976.

Надійшла 25.06.2024

СТВОРЕННЯ МЕТОДОМ МІЖВИДОВОЇ ГІБРИДИЗАЦІЇ ЛІНІЙ ЛЬОНУ З ПІДВИЩЕНИМ ГАЛУЖЕННЯМ СТЕБЛА

Т.Г. Товстановська¹, В.В. Лях^{1,2}, В.М. Ніконова¹, Т.М. Лупинос¹

¹Інститут олійних культур НААН (м. Запоріжжя, Україна)

²Запорізький національний університет (м. Запоріжжя, Україна)

Мета. Охарактеризувати створені методом міжвидової гібридизації лінії з підвищеним галузженням стебла для включення їх у селекційний процес зі створення сортів льону олійного з високим генетичним потенціалом продуктивності. **Методи.** Дослідження проводили в Інституті олійних культур НААН у 2022–2023 рр. Лінії МЛ 43, МЛ 74, МЛ 102, МЛ 233, МЛ 282 та їх батьківські форми (дикі однорічні види *L. angustifolium* і *L. hispanicum* та зразки культурного льону Л 5 (Чехія), Л 6 (Індія), М 32/2 (Україна) аналізували за морфологічними (забарвлення квітки й насіння, діаметр квітки й коробочки, розтріскування коробочок, габітус рослини) та господарсько-цінними ознаками (висота рослини, кількість стебел, бічних пагонів, коробочок на рослині, маса насіння з рослини, маса 1000 насінин). Для структурного аналізу відбирали по 20 рослин. Сорт-стандарт – Південна ніч. Статистичну обробку даних виконували з використанням комп'ютерної програми MSTAT-C. **Результати.** Надано комплексну характеристику п'яти лініям льону зі зміненим габітусом рослини, які мають елементи новизни за комплексом морфологічних та господарсько-цінних ознак і є перспективним матеріалом для включення у генетико-селекційну роботу зі створення високопродуктивних сортів із підвищеним галузженням. **Висновки.** Нові лінії характеризуються багатостеблістю (2,6–3,0 шт. стебел проти 1,2 шт. у сорту-стандарту) та багатопагоневістю (14,0–17,6 шт. пагонів проти 8,6 шт. у сорту-стандарту). За кількістю коробочок на рослині перевищують сорт-стандарт на 12,6–22,5 шт.; за масою насіння з рослини – на 0,41–0,82 г. Найбільш близькі до культурного льону показники маси 1000 насінин мають лінії МЛ 74 (6,7 г) і МЛ 102 (6,6 г). Лінії МЛ 102 і МЛ 233 – високорослі й перевищують сорт-стандарт на 13,9–14,0 см. Створені лінії відрізняються відсутністю або слабким розтріскуванням коробочок, зміненим габітусом рослини, мають нові новоутворення за формою суцвіття, забарвленням квітки і насіння.

Ключові слова: льон культурний, *L. angustifolium*, *L. hispanicum*, міжвидове схрещування, змінений габітус рослини, морфологічна ознака, господарська ознака.

Вступ. Льон олійний є цінною сільськогосподарською культурою, яку вирощують у багатьох регіонах України. Основні його посіви зосереджені в південних і східних областях України, але останніми роками вони поширюються в зони Лісостепу і навіть у Полісся. Розширення площ під культурою зумовлюється зростаючим експортним попитом на його насіння, яке широко використовують у багатьох галузях промисловості за кордоном.

Північні й західні регіони України характеризуються більш низькими температурами, частим надмірним зволоженням ґрунту, більшою кількістю

похмурих вологих днів та більш низькою родючістю ґрунту, ніж на сході і півдні. Ці агрокліматичні чинники зумовлюють необхідність створення сортів із високою пластичністю, екологічною адаптованістю, стійкістю до вилягання та хвороб. Степова зона характеризується недостатньою кількістю опадів і нерівномірністю їх розподілення за фазами вегетації, різким підвищенням літніх температур, частими суховіями, ґрунтовими й повітряними посухами, що робить її ризикованою для вирощування сільськогосподарських культур, зокрема й льону олійного. Тому, у зв'язку зі зміною клімату в бік потепління,

актуальним завданням сьогодення для селекціонерів є створення сортів із підвищеним рівнем стійкості до цих негативних чинників середовища.

Метою досліджень було охарактеризувати створені методом міжвидової гібридизації лінії з підвищеним галушенням стебла для включення їх у селекційний процес зі створення сортів льону олійного з високим генетичним потенціалом продуктивності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останніми роками на вітчизняному ринку простежується спад виробництва льону олійного. З 2016 р. відбувається скорочення посівних площ культури і, як наслідок, падіння валового збору насіння та зменшення його експорту. За таких тенденцій набуває актуальності пошук шляхів нарощування обсягів виробництва насіння [1]. Одним із ефективних засобів є впровадження у виробництво сортів льону олійного з високим генетичним потенціалом урожайності.

Результативність селекційної роботи зі створення високопродуктивного вихідного матеріалу льону олійного значною мірою залежить від розширення генетичного різноманіття, яке досягається, зокрема, за рахунок залучення генофонду дикорослих видів. Вченими різних країн наголошується на необхідності збору, оцінки та збереження генетичних ресурсів рослин [2–4].

Дикі однорічні гомостильні види льону, як-от *L. angustifolium*, *L. hispanicum*, *L. bienne*, *L. crepitans*, мають однакову з культурним льоном кількість хромосом ($n = 15$), тому легко схрещуються з ним [5; 6]. Вони є носіями генів ранньостиглості, стійкості до екстремальних факторів навколишнього середовища та багатьох хвороб, які вражають льон культурний. Міжвидова гібридизація між культурним та диким льоном може дати цінну зародкову плазму для збагачення генетичної основи стійкості до абіотичних і біотичних факторів середовища та комплексу господарсько-цінних ознак [7; 8].

Як для олійного, так і для прядильного льону (довгунця) важливою ознакою є ступінь галушення стебла. Однак, якщо для льону-довгунця бажана мінімальна кількість стебел (1–2 шт.), то в льону олійного від ступеня галушення (як прикореневого на рівні ґрунту, так і бічного на рівні суцвіття) залежить утворення додаткових коробочок на рослині, а отже, і кількість насіння, що сприяє підвищенню врожаю [9–11]. Наразі комерційні сорти льону олійного, які вирощують в Україні, мають характерну для льону олійного кількість стебел на рослині в межах 1–3 шт.

Різноманітність алелів диких видів під час введення їх у гібридизацію з культурним льоном сприяє підвищенню гетерозиготності, внаслідок чого утворюється ширший спектр мінливості, серед якої можна вилучити різноманітні генотипи з корисними новоутвореннями, наприклад, як-от багатостеблість і багатопагоневість [12]. За рахунок великого галушення і кількості коробочок на стеблах міжвидові гібриди льону можуть бути більш врожайними, ніж внутрішньовидові [12; 13]. Не менш важливим є те, що збільшення вегетативної маси рослин льону підвищує їх конкурентоспроможність проти бур'янів. Науковими дослідженнями доведено сильний вплив стебел і бічних пагонів на кількість коробочок та біологічний урожай льону [14; 15]. Встановлено, що основною ознакою габітусу, яка надає прямий вплив на кількість коробочок та може вважатися надійною ознакою для відбору й використовуватися в селекції сортів льону на високу насінневу продуктивність є «кількість бічних пагонів на рослині» [11].

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в Інституті олійних культур НААН у 2022–2023 рр. Матеріалом були п'ять ліній льону зі зміненим габітусом рослини: МЛ 43, МЛ 74, МЛ 102, МЛ 233, МЛ 282, створені методом міжвидової гібридизації з подальшим індивідуальним добром із гібридних комбінацій $L 6 \times L angustifolium$, $L. angustifolium \times L 5$, $L. hispanicum \times M 32/2$, $M 32/2 \times L. angustifolium$, $L 6 \times L. hispanicum$ та їх батьківські форми: два диких однорічних гомостильних види з $n=15$ *L. angustifolium* і *L. hispanicum* та три зразки культурного льону: Л 5 (Чехія), Л 6 (Індія), М 32/2 (Україна).

Проведення діалельних схрещувань та отримання міжвидових гібридів було здійснено у 2017–2018 рр. Отримані лінії та їх батьківські форми аналізували за морфологічними ознаками (забарвлення квітки й насіння, діаметр квітки й коробочки, розтріскування коробочок при дозріванні, габітус рослини) та господарсько-цінними ознаками (висота рослини, кількість стебел на рослині, кількість бічних пагонів на рослині, кількість коробочок на рослині, маса насіння з рослини, маса 1000 насінин). Для структурного аналізу відбирали по 20 типових для зразка рослин з середини ділянки. Як контроль використовували сорт-стандарт Південна ніч. Агрокліматичні умови вегетації льону олійного 2022–2023 рр. різнилися за основними гідротермічними показниками кількості опадів та температури повітря.

Закладення селекційних розсадників здійснювали згідно з методичними рекомендаціями [16]. Опис морфологічних ознак проводили за каталогом «Генетична колекція виду *Linum usitatissimum* L.» [17]. Ступінь розтріскування коробочок під час дозрівання оцінювали за розробленою нами шкалою: розтріскування відсутнє (0 – <1 мм); слабке (1 – <2 мм); середнє (2–3 мм); сильне (>3 мм). Статистичну обробку даних виконували з використанням комп'ютерної програми MSTAT-C.

Результати та їх обговорення. Отриманий методом міжвидової гібридизації новий селекційний матеріал характеризувався великою різноманітністю за періодом вегетації (ранньостиглі, середньостиглі, пізньостиглі генотипи); висотою рослин (низькорослі, середньорослі, високорослі); облистяністю стебел (низькою, середньою, високою); довжиною та формою суцвіття (розлоге, поникле, компактне, видовжене, щитовидне, коротке, низьке, верхнє та ін.); кількістю стебел і пагонів на рослині (багатостеблї та багатопагоневі форми); розміром і формою коробочок та ступенем їх розтріскування під час дозрівання; забарвленням віночка й бутонів (біле, блідо-блакитне, блакитне, синє, рожеве, фіолетово-блакитне, блакитно-фіолетове, фіолетове, бузкове); формою та ступенем розкриття квітки (відкрита, відкрито-роздільна, зірчаста, дзвіночкоподібна, напівзгорнута та ін.) та її розміром (велика, середня, дрібна); розміром коробочки (дрібна, середня, крупна); забарвленням насіння (жовте, гірчичне, світло-коричневе, помірно-коричневе, темно-коричневе, плямисте).

Широка генетична мінливість отриманого гібридного матеріалу надала можливість для відбору форм із поліпшеними параметрами габітусу рослини [13]. У результаті багаторічної роботи ми цілеспрямовано проводили індивідуальний відбір рослин, починаючи з покоління F_2 , за такими основними критеріями, як відсутність розтріскування коробочок, наявність великої кількості стебел і бічних пагонів на рослині та коробочок на них. У лабораторних умовах бракували зразки з дуже дрібним насінням.

Після польової оцінки зразків покоління F_4 – F_5 у 2022 р. і F_5 – F_6 у 2023 р. та проведення структурного аналізу рослин, було вибрано п'ять кращих ліній зі зміненим габітусом рослини (МЛ 43, МЛ 74, МЛ 102, МЛ 233, МЛ 282) з елементами новизни. За узагальненими результатами складено комплексну характеристику створених ліній за господарсько-цінними ознаками. У результаті порівняльної оцінки з вихідними батьківськими формами встановлена

наявність комплексу ознак дикої і культурної батьківських форм.

Батьківські дикі форми *L. angustifolium* і *L. hispanicum* характеризувалися такими цінними для селекції ознаками, як велика кількість стебел на рослині (4,7–6,0 шт. проти 1,2–1,9 шт. у батьківських форм культурного льону), велика кількість бічних пагонів на рослині (17,5–20,2 шт. проти 6,3–13,3 шт.), велика кількість коробочок на рослині (59,0–66,5 шт. проти 15,6–30,7 шт.). Негативними для селекції ознаками були низькорослість (28,2–42,0 см порівняно з батьківськими формами культурного льону, висота яких становила 46,3–68,2 см) і дуже дрібне насіння (1,4–1,8 г проти 6,7–11,2 г). Дикий вид *L. hispanicum* характеризувався більшою кількістю стебел, бічних пагонів і коробочок на рослині та дрібнішим насінням, ніж *L. angustifolium*.

Цінність батьківської форми культурного зразка Л 5 полягає у його ранньому дозріванні, а зразка Л 6 – у великій масі 1000 насінин (11,2 г проти 7,6 г у сорту-стандарту). Зразок М 32/2 – пізньостиглий, високорослий (68,2 см проти 58,5 см у сорту-стандарту), характеризується великою кількістю коробочок на рослині (30,7 шт. проти 20,0 шт.) і масою насіння з рослини (1,23 г проти 0,86 г).

За висотою рослин створені від міжвидового схрещування лінії різнилися. Два зразки – МЛ 102 і МЛ 233, у яких однією з батьківських форм був високорослий зразок М 32/2, характеризувалися висотою рослин 72,5 см і 72,4 см і перевищували сорт-стандарт Південна ніч на 13,9–14,0 см. Найменшу висоту мали лінії МЛ 43 і МЛ 282 (50,0 і 52,0 см), у яких обидві батьківські форми були низькорослими. Висота рослин МЛ 74 була на рівні з сортом-стандартом Південна ніч і становила 56,9 см.

Кількість стебел на рослині в усіх ліній була високою і варіювала від 2,6 до 3,0 шт. проти 1,2 шт. у сорту-стандарту. Підвищену куцистість створені нами лінії успадкували від диких батьківських форм, які характеризувалися кількістю стебел на рослині в межах 4,7–6,0 шт.

За кількістю бічних пагонів на рослині лінії наближалися до дикорослих батьківських форм і мали високі показники (14,0–17,6 шт.). Вони перевищували як культурні батьківські форми (6,3–13,3 шт.), так і сорт-стандарт, у якого цей показник сягав 8,6 шт. Найбільша кількість бічних пагонів була у зразка МЛ 43 – 17,6 шт.

Завдяки підвищеній куцистості й бічного галузження зразки відрізнялися також і підвищеною кількістю

коробочок на рослині. Цей показник у всіх ліній був високим – 32,6–42,5 шт. проти 20,0 шт. у сорту-стандарту. Перевищення складало 12,6–22,5 шт. Найбільша кількість коробочок на рослині була у зразка МЛ 233 – 42,5 шт. У диких видів кількість коробочок була у 2,2–3,8 раза більшою, ніж у батьківських форм.

За масою 1000 насінин кращими, тобто найбільш близькими до культурного льону показниками характеризувалися дві лінії: МЛ 74 (6,7 г) і МЛ 102 (6,6 г). Інші лінії мали меншу масу 1000 насінин – 4,7–5,6 г.

Відбір за цією ознакою у міжвидових гібридів утруднений, оскільки дикі види *L. hispanicum* і *L. angustifolium* характеризуються дуже дрібним насінням (1,4–1,8 г), яке успадковується в гібридному поколінні.

За масою насіння з рослини лінії перевищували як батьківські форми, так і сорт-стандарт. Цей показник у них сягав 1,27–1,68 г проти 0,86 г у стандарту, перевищення становило 0,41–0,82 г. Кращою за насінневою продуктивністю була лінія МЛ 102 – 1,68 г (табл. 1).

Таблиця 1. Характеристика ліній від міжвидових схрещувань та їх батьківських форм за господарсько-цінними ознаками (2022–2023 рр.)

Назва зразка	Рік	Висота рослини, см	Кількість на рослині, шт.			Маса, г	
			стебел	пагонів	коробочок	1000 насінин	насіння з рослини
МЛ 43	2022	48,7±0,38	2,5±0,12	14,8±0,79	31,2±3,19	5,6	1,07±0,08
	2023	51,2±1,49	3,3±0,21	20,3±1,41	44,9±3,81	5,6	1,85±0,07
		50,0	2,9	17,6	38,1	5,6	1,46
МЛ 74	2022	58,0±0,83	2,5±0,21	13,5±1,02	33,6±3,28	6,9	1,43±0,07
	2023	55,8±0,83	2,6±0,18	14,5±0,91	34,9±2,29	6,5	1,24±0,07
		56,9	2,6	14,0	34,3	6,7	1,34
МЛ 102	2022	69,2±1,56	2,5±0,16	14,8±1,83	36,8±3,09	6,9	1,67±0,09
	2023	75,7±1,25	2,9±0,14	17,1±1,03	40,0±2,61	6,3	1,69±0,05
		72,5	2,7	16,0	38,4	6,6	1,68
МЛ 233	2022	72,2±1,21	2,2±0,25	12,2±1,29	41,0±5,64	4,7	1,51±0,08
	2023	72,5±1,11	3,5±0,24	20,3±1,51	43,9±3,13	4,6	1,55±0,08
		72,4	2,9	16,3	42,5	4,7	1,53
МЛ 282	2022	51,3±0,79	2,9±0,13	14,3±0,77	31,7±3,03	5,4	1,27±0,08
	2023	52,6±1,08	3,1±0,15	16,0±0,97	33,4±2,49	5,7	1,26±0,07
		52,0	3,0	15,2	32,6	5,6	1,27
Батьківські форми							
<i>L. angustifolium</i>	2022	41,3±1,98	4,6±0,43	16,1±0,72	52,7±1,59	1,8	0,51±0,03
	2023	42,6±1,78	4,8±0,47	17,9±0,63	65,3±1,75	1,8	0,55±0,04
		42,0	4,7	17,5	59,0	1,8	0,53
<i>L. hispanicum</i>	2022	27,2±1,77	5,7±0,37	19,7±0,81	58,2±1,65	1,3	0,56±0,03
	2023	29,2±1,37	6,3±0,38	20,7±0,77	74,7±2,14	1,4	0,62±0,03
		28,2	6,0	20,2	66,5	1,4	0,59
Л 5	2022	49,0±0,57	1,3±0,11	6,8±0,62	17,2±2,17	7,2	0,73±0,05
	2023	53,2±0,51	1,1±0,10	5,7±0,59	19,2±1,33	7,8	0,75±0,04
		51,1	1,2	6,3	18,2	7,5	0,74
Л 6	2022	45,6±0,74	1,3±0,12	6,0±0,65	14,3±1,89	10,7	0,67±0,07
	2023	47,0±0,55	1,1±0,11	10,2±0,61	16,8±1,24	11,7	0,77±0,06
		46,3	1,2	8,1	15,6	11,2	0,72
М 32/2	2022	66,3±1,15	1,9±0,44	13,1±1,45	29,3±1,58	6,5	1,21±0,06
	2023	70,1±1,18	1,9±0,53	13,5±1,64	32,1±1,47	6,8	1,25±0,06
		68,2	1,9	13,3	30,7	6,7	1,23
<i>Південна ніч (St)</i>	2022	58,0±0,75	1,1±0,34	7,8±0,57	19,5±1,12	7,6	0,84±0,06
	2023	58,9±0,85	1,2±0,15	9,3±0,62	20,4±0,88	7,5	0,88±0,04
		58,5	1,2	8,6	20,0	7,6	0,86

У результаті вивчення морфологічних ознак та порівняльної оцінки ліній із вихідними батьківськими формами встановлено, що дикі види льону *L. angustifolium* і *L. hispanicum* мали дрібне, лінійно-ланцетні листки сіро-зеленого кольору. Облистяність у *L. angustifolium* дещо більша, ніж у *L. hispanicum*. Квітки з роздільними пелюстками, дрібні (12,2–16,1 мм) порівняно з діаметром квітки батьківських форм культурного льону (25,1–27,9 мм). Вид *L. angustifolium* мав блідо-бузкове забарвлення квітки, у *L. hispanicum* квітка світліша – блідо-блакитна. Малий розмір квітки є недоліком диких видів, тому що утруднює проведення міжвидової гібридизації. Коробочки у них кулястої форми, дрібні, діаметром 4,2–5,0 мм проти 7,2–8,8 мм у батьківських форм культурного льону. Вид *L. angustifolium* за розміром квітки й коробочки характеризувався більшим діаметром, ніж *L. hispanicum*. Насіння у обох видів дуже дрібне, пласке, світло-коричневого кольору. Коробочки за дозрівання сильно розтріскуються і за своєчасного збирання насіння швидко обсіпається.

Батьківська форма культурного льону Л 5 (Чехія) за типом рослини стрибунець. Квітка блакитна, діаметром 25,1 мм, з блакитними жилками і пиляками. Насіння середнє, коричневе. Коробочки розміром 7,6 мм, при дозріванні сильно розтріскуються. Зразок Л 6 (Індія) за типом рослини крупнонасінний. Квітка синьо-фіолетова, діаметром 26,3 мм з фіолетовими жилками і блакитними пиляками. Насіння крупне, темно-коричневе. Коробочки великі (8,8 мм), не розтріскуються. Зразок М 32/2 (Україна) за типом рослини межеумок. Квітка біла, діаметром 27,9 мм,

з забарвленими у нігтика жилками, пиляки кремові. Насіння середнє, жовте. Коробочки середні (7,2 мм), розтріскування відсутнє.

За морфологічними ознаками створені лінії відрізнялися від диких і культурних батьківських форм. Зразок МЛ 43 (Л 6 × *L. angustifolium*) має бузкове забарвлення квітки діаметром 23,5 мм і коричневе насіння; МЛ 74 (*L. angustifolium* × Л 5) – фіолетово-блакитну квітку діаметром 25,2 мм і коричневе насіння; МЛ 102 (*L. hispanicum* × М 32/2) – фіолетово-блакитну квітку діаметром 23,7 мм і коричневе насіння; МЛ 233 (М 32/2 × *L. angustifolium*) – білу квітку діаметром 24,6 мм і гірчичне насіння; МЛ 282 (Л 6 × *L. hispanicum*) – темно-бузкову квітку діаметром 22,8 мм і коричневе насіння. Коробочки ліній за розміром були крупнішими, ніж у диких видів (6,6–7,6 мм проти 4,2–5 мм) і наближались до батьківських форм культурного льону, в яких цей показник сягав 7,2–8,8 мм.

Великим недоліком диких видів є сильне розтріскування коробочок при дозріванні, яке успадковується в потомстві. У результаті багаторічного цілеспрямованого пошуку і відбору рослин з відсутністю цієї негативної ознаки, створені нами лінії характеризуються відсутністю або слабким розтріскуванням коробочок, при якому насіння з них не висипається (табл. 2).

Створені нами від схрещування з дикими видами лінії МЛ 43, МЛ 74, МЛ 102, МЛ 233, МЛ 282 мають новоутворення за формою суцвіття, багатостеблість і багатопагоневість. У 2022 р. ці лінії були зареєстровані в Національному центрі генетичних ресурсів рослин України (м. Харків) (рис.).

Таблиця 2. Характеристика ліній від міжвидових схрещувань та їх батьківських форм за морфологічними ознаками (2022–2023 рр.)

Назва зразка	Забарвлення		Діаметр, мм		Розтріскування коробочок, мм
	квітки	насіння	квітки	коробочки	
МЛ 43	бузкове	коричневе	23,5±0,31	6,9±0,11	відсутнє
МЛ 74	фіолетово-блакитне	коричневе	25,2±0,27	7,2±0,11	слабке
МЛ 102	фіолетово-блакитне	коричневе	23,7±0,21	7,0±0,12	відсутнє
МЛ 233	біле	гірчичне	24,6±0,24	6,6±0,11	слабке
МЛ 282	темно-бузкове	темно-коричневе	22,8±0,29	7,6±0,13	слабке
Батьківські форми					
<i>L. angustifolium</i>	блідо-бузкове	світло-коричневе	16,1±0,38	5,0±0,11	сильне
<i>L. hispanicum</i>	блідо-блакитне	світло-коричневе	12,2±0,23	4,2±0,12	сильне
Л 5	блакитне	коричневе	25,1±0,35	7,6±0,13	сильне
Л 6	синьо-фіолетове	темно-коричневе	26,3±0,23	8,8±0,12	відсутнє
М 32/2	біле	жовте	27,9±0,32	7,2±0,11	відсутнє



2 – МЛ 43
1 – Л 6; 3 – *L. angustifolium*



2 – МЛ 74
1 – *L. angustifolium*; 3 – Л 5



2 – МЛ 102
1 – *L. hispanicum*; 3 – М 32/2



2 – МЛ 233
1 – М 32/2; 3 – *L. angustifolium*



2 – МЛ 282
1 – Л 6; 3 – *L. hispanicum*

МЛ 43 (UF0402316) – розлоге суцвіття, багатостеблість і багатопагоневість.

МЛ 74 (UF0402317) – низьке бічне галуження, видовжене компактне суцвіття, багатостеблість і багатопагоневість.

МЛ 102 (UF0402318) – високорослість, видовжене розлоге суцвіття, низьке бічне галуження, багатостеблість і багатопагоневість.

МЛ 233 (UF0402319) – високорослість, розлоге суцвіття, багатостеблість і багатопагоневість.

МЛ 282 (UF0402320) – поникле суцвіття, багатостеблість і багатопагоневість.

Змінений габітус рослини у ліній льону від міжвидового схрещування

Отже, у результаті добору з міжвидових гібридних популяцій отримано лінії льону зі зміненим габітусом рослини, які мають елементи новизни за комплексом морфологічних та господарсько-цінних ознак і є перспективним матеріалом для включення їх у селекційну роботу зі створення високопродуктивних сортів з підвищеним галуженням.

Висновки

Надано комплексну характеристику п'яти лініям льону з підвищеним галуженням стебла за господарсько-цінними та морфологічними ознаками, створених методом міжвидової гібридизації – МЛ 43, МЛ 74, МЛ 102, МЛ 233, МЛ 282.

Нові лінії характеризуються багатостеблістю (2,6–3,0 шт. стебел проти 1,2 шт. у сорту-стандарту) та багатопагоневістю (14,0–17,6 шт. пагонів проти 8,6 шт. у сорту-стандарту). За кількістю коробочок на рослині перевищують сорт-стандарт Південна ніч на 12,6–22,5 шт.; за масою насіння з рослини – на 0,41–0,82 г. Найбільш близькі до культурного льону показники маси 1000 насінин мають лінії МЛ 74 (6,7 г) і МЛ 102 (6,6 г). Лінії МЛ 102 і МЛ 233 – високорослі й перевищують сорт-стандарт на 13,9–14,0 см.

Створені лінії відрізняються відсутністю або слабким розтріскуванням коробочок, зміненим габітусом рослини, мають нові новоутворення за формою суцвіття, забарвленням квітки і насіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рудік Н.М. Економічний потенціал виробництва льону олійного в Україні. *Агросвіт*. 2020. № 2. С. 61–68. DOI: 10.32702/2306_6792.2020.2.61
2. Сергєєва І.Л., Рябчун В.К., Кузьмишина Н.В., Богуславський Р.Л. Становлення та сьогодення національного ген банку рослин України в умовах воєнного часу. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 6 (843). С. 38–47. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202306-05>.
3. Кривошеєва Л.М., Чучвага В.І., Кандиба Н.М. Формування та склад навчальної колекції льону. *Генетичні ресурси рослин*. 2020. № 26 С. 61–71. DOI: 10.36814/pgr.2020.26.06
4. Новак Ж.М., Коцюба С.П. До історії створення та стану генетичних банків рослин. *Генетичні ресурси рослин*. 2021. В. 27. С. 116–122.
5. Мищенко Л.Ю. Межвидові скрещування льна. 2003. 8. С. 46–51.
6. Товстановська Т.Г., Поляков О.І. Особливості гібридизації льону олійного з дикими однорічними видами. *Зернові культури*. 2023. Т. 7, №2. С. 217–226. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0280>.
7. Wang Yu-Fu, Jankauskiene Zofija, Qiu Cai-Sheng, Gruzdeviene Elvyra, Long Song-Hua, Alexopoulou Efthymia, Guo Yuan, Szopa Jan, Hao Dong-Mei, Fernando Ana Luisa. Fiber Flax Breeding in China and Europe. *Journal of natural fibers*. 2018. 15(3). P. 309–324. DOI 10.1080/15440478.2017.1325431.
8. Yanni Qi, Limin Wang, Wenjuan Li, Yaping Xie, Wei Zhao, Zhao Dang, Wen Li, Lirong Zhao, Jianping Zhang. Phenotypic analysis of Longya-10 x pale flax hybrid progeny and identification of candidate genes regulating prostrate/erect growth in flax plants. 2022. 13(1044415). DOI 10.3389/fpls.2022.1044415.
9. Калініна О.Ю., Лях В.О. Мінливість та кореляційні взаємозв'язки ознак габітусу ліній і гібридів льону олійного. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2007. С. 111–116.
10. Ahmad E, Ansari A.M., Singh D.N. Estimating gene action and combining ability analysis for yield and yield attributing traits in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Journal of Environmental Biology*. 2021. 42(2). P. 366–370.
11. Tovstanovska, T., & Lyakh V. Influence of plant habitus traits on formation of seed productivity in flax. *Bulgarian Journal of Crop Science*. 2024. 61(1). P. 21–30. DOI: <https://doi.org/10.61308/АНФН6013>.
12. Полякова І.А., Гудошник М.Н. Сравнительная характеристика новых линий льна, полученных методом межвидовой гибридизации. *Актуальні питання біології, екології та хімії. Генетика та фізіологія рослин*. 2015. 9(1). С. 34–46.
13. Товстановська Т.Г., Лях В.О. Мінливість та кореляції ознак габітусу рослин і кількості коробочок у міжвидових гібридів льону. *Науково-технічний бюлетень ІОК НААН*. 2022. 32. С. 34–42. DOI: 10.36710/ІОС-2022-32-04.
14. Thakur R., Paul S., Satasiya P. Genetic variability and path analysis for yield and its related Traits in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2020. (9)10. P. 2579–2586. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.910.310>.
15. Paul S., Kumar P.S.A. Genetic variability, correlation and path coefficient analysis of introduced genotypes of linseed (*Linum usitatissimum* L.) in mid-hills of North-West Himalayas. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2020. 9(1). P. 1189–1192. DOI: <https://doi.org/10.22271/phyto.2020.v9.i1t.10618>.
16. Лях В.О., Товстановська Т.Г., Полякова І.О. Селекція і первинне насінництво льону олійного. Методичні рекомендації. Запоріжжя: Інститут олійних культур НААН України. 2024. 418 с. URL: <http://imk.zp.ua/index.php/naukovi-vydannia/rekomendatsii/440-2023-11-15-10-29-48>.
17. Лях В.А., Мищенко Л.Ю., Полякова І.А. Генетическая коллекция вида *Linum usitatissimum* L.: каталог. Запорожье, 2003. 60 с.

REFERENCES

1. Rudik N.M. (2020). Ekonomichnyi potentsial vyrobnytstva lonu oliynogo v Ukraini. *Agrosvit*, 2, 61–68. DOI: 10.32702/2306_6792.2020.2.61 [in Ukrainian].
2. Serhieieva I.L., Riabchun V.K., Kuzmyshyna N.V., Bohuslavskiy R.L. (2023). Stanovlennia ta sohodennia natsionalnogo hen banku roslyn Ukrainy v umovakh voiennoho chasu. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 6 (843), 38–47. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202306-05> [in Ukrainian].
3. Kryvosheieva L.M., Chuchvaha V.I., Kandyba N.M. (2020). Formuvannia ta sklad navchalnoi kolektsii lonu. *Henetychni resursy roslyn*, 26, 61–71. DOI: 10.36814/pgr.2020.26.06 [in Ukrainian].
4. Novak Zh.M., Kotsiuba S.P. (2021). Do istorii stvorennia ta stanu henetychnykh bankiv ros-

- lyn. *Henetychni resursy roslyn*, 27, 116–122 [in Ukrainian].
5. Mishchenko L.Yu. (2003). *Mezhvidovye skreshchivaniya lna*, 8, 46–51 [in Russian].
 6. Tovstanovska T.G., Poliakov O.I. (2023). Osoblyvosti hibrizatsii lonu oliinoho z dykymy odnorichnyy vydamy. *Zernovi kultury*, 7, 2, 217–226. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0280> [in Ukrainian].
 7. Wang Yu-Fu, Jankauskiene Zofija, Qiu Cai-Sheng, Gruzdeviene Elvyra, Long Song-Hua, Alexopoulou Efthymia, Guo Yuan, Szopa Jan, Hao Dong-Mei, Fernando Ana Luisa (2018). Fiber Flax Breeding in China and Europe. *Journal of natural fibers*, 15(3), 309–324. DOI: 10.1080/15440478.2017.1325431 [in English].
 8. Yanni Qi., Limin Wang, Wenjuan Li, Yaping Xie, Wei Zhao, Zhao Dang, Wen Li, Lirong Zhao, Jianping Zhang (2022). Phenotypic analysis of Longya-10 x pale flax hybrid progeny and identification of candidate genes regulating prostrate/erect growth in flax plants, 13(1044415). DOI 10.3389/fpls.2022.1044415 [in English].
 9. Kalinina O.Iu., Liakh V.O. (2007). Minlyvist ta koreliatsiini vzaiemozviazky oznak habitusu linii i hibrydiv lonu oliinoho. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria*, 111–116 [in Ukrainian].
 10. Ahmad E., Ansari A.M., Singh D.N. (2021). Estimating gene action and combining ability analysis for yield and yield attributing traits in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Journal of Environmental Biology*, 42(2), 366–370 [in English].
 11. Tovstanovska, T., & Lyakh V. (2024). Influence of plant habitus traits on formation of seed productivity in flax. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 61(1), 21–30. DOI: <https://doi.org/10.61308/AHFH6013> [in English].
 12. Polyakova I.A., Gudoshnik M.N. (2015). Sravnitel'naya kharakteristika novykh liniy lna, poluchennykh metodom mezhvidovoy gibridizatsii. *Aktualni pitannya biologii, ekologii ta khimii. Henetyka ta fiziologhiia roslyn*, 9(1), 34–46 [in Russian].
 13. Tovstanovska T.H., Liakh V.O. (2022). Minlyvist ta koreliatsii oznak habitusu roslyn i kilkosty korobochok u mizhvydovykh hibrydiv lonu. *Naukovotekhnichni biuleten IOK NAAN*, 32, 34–42. DOI: 10.36710/IOC-2022-32-04 [in Ukrainian].
 14. Thakur R., Paul S., Satasiya P. (2020). Genetic variability and path analysis for yield and its related Traits in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, (9)10, 2579–2586. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijemas.2020.910.310> [in English].
 15. Paul S., Kumar P.S.A. (2020). Genetic variability, correlation and path coefficient analysis of introduced genotypes of linseed (*Linum usitatissimum* L.) in mid-hills of North-West Himalayas. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9 (1), 1189–1192. DOI: <https://doi.org/10.22271/phyto.2020.v9.i1t.10618> [in English].
 16. Lyakh VO, Tovstanovska TG, Poliakova IO (2023) Seleksiia lonu oliinoho. *Metodychni rekomendatsii. Zaporizhzhia, Instytut oliinykh kultur NAAN*. URL: <http://imk.zp.ua/index.php/naukovi-vydannia/rekomendatsii/440-2023-11-15-10-29-48> [in Ukrainian].
 17. Lyakh V.A., Mishchenko L.Yu., Polyakova I.A. (2003). Geneticheskaya kolleksiya vida *Linum usitatissimum* L.: katalog. Zaporozhe. 60 p. [in Russian].

Tovstanovska T.G., Lyakh V.A., Nikonova V.M., Lupinos T.M.

Creation of flax lines with increased stem branching using the method of interspecific hybridization

Aim. To characterize the lines created by the method of interspecies hybridization with increased branching of the stem. **Methods.** The research was conducted at the Institute of Oilseed Crops of the National Academy of Agrarian Sciences in 2022–2023. Lines ML 43, ML 74, ML 102, ML 233, ML 282 and their parental forms (wild annual species *L. angustifolium* and *L. hispanicum* and samples of cultivated flax L 5 (Czechia), L 6 (India), M 32/2 (Ukraine) were analyzed for morphological (flower and seed color, flower and capsule diameter, capsule cracking, plant habit) and economic value characteristics (plant height, number of stems, side shoots, seed pods per plant, 20 plants were selected for structural analysis. Data processing was carried out using the MSTAT-C computer program. **Results.** A comprehensive characterization of five flax lines with a changed plant habit has been given, which have elements of novelty based on a complex of morphological and economic-value characteristics and are promising material for inclusion in genetic selection work to create high-yielding varieties with increased branching. **Conclusions.** The new lines are characterized by multistemness (2.6–3.0 stems vs. 1.2 in the standard variety) and multishoots (14.0–17.6 shoots vs. 8.6 in the standard variety). By the number of pods on

the plant, they exceed the standard variety by 12.6–22.5 pcs.; by the weight of the seeds per plant – by 0.41–0.82 g. The closest to cultivated flax in the weight of 1000 seeds are the ML 74 (6.7 g) and ML 102 (6.6 g) lines. Lines ML 102 and ML 233 are tall and exceed the standard variety by 13.9–14.0 cm. The created lines are distinguished by the absence or weak cracking of boxes, changed plant habit, new neoplasms in the shape of the inflorescence, the color of the flower and seeds.

Key words: *cultivated flax, L. angustifolium, L. hispanicum, changed habit of the plant, morphological feature, economic feature.*

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Товстановська Т.Г., кандидат сільськогосподарських наук, провідний науковий співробітник лабораторії селекції льону, Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України, e-mail: tovstanovskat@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7295-4538.

Лях В.О., доктор біологічних наук, професор, провідний науковий співробітник лабораторії селекції льону, Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України, e-mail: lyakh@iname.com, ORCID: 0000-0002-7385-3157.

Tovstanovska T. G., candidate of agricultural sciences, leading researcher of the flax breeding laboratory, the Institute of Oilseed Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, e-mail: tovstanovskat@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7295-4538.

Lyakh V.O., doctor of biological sciences, professor, leading researcher of the flax breeding laboratory, the Institute of Oilseed Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, e-mail: lyakh@iname.com, ORCID: 0000-0002-7385-3157.

Ніконова В.М., кандидат сільськогосподарських наук, в. о. завідувача лабораторії селекції льону, Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України, e-mail: vnikonova@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9344-0483.

Луцинос Т.М., старший науковий співробітник лабораторії трансферу інновацій та інтелектуальної власності, Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України, e-mail: 2239959m@gmail.com.

Nikonova V.M., candidate of agricultural sciences, in at. the head of the flax breeding laboratory, the Institute of Oilseed Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, e-mail: vnikonova@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9344-0483.

Lupynos T.M., senior research of the innovation transfer and intellectual property laboratory, the Institute of Oilseed Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, e-mail: 2239959m@gmail.com.

Надійшла 10.06.2024

УРОЖАЙНІСТЬ СУЧАСНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА РІЗНИХ ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИХ УМОВ

Л.М. Голик, М.І. Штакал, О.С. Левченко, Н.Г. Друковська

(с-ще Чабани, Україна)

Мета. Визначити вплив еколого-географічних чинників мінливості на врожайність сучасних сортів пшениці озимої, створених у ННЦ «ІЗ НААН». **Методи.** Дослідження польові, лабораторні та аналітичні. **Польові дослідження** проводили в умовах моніторингових обстежень згідно з методиками визначення у різних пунктах вивчення сортового різноманіття пшениці озимої. **Результати.** Високу пластичність і пристосованість до умов вирощування на Панфільській дослідній станції за 2020–2022 рр. мали сорти пшениці озимої Вікторія Поліська з урожайністю 7,6 т/га, Катруся Поліська 6,5 т/га, Кесарія Поліська і Землероб по 6,2 т/га, Фортеця Поліська 5,87 т/га, Ефектна 5,8 т/га. Відповідно, стандарти закордонної селекції Скаген 6,1 т/га, Самурай 5,57 т/га, української селекції Лісова пісня 4,87 т/га. За 2020–2022 рр. у селекційній сівозміні ННЦ «ІЗ НААН» виділено кращі сорти пшениці озимої за врожайністю Землероб, Ефектна (по 6,55 т/га), Кесарія Поліська (6,51 т/га), Фортеця Поліська (6,39 т/га), Пирятинка (5,96 т/га), Катруся Поліська (5,95 т/га), відповідно стандарти закордонної селекції Самурай (5,49 т/га), Колонія (4,56 т/га), Скаген (4,31 т/га) та української селекції Лісова пісня (4,90 т/га). **Висновки.** Отже, сучасні сорти пшениці озимої Вікторія Поліська, Красвид, Фортеця Поліська, Катруся Поліська, Кесарія Поліська, Землероб, Ефектна, Іванна Поліська, Співанка Поліська, Любіто, Пам'яті Гірка, Водограй є запорукою в підвищенні продуктивності пшениці озимої в умовах змін клімату.

Ключові слова: селекція, екологічне сортовипробування, цінні господарські ознаки.

Вступ. Поетапне збільшення врожайності пшениці озимої проходило завдяки прогресу селекції, удосконаленню і використанню нових методів і підходів. Це дало можливість останнім часом створити нові сучасні сорти, які відрізняються від попередніх високою врожайністю (понад 8,0 т/га), стійкі до вилягання і основних хвороб із підвищеною зимостійкістю [1]. Отримання стабільно високої врожайності пшениці озимої пов'язано з екологічною пластичністю та адаптивним потенціалом сорту. Створення сортів пластичних, скоростиглих, стійких до біотичних і абіотичних стресів – пріоритетне направлення в селекції пшениці озимої. На сучасному етапі особлива увага приділяється створенню сортів із широким агроекологічним походженням та підвищеними можливостями за продуктивністю. Селекціонери вказують, що потенціал продуктивності новостворених сортів достатньо високий 10–12 т/га, проте врожаї за роками нестабільні [2–5]. Підвищення адаптивності сортів пшениці озимої – це питання, якому

необхідно приділяти значної уваги [6–9]. Основні лімітувальні чинники для вирощування цієї культури – недостатня морозостійкість (внаслідок різких коливань температур, відлиг, крижаних кірок, видування, вимокання, випрівання та інших несприятливих чинників), посухостійкість [10–13]. Для вирішення проблеми екологічної стійкості сортів пшениці необхідно використовувати сортові технології, які мають визначити специфічні потреби сорту. Нові сорти необхідно вивчати за оптимальних і сортових умов, а також за водозабезпеченістю рослин, що дасть можливість детальніше оцінити адаптивний потенціал сорту і дати конкретні рекомендації щодо його вирощування [14]. Урожайність – важлива і провідна властивість сорту, проте за однакових агроекологічних умов вирощування різні сорти по-різному забезпечують вищий чи нижчий урожай зерна, що залежить від шкодочинних абіотичних і біотичних чинників (тобто аномальні температури або епіфітотії, що мають стресовий вплив на формування врожаю)

[15–17]. Урожайний потенціал детермінується генотипом, проте за врожайністю жодний із сортів не займав перше місце кожний рік або за умов вирощування у всіх зонах досліджень. Урожайність пшениці озимої варіює залежно від місця сівби та дає більший урожай, що свідчить, що той чи інший генотип за більш сприятливих екологічних умов може мати перевагу. Тому на сьогодні вважаємо є актуальним дослідити врожайність сучасних сортів пшениці озимої створених у ННЦ «ІЗ НААН» в різних екологічних зонах вирощування для подальшої рекомендації їх у виробництво.

Мета досліджень. Визначити вплив еколого-географічних чинників мінливості на врожайність сучасних сортів пшениці озимої, створених у ННЦ «ІЗ НААН».

Матеріали та методи досліджень. Досліджувалися сорти пшениці озимої селекції ННЦ «ІЗ НААН» (Лісова пісня, Ефектна, Водограй, Землероб, Краєвид та ін.). Дослідження сортів пшениці озимої екологічного сортовипробування проводяться в селекційній сівозміні ННЦ «ІЗ НААН» (с-ще Чабани, Фастівський р-н, Київської обл.), на Панфільській дослідній станції (с. Панфили, Бориспільський р-н Київської обл.) та Черкаській ДСГДС (с. Холоднянське, Смілянський р-н Черкаської обл.). На основі попередніх наукових досліджень і розробок було проведено комплексний аналіз сортів за цінними

господарськими ознаками і передусім за стійкістю до абіотичних чинників. Основними методами селекційної роботи є внутрішньовидова гібридизація сортів і номерів та індивідуальний добір з пшениці ярої за сівби під зиму (термічний мутагенез).

Результати та їх обговорення. Поліські сорти не однаково реагують на технологію вирощування та погодні умови року. Так за використання енергоощадної технології вирощування на Панфільській дослідній станції краще себе зарекомендували сорти у 2022 р. (табл. 1). Нижчою була врожайність у 2021 р. через опади у вигляді граду в період дозрівання пшениці.

В екологічному сортовипробуванні у 2022 р. кращі за врожайністю зерна Вікторія Поліська 7,8 т/га, Кесарія Поліська, Землероб по 7,4 т/га, Фортеця Поліська 7,3 т/га, Краєвид 7,0 т/га, Пам'яті Гірка 6,8 т/га, Ефектна 6,7 т/га. В середньому за три роки кращими за врожайністю були сорти Вікторія Поліська 7,6 т/га, Катруся Поліська 6,5 т/га, Кесарія Поліська і Землероб по 6,2 т/га, Фортеця Поліська 5,87 т/га, Ефектна 5,8 т/га. Відповідно, стандарти закордонної селекції Скаген 6,1 т/га, Самурай 5,57 т/га, української селекції Лісова пісня 4,87 т/га. Ці чинники вказують на високу пластичність і пристосованість цих сортів до умов вирощування на Панфільській дослідній станції за енергоощадної технології вирощування. За такої технології вирощування пшениця озима Вікторія

Таблиця 1. Кращі сорти пшениці озимої за врожайністю на Панфільській дослідній станції за енергоощадної технології вирощування, 2020-2022 рр.

Сорт	Урожайність, т/га	Приріст до St.						
	2020 р.	2020 р.	2021 р.	2021 р.	2022 р.	2022 р.	середня	середній
Лісова пісня, St.	4,5	–	4,3	–	5,8	–	4,87	–
Скаген, St.	5,6	1,1	4,8	0,5	7,9	2,1	6,1	1,23
Самурай, St.	5,8	1,3	4,4	0,1	6,5	0,7	5,57	0,7
Вікторія Поліська	7,4	2,9	–	–	7,8	2	7,6	2,73
Кесарія Поліська	6,4	1,9	4,8	0,5	7,4	1,6	6,2	1,33
Землероб	6,4	1,9	4,8	0,5	7,4	1,6	6,2	1,33
Фортеця Поліська	6,1	1,6	4,2	–0,1	7,3	1,5	5,87	1
Ефектна	5,9	1,4	4,8	0,5	6,7	0,9	5,8	0,93
Водограй	6,3	1,8	4,7	0,4	6	0,2	5,67	0,8
Краєвид	4,6	0,1	5,1	0,8	7	1,2	5,57	0,7
Пам'яті Гірка	4,9	0,4	4,9	0,6	6,8	1	5,53	0,66
Співанка Поліська	5,2	0,7	5	0,7	6	0,2	5,4	0,53
НіР ₀₅	0,32		0,33		0,38			

Таблиця 2. Нижча врожайність сортів пшениці озимої на Панфільській дослідній станції за енергоощадної технології вирощування, 2020-2022 рр.

Сорт	Урожайність, т/га	Приріст до St.						
	2020 р.	2020 р.	2021 р.	2021 р.	2022 р.	2022 р.	середня	середній
Лісова пісня, St.	4,5	–	4,3	–	5,8	–	4,87	–
Престижна	4,8	0,3	4,5	0,2	5	–0,8	4,77	–0,1
Русява	5,3	0,8	3,9	–0,4	5	–0,8	4,73	–0,14
Аналог	4,9	0,4	4	–0,3	5	–0,8	4,63	–0,24
Поліська 90	4,5	0	4	–0,3	5,3	–0,5	4,6	–0,27
Романівна	5,5	1	3,2	–1,1	5,1	–0,7	4,6	–0,27
Осяйна	4,9	0,4	3,4	–0,9	5,1	–0,7	4,47	–0,4
НіР ₀₅	0,32		0,33		0,38			

Поліська, Катруся Поліська, Кесарія Поліська, Землероб, Фортеця Поліська, Ефектна не поступаються за врожайністю закордонним сортам-стандартам Скаген і Самурай та українському стандарту Лісова пісня. У сприятливі роки добре себе зарекомендували сорти пшениці озимої Краєвид та Пам'яті Гірка.

Виділено також сорти пшениці озимої, які мали нижчу врожайність за роки досліджень на Панфільській дослідній станції (табл. 2). Це сорти Престижна, Русява, Аналог, Поліська 90, Романівна, Осяйна.

До недоліків сортів Престижна і Русява слід віднести вилягання на високоінтенсивних фонах. Ці

сорти формують великий високоозернений із високою масою 1000 зерен колос і високу висоту рослин, що за несприятливих факторів призводить до вилягання. Ці всі чинники і призводять до зниження врожайності. Сорти Аналог, як і Романівна та Осяйна ранньостиглі. Вони швидше дозрівають і формують урожай, часто відходять від ураження хворобами і шкідниками та за сприятливих умов дають п'ять і більше т/га. Сорт Поліська 90, не зважаючи на потенціал урожайності на рівні ранньостиглих генотипів, вже майже 30 років не сходить з арени вирощування через високу хлібопекарську якість.

Таблиця 3. Кращі сорти пшениці озимої за врожайністю у селекційній сівозміні без внесення добрив, інсектицидів, фунгіцидів ННЦ «ІЗ НААН», 2020-2022 рр.

Сорт	Урожайність, т/га	Приріст до St.						
	2020 р.	2020 р.	2021 р.	2021 р.	2022 р.	2022 р.	середня	середній
Лісова пісня, St.	5,79	–	4,5	–	4,4	–	4,9	–
Самурай, St.	5,7	–0,09	5,2	0,7	5,58	1,18	5,49	0,59
Колонія, St.	3,89	–1,9	5	0,5	4,8	0,4	4,56	–0,34
Скаген, St.	4,44	–1,35	5	0,5	3,5	–0,9	4,31	–0,59
Землероб	6,56	0,77	7,5	3	5,6	1,2	6,55	1,65
Ефектна	6,87	1,08	7,5	3	5,28	0,88	6,55	1,65
Кесарія Поліська	6,59	0,8	7,6	3,1	5,33	0,93	6,51	1,61
Фортеця Поліська	6,48	0,69	6,7	2,2	6	1,6	6,39	1,49
Пирятинка	6,56	0,77	6	1,5	5,33	0,93	5,96	1,06
Катруся Поліська	4,76	–1,03	6,5	2	6,58	2,18	5,95	1,05
Співанка Поліська	4,44	–1,35	7,1	2,6	5,58	1,18	5,71	0,81
Вікторія Поліська	5,79	0	7,4	2,9	3,9	–0,5	5,6	0,7
Іванна Поліська	4,52	–1,27	6,2	1,7	5,4	1	5,37	0,47
НіР ₀₅	0,33		0,36		0,31			

Таблиця 4. Нижча врожайність сортів пшениці озимої у селекційній сівозміні без внесення добрив, інсектицидів, фунгіцидів ННЦ «ІЗ НААН», 2020-2022 рр.

Сорт	Урожайність, т/га	Приріст до St.						
	2020 р.	2020 р.	2021 р.	2021 р.	2022 р.	2022 р.	середня	середній
Лісова пісня, St.	5,79	–	4,5	–	4,4	–	4,9	–
Самурай, St.	5,7	–0,09	5,2	0,7	5,58	1,18	5,49	0,59
Колонія, St.	3,89	–1,9	5	0,5	4,8	0,4	4,56	–0,34
Скаген, St.	4,44	–1,35	5	0,5	3,5	–0,9	4,31	–0,59
Миролоубна	5,63	–0,16	4,5	0	4,8	0,4	4,98	0,08
Романівна	4,37	–1,42	4,7	0,2	4,6	0,2	4,56	–0,34
Намисто	4,21	–1,58	–	–	4,8	0,4	4,51	–0,39
Осяйна	3,73	–2,06	4,5	0	4,7	0,3	4,31	–0,59
Аналог	–	–	5,92	1,42	2,9	–1,5	4,26	–0,64
Русява	3,57	–2,22	4,4	–0,1	4,43	0,03	4,13	–0,77
Поліська 90	1,75	–4,94	5,2	0,7	3,28	–1,12	3,41	–1,49

У другому пункті досліджень за вирощування в селекційній сівозміні ННЦ «ІЗ НААН» за використання технології (попередник гречка, без внесення добрив, інсектицидів, фунгіцидів) краще себе зарекомендували сорти у 2021 р. (табл. 3).

Високу врожайність без внесення добрив, інсектицидів, фунгіцидів у 2021 р. показали сорти Кесарія Поліська 7,6 т/га; Ефектна, Землероб по 7,5 т/га; Вікторія Поліська 7,4 т/га; Полісянка 7,2 т/га, Співанка Поліська 7,1 т/га та ін., відповідно стандарт Лісова пісня 4,5 т/га. Загалом більшість сортів мали високий

приріст до врожайності, або були на рівні стандарту Лісова пісня.

Нижчу врожайність у селекційній сівозміні ННЦ «ІЗ НААН» за використання технології (попередник гречка, без внесення добрив, інсектицидів, фунгіцидів) відмічено у закордонних стандартів Колонія і Скаген та сортів Миролоубна, Престижна, Романівна, Намисто, Осяйна, Аналог, Русява, Мережка, Поліська 90 (табл. 4).

За 2020–2022 рр. 16 сортів чабанівської селекції за використання технології (попередник гречка, без

Таблиця 5. Урожайність сортів пшениці озимої на Черкаській ДСГДС ННЦ «ІЗ НААН», 2022 р.

Сорт	Урожайність, т/га		Середня врожайність двох господарств, т/га
	с.Холоднлянське, Черкаського р-ну	с.Драбово-Борятинське Золотоніського р-ну	
Фортеця Поліська	6,36	7,59	6,97
Кесарія Поліська	6,62	6,39	6,50
Полісянка	6,33	6,62	6,47
Красвид	6,36	6,56	6,46
Співанка Поліська	6,01	6,43	6,22
Землероб	6,25	5,84	6,04
Водограй	5,54	6,36	5,95
Ефектна	5,55	6,36	5,95
Пам'яті Гірка	4,88	6,80	5,84
Любіто	6,12	5,36	5,74
Пирятинка	5,13	6,33	5,73
Миролоубна	5,36	5,00	5,18
Середня врожайність	5,87	6,32	6,09

внесення добрив, інсектицидів, фунгіцидів) перевищували за врожайністю як український, так і закордонні стандарти пшениці озимої та 9 поступалися їм. Кращі сорти Землероб, Ефектна по 6,55 т/га, Кесарія Поліська 6,51 т/га, Фортеця Поліська 6,39 т/га, Пириятинка 5,96 т/га, Катруся Поліська 5,95 т/га, Мокоша 5,80 т/га, Співанка Поліська 5,71 т/га та ін.

На Черкаській дослідній станції у 2022 р. досліджувалося 12 сортів пшениці озимої у двох пунктах досліджень: с. Холодниське, Черкаського р-ну та с. Драбово-Борятинське Золотоносського р-ну (табл. 5).

У с. Холодниське врожайність варіювала від 4,88 т/га (Пам'яті Гірка) до 6,62 т/га Кесарія Поліська. Середня врожайність сортів по досліді становила 5,87 т/га. Перевищували середню врожайність по досліді в с. Холодниське 7 сортів Кесарія Поліська (6,62 т/га), Фортеця Поліська, Краєвид (по 6,36 т/га), Полісянка (6,33 т/га), Землероб (6,25 т/га), Любіто (6,12 т/га), Співанка Поліська (6,01 т/га).

У с. Драбово-Борятинське врожайність варіювала від 5,00 т/га (Миролубна) до 7,59 т/га (Фортеця Поліська). Середня врожайність сортів по досліді становила 6,32 т/га. Перевищували середню врожайність по досліді (6,32 т/га) в с. Драбово-Борятинське 9 сортів Фортеця Поліська (7,59 т/га), Пам'яті Гірка

(6,80 т/га), Полісянка (6,62 т/га), Краєвид (6,56 т/га), Співанка Поліська (6,43 т/га), Кесарія Поліська (6,39 т/га), Водограй, Ефектна (по 6,36 т/га), Пириятинка (6,33 т/га).

У 2023 р. урожайність пшениці озимої значно різнилася як на Панфільській дослідній станції (зона Лісостеп), так і у Миколаївському національному аграрному університеті (зона Степу) (табл. 6).

На Панфільській ДС ННЦ «ІЗ НААН» в екологічному сортовипробуванні врожайність кращих сортів варіювала від 7,2 т/га до 8,8 т/га та приростом до стандарту Лісова пісня від 0,5 т/га до 2,1 т/га. Кращі сорти за врожайністю Вікторія Поліська, Краєвид, Фортеця Поліська, Катруся Поліська, Кесарія Поліська, Землероб, Ефектна, Іванна Поліська, Співанка Поліська, Любіто, Пам'яті Гірка, Водограй. Перевищували чи були на рівні за врожайністю до закордонних сортів Самурай (8,3 т/га) і Скаген (8,2 т/га) генотипи: Вікторія Поліська (8,8 т/га), Краєвид (8,7 т/га), Фортеця Поліська, Катруся Поліська (по 8,2 т/га).

На демонстраційному полігоні ННПЦ Миколаївського НАУ краще себе зарекомендували у 2023 році сорти пшениці озимої Кесарія Поліська (7,13 т/га), Любіто (7,10 т/га), Краєвид (7,02 т/га).

Таблиця 6. Урожайність пшениці озимої на екологічному сортовипробуванні Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН» та демонстраційному полігоні ННПЦ Миколаївського НАУ, 2023 р.

Сорт	Панфільська дослідна станція (зона Лісостеп)		Миколаївський національний аграрний університет (зона Степ)	
	урожайність, т/га	приріст до стандарту Лісова пісня, т/га	урожайність, т/га	приріст до стандарту Лісова пісня, т/га
Лісова пісня St.	6,7	–	6,91	–
Самурай St.	8,3	1,6	–	–
Скаген St.	8,2	1,5	–	–
Вікторія Поліська	8,8	2,1	–	–
Краєвид	8,7	2,0	7,02	0,11
Фортеця Поліська	8,2	1,5	–	–
Катруся Поліська	8,2	1,5	–	–
Кесарія Поліська	8,0	1,3	7,13	0,22
Землероб	8,0	1,3	6,85	–0,06
Ефектна	8,0	1,3	6,11	–0,8
Іванна Поліська	8,0	1,3	–	–
Співанка Поліська	7,9	1,2	6,17	0,74
Любіто	7,9	1,2	7,10	0,19
Пам'яті Гірка	7,9	1,2	–	–
НіР ₀₅	0,33		0,37	

ВИСНОВКИ

Отже, сучасні сорти пшениці озимої Вікторія Поліська, Краєвид, Фортеця Поліська, Катруся Поліська, Кесарія Поліська, Землероб, Ефектна, Іванна Поліська, Співанка Поліська, Любіто, Пам'яті Гірка, Водограй є запорука в підвищенні продуктивності

пшениці озимої в умовах змін клімату. Однак, слід працювати з насінництвом сортів Поліська 90, Аналог, Романівна. Ці генотипи мають високу хлібопекарську якість при випічці хліба. Крім того, Аналог і Романівна скоростиглі сорти, які більшою мірою за роками відходить від ураження до шкодочинних хвороб.

ЛІТЕРАТУРА

1. Єльніков М.І., Грідін М.М., Звягін А.Ф. Теоретичне обґрунтування, удосконалення та результати практичного використання методів селекції озимої пшениці на адаптивність. Селекція польових культур: Збірник наукових праць. Харків, ІР ім. В.Я. Юр'єва УААН, 2008. 384 с.
2. Литвиненко М.А. Реалізація генетичного потенціалу, проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів озимої пшениці. *Насінництво*. 2010. № 6. С. 1–6.
3. Кочмарський В.С., Коломієць Л.А., Колочий В.Т., Назаренко С.Г., Маринка С.М. Реалізація генетичного потенціалу пшениці озимої в Лісостепу України. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2011. Т. 9, № 1. С. 32–39.
4. Жемела Г., Кузнецова О.А. Вплив сортових властивостей на продуктивність та якість зерна пшениці м'якої озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 23–25.
5. Васильківський С.П., Семеніхін О.В. Адаптивні властивості та врожайність сортів пшениці м'якої озимої. *Агробіологія: зб. наук. пр.* 2010. Вип. 4 (80). С. 97–103.
6. Литвиненко М.А., Лифенко С.П., Єриняк М.І. Сорти озимої м'якої пшениці степового еко типу краще переносять екстремальні погодні умови. *Насінництво*. 2013. № 9. С. 14–18.
7. Звягін А.Ф. Адаптивність і селекційна цінність сортів універсального типу конкурсного сортовипробування інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН. *Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр.* 2009. Вип. 64. С. 90–94.
8. Базалій В.В., Бойчук І.В., Ларченко О.В. Принципи адаптивної селекції сортів пшениці озимої м'якої. *Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр.* 2012. Вип. 80. С. 26–32.
9. Іващенко О.О. Шляхи адаптації землеробства в умовах змін клімату. *Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2008. Спецвипуск. С. 15–21.
10. Файт В.І. Морозостійкість і урожайність окремих сортів озимої пшениці. *Вісн. аграрн. науки*. 2005. № 11. С. 25–29.
11. Булавка Н.В. Морозостійкі лінії для використання в селекції озимої м'якої пшениці. Науково-технічний бюлетень Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла. Миронівка, 2009. Вип. 9. С. 82–87.
12. Уліч Л.І., Бочкарьова Л.П., Лисікова В.М., Семеніхін О.В. Посухостійкість сортів пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.), придатних для поширення в Україні. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2008. № 1. С. 106–114.
13. Чугаєв С.В., Черняєва І.М., Лучна І.С., Петренкова В.П. Оцінка сортів пшениці м'якої озимої на посухостійкість у східній частині Лісостепу України. *Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської обл.: наук.-виробн. зб.* 2013. Вип. 14. С. 153–161.
14. Базалій В.В., Ларченко О.В., Базалій Г.Г. Оптимізація сортового складу озимої пшениці за параметрами екологічної стійкості в умовах Південного Степу України. Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування: *зб. наук. пр. Уманського держ. аграр. ун-ту*. 2008. С. 355–363.
15. Литун П.П. Эколого-генетическая модель количественного признака и ее значимость для теории селекции. *Селекция и семеноводство*. 1984. Вып. 56. С. 40–45.
16. Литун П.П., Шевченко М.В., Суббота Т.М. Пластичность генотипов в экологических опытах простой структуры. *Селекция и семеноводство*. 1982. Вып. 50. С. 11–15.
17. Орлюк А. П. Генетика пшениці з основами селекції: моногр. Херсон: Айлант, 2012. 436 с.

REFERENCES

1. Yelnikov M.I., Gridin M.M., Zvyagin A.F. (2008). Theoretical justification, improvement and results of practical use of winter wheat breeding methods for adaptability. Selection of field crops: Collec-

- tion of scientific papers. Kharkiv, IR named after V.Ya. Yuryeva, Ukrainian Academy of Sciences. 384 p. [in Ukrainian].
2. Lytvynenko M.A. (2010). Realization of genetic potential, problems of productivity and grain quality of modern varieties of winter wheat. *Seed production*, 6, 1–6 [in Ukrainian].
 3. Kochmarskyi V.S., Kolomiets L.A., Kolyuchy V.T., Nazarenko S.G., Marynka S.M. (2011). Realization of the genetic potential of winter wheat in the Forest Steppe of Ukraine. *Bulletin of the Ukrainian Society of Geneticists and Breeders*, 9, 1, 32–39 [in Ukrainian].
 4. Zhemela G.P., Kuznetsova O.A. (2012). Influence of varietal properties on productivity and grain quality of soft winter wheat. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 3, 23–25 [in Ukrainian].
 5. Vasytkivskiy S.P., Semenikhin O.V. (2010). Adaptive properties and yield of soft winter wheat varieties. *Agrobiology: coll. of science pr.*, 4 (80), 97–103 [in Ukrainian].
 6. Lytvynenko M.A., Lyfenko S.P., Yerynyak M.I. (2013). Varieties of winter soft wheat of the steppe ecotype better tolerate extreme weather conditions. *Seed production*, 9, 14–18 [in Ukrainian].
 7. Zvyagin A.F. (2009). Adaptability and selection value of varieties of the universal type of the competitive variety testing of the Institute of Plant Science named after V. Ya. Yuryeva, Ukrainian Academy of Sciences. *Taurian scientific bulletin: coll. of science Kherson Ave.*, 64, 90–94 [in Ukrainian].
 8. Bazaliy V.V., Boychuk I.V., Larchenko O.V. (2012). Principles of adaptive selection of winter soft wheat varieties. *Taurian scientific bulletin: coll. of science Kherson Ave.*, 80, 26–32 [in Ukrainian].
 9. Ivashchenko O. O. (2008). Ways of adaptation of agriculture in conditions of climate change. *Coll. of science Proceedings of the NSC «Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences»*. P. 15–21 [in Ukrainian].
 10. Fait V.I. (2005). Frost resistance and productivity of certain varieties of winter wheat. *Visn. agrarian Sciences*, 11, 25–29 [in Ukrainian].
 11. Bulavka N.V. (2009). Frost-resistant lines for use in the selection of winter soft wheat. *Scientific and technical bulletin of the Myroniv Wheat Institute named after V. M. Remesla. Myronivka*, 9, 82–87 [in Ukrainian].
 12. Ulich L.I., Bochkaryova L.P., Lysikova V.M., Semenikhin O.V. (2008). Drought resistance of winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) suitable for distribution in Ukraine. *Varietal study and protection of rights to plant varieties*, 1, 106–114 [in Ukrainian].
 13. Chugaev S.V., Chernyaeva I.M., Luchna I.S., Petrenkova V.P. (2013). Assessment of soft winter wheat varieties for drought resistance in the eastern part of the Forest Steppe of Ukraine. *Bulletin of the center of scientific support of APV of Kharkiv region: science and production*, 14, 153–161 [in Ukrainian].
 14. Bazaliy V.V., Larchenko O.V., Bazaliy H.G. (2008). Optimizing the varietal composition of winter wheat according to parameters of ecological stability in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. Basics of formation of productivity of agricultural crops under intensive growing technologies: coll. of science Umansky state avenue agrarian university. P. 355–363 [in Ukrainian].
 15. Lytun P.P. (1984). Ecological-genetic model of a quantitative trait and its significance for the theory of selection. *Breeding and seed production*, 56, 40–45 [in Ukrainian].
 16. Lytun P.P., Shevchenko M.V., Subbota T.M. (1982). Plasticity of genotypes in ecological experiments of a simple structure. *Breeding and seed production*, 50, 11–15 [in Ukrainian].
 17. Orlyuk A.P. (2012). Genetics of wheat with the basics of selection [Monograph]. Kherson: Ailant, 436 p. [in Ukrainian].

Holyk L.M., Shtakal M.I., Levchenko O.S., Drukovska N.H.

Yield of modern winter wheat varieties under different physical and geographical conditions

Aim. Determine the influence of ecological and geographical factors of variability on the yield of modern winter wheat varieties created at the Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences of the Russian Academy of Sciences. **Methods.** Field, laboratory and analytical research. Field research was carried out under the conditions of monitoring surveys according to the methods of determination in various points of studying the varietal diversity of winter wheat. **Results.** Winter wheat varieties *Victoria Poliska* with a yield of 7.6 t/ha, *Katrusya Poliska* 6.5 t/ha, *Kesaria Poliska* and *Zemlerob* each 6.2 t/ha, *Fortetsia Poliska* 5.87 t/ha, *Pyriatynka* 5.8 t/ha. Accordingly, the standards of foreign reeding *Skagen* 6.1 t/ha, *Samurai* 5.57 t/ha, Ukrainian selection *Lisova Pishnia* 4.87 t/ha. For 2020–2022, in the selective crop rotation of the NSC «IZ NAAN» the best varieties of winter wheat in terms of yield *Zemlerob*, *Effectna* (6.55 t/ha each), *Kesaria Poliska* (6.51 t/ha), *Fortetsia Poliska*

(6, 39 t/ha), *Pyryatinka* (5.96 t/ha), *Katrusya Poliska* (5.95 t/ha), the standards of foreign selection *Skagen* 6.1 t/ha, *Samurai* 5.57 t/ha, *Ukrainian selection Lisova Pisnia* 4.87 t/ha. For 2020-2022, in the selective crop rotation of the NSC «IZ NAAN» the best varieties of winter wheat in terms of yield *Zemlerob*, *Effectna* (6.55 t/ha each), *Kesaria Poliska* (6.51 t/ha), *Fortress Poliska* (6.39 t/ha), *Pyryatinka* (5.96 t/ha), *Katrusya Poliska* (5.95 t/ha), respectively, the standards of foreign selection *Samurai* (5.49 t/ha), *Kolonia* (4.56 t/ha) *Skagen* (4.31 t/ha) and *Ukrainian selection Lisova Pisnia* (4.90 t/ha). **Conclusions.** So, modern varieties of winter wheat *Viktoriya Poliska*, *Kraevyd*, *Fortetsya Poliska*, *Katrusya Poliska*, *Kesaria Poliska*, *Zemlerob*, *Efektna*, *Ivanna Poliska*, *Spivanka Poliska*, *Lyubito*, *Pamyati Hirka*, *Vodogray* are a guarantee of increasing the productivity of winter wheat in conditions of climate change.

Key words: breeding, ecological variety testing, valuable economic traits.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Голик Л.М., канд. с.-г. н., ст. н. сп., ННЦ «Інститут землеробства НААН», e-mail: holykselekcjoner@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7157-6520.

Штакал М.І., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», e-mail: shtakal@i.ua, ORCID: 0000-0002-9511-0290.

Holyk L.M., Candidate of agriculture science, senior scientist, NSC «Institute of Agriculture NAAS», e-mail: holykselekcjoner@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7157-6520.

Shtakal M.I., Doctor of Agricultural Sciences, Senior Research Fellow, NSC «Institute of Agriculture of the NAAS», e-mail: shtakal@i.ua, ORCID: 0000-0002-9511-0290.

Левченко О.С., доктор філософії, ННЦ «Інститут землеробства НААН», e-mail: feniks1213@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1639-326X.

Друківська Н.Г., провідний агроном, ННЦ «Інститут землеробства НААН».

Levchenko O.S., Doctor of Philosophy, NSC «Institute of Agriculture NAAS», e-mail: feniks1213@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1639-326X.

Drukivska N.H., senior agronomist, NSC «Institute of Agriculture of the NAAS».

Надійшла 21.06.2024

НАУКОВО-КОНСУЛЬТАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ АПК КИЇВСЬКОЇ ОБЛ.

О.Л. Оксимець¹, О.І. Вітвіцька¹, О.В. Тимошенко¹, Л.М. Сінельник¹,
Г.В. Коваленко¹, Т.І. Кучма¹, Ю.О. Оксимець²

¹ННЦ «ІЗ НААН» (с-ще Чабани, Україна)

²Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна)

Мета. *Опрацювати і узагальнити науково-організаційні підходи щодо рекламування, консалтингового супроводу та трансферу інноваційних розробок на аграрному ринку наукоємної продукції Київської обл. Методи.* Діалектичний, абстрактно-логічний, економіко-статистичний, системно-теоретичний, порівняльно-ретроспективний, аналітичний. **Результати.** *Аналіз кон'юнктури ринку у 2021–2023 рр. показав, що серйозну конкуренцію вітчизняним сортам сої, ріпаку озимого та ярого, кукурудзи, буряка кормового складають сорти іноземних компаній. Вітчизняні наукові установи лідирують у селекції сортів пшениці озимої, гречки, жита озимого, проса, квасолі, льону олійного, льону-довгуню, люпину, серед яких чільне місце посідають селекційні досягнення ННЦ «ІЗ НААН», придатних для поширення в Україні. Інноваційні розробки в землеробстві направлені на охорону ґрунтів і підвищення їх родючості, у рослинництві на створенні високоефективних технологій вирощування зернових, зернобобових та кормових культур, а в селекції – створення нових сортів, гібридів, ліній. За період 2021–2023 рр. проведено випробування – 31 наукової розробки, в галузі землеробства – 2; рослинництва – 29 з них технологій в рослинництві – 2; сортів і гібридів рослин – 27. Впроваджено 59 інновацій в галузі землеробства – 3; рослинництва – 56, з них технологій – 18, сортів і гібридів – 38. До практичного вирішення завдань у сфері наукового забезпечення інноваційного розвитку сільського господарства регіону нашою установою розроблено та проведено низку заходів з науково-консультаційного забезпечення. Опрацьовано науково-методологічні положення з організації інформаційного і консультативного забезпечення АПВ Київської обл., удосконалено систему і шляхи пропаганди, реклами наукових розробок ННЦ «ІЗ НААН», сформовано мережу розповсюдження сільськогосподарської інформації та надання консультацій із різних питань ведення сільського господарства. З метою пропаганди новітніх науково-інноваційних проєктів за три роки було проведено 9 конференцій, зокрема 5 міжнародних, 4 всеукраїнських; 1 науково-практичний семінар; 5 виставок, в т. ч. 1 міжнародна, 4 всеукраїнських; 2 Дня поля; 1 workshop. Висновки.* Науково-консультаційне забезпечення відіграє ключову роль у створенні сприятливого середовища для інноваційного розвитку, сприяючи сталому економічному зростанню та підвищенню конкурентоспроможності сільськогосподарського виробництва.

Ключові слова: *інноваційний процес, інноваційна діяльність, інноваційний розвиток, сучасні технології в агропромисловому комплексі, сільськогосподарське виробництво.*

Вступ. Агропромисловий комплекс України, зокрема сільське господарство – один із найважливіших секторів економіки країни, що безпосередньо впливає на зростання виробництва ВВП, відіграє важливу роль у зовнішніх та внутрішніх ринкових відносинах,

є важливим споживачем товарів і послуг інших сфер виробництва, створює робочі місця на ринку праці, має потужний потенціал для розвитку економічної, продовольчої та енергетичної стабільності держави. Однак незважаючи на вищевикладене потребує

докорінного реформування через його низьку конкурентоспроможність.

Одним із шляхів підвищення конкурентоспроможності аграрного сектору, є перехід його на інноваційний шлях розвитку, що передбачає використання нових прогресивних технологій (елементів технологій), високопродуктивних сортів сільськогосподарських культур, нових порід і типів худоби, ветеринарних препаратів тощо. Важливою умовою розвитку і підвищення ефективності функціонування агропромислового комплексу є посилення інтеграції науки у виробництво та широке впровадження наукових досягнень в аграрних підприємствах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Перехід України до ринкових відносин поставив перед українською наукою чимало питань щодо ефективності діючої системи організації наукової роботи, одержання та впровадження в життя практичних результатів досліджень, формування і використання інтелектуальних ресурсів системи [1; 2].

Питаннями інноваційного розвитку агропромислового комплексу на державному рівні загалом і на регіональному зокрема свого часу займалися українські вчені Балян А.В., Володін С.А., Вергунов В.А., Гадзало Я.М., Гриник І.В., Зубець М.В., Криворучко І.М., Роїк М.В., Польовий В.М., Шпикуляк О.Г., тощо.

Не зважаючи на велику кількість наукових праць і цінність отриманих результатів, залишається низка невіршених питань і проблем (деформація структури виробництва, нераціональне використання земельних ресурсів сільськогосподарського призначення, зношеність основних фондів, низька ефективність сільськогосподарських підприємств, тощо), які гальмують впровадження у сільськогосподарське виробництво нових технічних засобів, технологій обробітку ґрунту та вирощування сільськогосподарських культур, застосування сортів рослин, більш продуктивних і стійких до хвороб та несприятливих природно-кліматичних проявів, які відповідно дають змогу збільшити врожайність, продуктивність, мінімізувати витрати та гарантувати еколого-економічну безпеку [3].

Дослідження наукової сфери показали необхідність усвідомлення проблеми інтеграції науки та підприємництва в єдину систему наукоємного ринку, де кожна складова виконує свою функцію, але разом вони створюють єдину інтегровану систему, яка забезпечує всіх її учасників.

Вивести агропромислове виробництво на новий рівень можливо тільки завдяки переведенню його на інноваційно-інвестиційний шлях розвитку, який передбачає широке залучення інновацій в усі галузі агропромислового комплексу [1; 2].

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводяться з використанням методичних підходів, які застосовуються в міжнародній практиці, зокрема, мають відповідати вимогам ISO 17025; а також згідно з науковими виданнями НААН, ННЦ «Інститут аграрної економіки», ДНСГБ.

Методика дослідження передбачає використання комплексу методів загального характеру (діалектичний, абстрактно-логічний, економіко-статистичний, системно-теоретичний, порівняльно-ретроспективний, аналітичний) для вивчення загальних закономірностей розвитку АПК Київської обл. та формування відповідних висновків, щодо покращання науково-консультаційного забезпечення інноваційного розвитку регіону.

Результати та їх обговорення. На шляху України до євроінтеграції в умовах жорсткої конкуренції особливої актуальності набуває проблема підвищення конкурентоспроможності всіх галузей національної економіки на основі інновацій. Інноваційна діяльність як симбіоз творчого, виробничого й комерційного аспектів функціонування підприємств, зобов'язана бути науково обґрунтованою для забезпечення заданого економічного ефекту від її застосування. Інноваційна діяльність є вихідною рушійною силою всього господарського життя і зростання сільськогосподарського виробництва забезпечується саме за рахунок практичної реалізації науково-технічних досягнень та впровадження в господарську практику інноваційних технологій [4; 5].

Найбільш ефективною та прогресивною буде така інноваційна система, яка має тісні зв'язки з науковими установами та вищими навчальними закладами, не обмежена у використанні різних джерел фінансування, активно співпрацює з обласними та районними органами влади та має розвинену організаційну структуру. Інноваційні процеси в агропромисловому комплексі повинні базуватися на нових підходах до організації науково-інформаційного забезпечення. Це включає надання консультаційних послуг, навчання фахівців виробництва, видання науково-просвітницьких матеріалів, використання Інтернету (створення веб-сайтів, Інтернет-сторінок), створення баз даних завершених наукових розробок, залучення експертів-консультантів

із різних напрямів сільськогосподарського виробництва та іншої інформації [6; 7].

Основним завданням держави у галузі інформаційної політики є забезпечення постійного оновлення інформаційних ресурсів та розвиток інформаційної системи на основі сучасних комунікаційних технологій. Ця система повинна надавати виробникам максимально вільний доступ до інформації в галузі науки, технологій та освіти. Основними продуцентами (агроінновацій) інновацій у сільському господарстві є Національна академія аграрних наук України (НААН), яка визначає основні напрями фундаментальних і прикладних досліджень, розробляє державні й галузеві науково-технічні програми з питань розвитку сільського господарства [8] і науково-дослідні установи (НДУ) та їх мережа, які розміщено у всіх природних зонах країни, що дає змогу проводити фундаментальні та прикладні дослідження з урахуванням різноманітності ґрунтових та природно-кліматичних умов.

Тому науково-дослідні установи НААН за сприяння Міністерства аграрної політики та продовольства України й Національної академії аграрних наук України повинні довести свої завершені наукові розробки до рівня інновацій, адаптувати їх до ґрунтово-кліматичних умов регіонів України й успішно впровадити на ринок агропромислового виробництва [9].

Галузеві науково-дослідні установи (НДУ) надають науковий супровід інноваційним проектам та здійснюють науково-консультаційне й інформаційне обслуговування агропромислових формувань через регіональні та міжрегіональні центри наукового забезпечення агропромислового виробництва [8].

Для розв'язання завдань у сфері наукового забезпечення інноваційного розвитку сільського господарства залучені насамперед наукові установи НААН об'єднані в регіональні та міжрегіональні Центри наукового забезпечення АПК. Одним з провідних продуцентів наукового продукту на ринку інновацій в Україні та за кордоном є Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України» (ННЦ «ІЗ НААН»).

Фундаментальні, прикладні та короткотермінові наукові дослідження проводяться за 15 програмами Національної академії аграрних наук України з основних питань землеробства, рослинництва, селекції і насінництва, генетичних ресурсів, біоенергетики, економіки та інноваційної діяльності в агропромислового комплексі. Ці програми спрямовані

на вирішення найважливіших проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного та суспільно-політичного потенціалу держави.

У результаті виконання завдання забезпечено організацію науково-консультаційних послуг, розповсюдження науково-технічної, кон'юнктурно-економічної та патентної інформації, пропаганди досягнень НТП та передового досвіду з метою забезпечення усіх суб'єктів аграрної сфери необхідною об'єктивною, достовірною, оперативною інформацією, спрямованою на підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарського виробництва.

Дослідження ринку наукоємної продукції – один із напрямів маркетингових досліджень направлених на отримання даних оцінки кон'юнктурних тенденцій, виявлення ключових факторів успіху та визначення найбільш ефективних способів ведення конкурентної політики на ринку для прийняття пріоритетних кроків націлених на ефективну діяльність наукової установи.

Цей напрям статистичного дослідження органічно вписується в функції маркетингового аналізу, оскільки надає важливу інформацію для формування стратегій і тактик маркетингу. Оцінка та аналіз ринку наукової продукції дає змогу отримати об'єктивні дані про поточну ситуацію на ринку, визначити ключові тенденції, ідентифікувати потенційних клієнтів і конкурентів, а також з'ясувати їхні потреби та переваги. Ця інформація допомагає ухвалювати обґрунтовані рішення щодо розробки стратегій просування продукції, встановлення ціноутворення, позиціонування бренду та інших аспектів маркетингової діяльності.

У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні станом на 2023 р. сорти селекції ННЦ «ІЗ НААН» становлять у групах зернових та кукурудзи 1,6%, зернобобових 8,4%, круп'яних 26,9%, олійних та прядивних 4,5%, кормових 7,94% [10].

На основі проведених досліджень нами з'ясовано, що кількість сортів рослин і гібридів іноземної та вітчизняної селекції в наповненні реєстру в 2021–2023 рр. постійно змінюється. Проведений аналіз даних (рис. 1) характеризує кон'юнктуру ринку наукоємної продукції в галузі рослинництва. Кількість сортів і гібридів рослин в наповненні реєстру в 2023 р. становила у групі зернових та кукурудзи 49,0% іноземної селекції, 51,0% вітчизняної. Зернобобових 51,9% зарубіжних, 48,1% українських, круп'яних 6,0% закордонних, 94,0% вітчизняних, олійних та

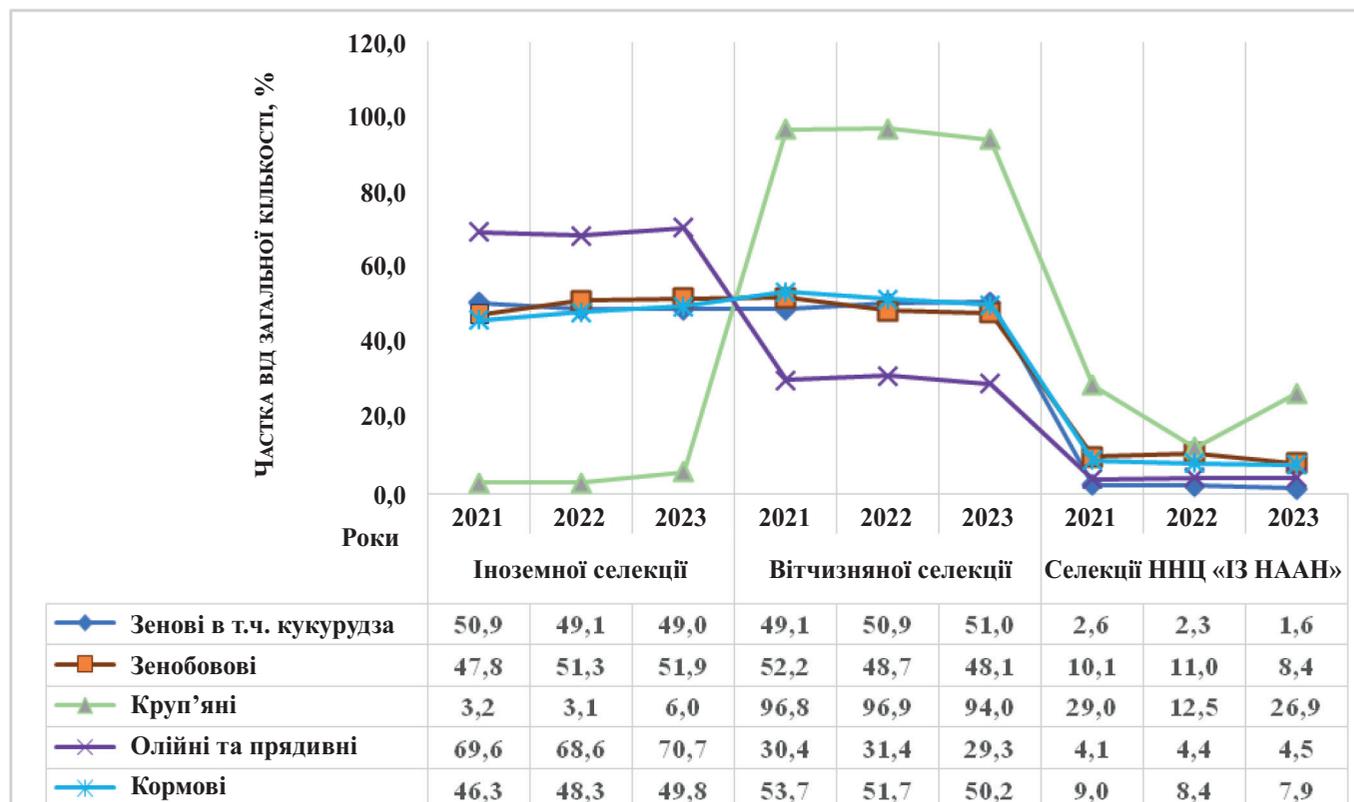


Рис. 1. Динаміка поширення сортів рослин вітчизняної та іноземної селекції

прядивних 70,7% селекції інших країн та 29,3% внутрішньої, кормових 49,8% і 50,2%.

За даними реєстру 2023 р., кількість сортів та гібридів рослин закордонної селекції порівняно з 2021 р. зменшилась у групі зернових та кукурудзи на 1,9%. У групі зернобобових, круп'яних, олійних та прядивних і кормових збільшилась на 4,1%; 2,8%; 1,1% і 3,5% відповідно.

За три роки чітко простежується тенденція до поступового збільшення іноземних сортів зернобобових та круп'яних культур, що веде до втрати українських позицій на вітчизняному ринку сортових ресурсів.

Аналіз кон'юнктури ринку показав, що серйозну конкуренцію вітчизняним сортам сої, ріпаку озимого та ярого, кукурудзи, буряка кормового складають іноземні компанії переважно з європейських країн (Німеччина, Франція, Нідерланди, Швейцарія, Австрія, Польща та ін.), а також США. Іноземні сорти з Німеччини, Польщі, Нідерландів, Канади переважають також на ринку злакових трав, які використовуються в озелененні територій.

Вітчизняні наукові установи лідирують у селекції сортів пшениці озимої, гречки, проса, квасолі, льону олійного, льону-довгунцю, люпину, серед яких чільне місце посідають селекційні досягнення ННЦ «ІЗ НААН», придатних для поширення в Україні.

Співробітниками ННЦ «ІЗ НААН» упродовж 2021–2023 рр. організовано і проведено 9 науково-практичних конференцій, зокрема 5 міжнародних, 4 всеукраїнських, 1 науково-практичний семінар, 5 виставок, 2 Дні поля, 1 Workshop, 3 виступи на телебаченні та 1 по радіо.

Взято участь в 85 конференціях, 14 семінарах, в 1 нараді, 5 круглих столах, 4 Днях поля, 1 фестивалі, 1 онлайн-дискусії, 2 міжнародних форумах, 2 вебінарах. Забезпечено функціонування 14 науково-демонстративних полігонів, на яких проводилися наради, семінари, конференції, курси з апробації сільськогосподарських культур, Дні поля.

Науковцями було розроблено 11 науково-практичних рекомендацій, 2 інформаційних листки, опубліковано 287 статей у збірниках наукових праць, наукових журналах та газетах, підготовлено 6 монографій. Прочитано 57 лекцій. Надано 2657 консультацій з них 523 у землеробстві, 1430 у рослинництві та 704 у селекції. Проведено навчання по спеціальностях землеробство, рослинництво, кормовиробництво 365 фахівців АПК.

Вченими постійно ведеться пошук нових шляхів та методів пропаганди та реклами наукових досягнень. У сьогоденних реаліях життя нашого суспільства особлива увага приділяється креативним формам

передачі інформації (організація Інтернет-маркетингу та цифрової реклами), що забезпечує надання науково-консультаційних послуг, розповсюдження даних про інноваційні розробки, науково-технічної, кон'юнктурно-економічної та патентної інформації, пропаганду досягнень НТП та передового досвіду з метою підвищення рівня знань та кваліфікації сільськогосподарських виробників. Фактично, Інтернет-маркетинг правильно називати цифровий (Діджитал) маркетинг, оскільки нині він поширюється і на канали, що не належать до Інтернету, а які надають цифрові медіа, включаючи смартфони, планшети і будь-які інші цифрові носії. Реклама завершених наукових розробок ведеться у всесвітній мережі Інтернет, Фейсбук та Інстаграм (рис. 2), що дає можливість досить точно, вибирати цільову аудиторію, що, само собою, підвищує ефективність рекламування.

В умовах прискорення процесів глобалізації особливої актуальності набуває проблема підвищення конкурентоспроможності всіх галузей національної економіки на основі інновацій. Інноваційна діяльність як симбіоз творчого, виробничого й комерційного аспектів функціонування підприємств, зобов'язана бути науково обґрунтованою для забезпечення заданого економічного ефекту від її застосування. Інноваційна діяльність є вихідною рушійною силою всього господарського життя, і переважний приріст сільськогосподарського виробництва забезпечується саме за рахунок практичної реалізації науково-технічних досягнень та впровадження в господарську практику інноваційних технологій [11].

Розробку можна вважати завершеною тоді, коли повністю виконаний план дослідження і отримані певні результати. При цьому обов'язковою є виробнича перевірка. Стосовно виведених сортів сільськогосподарських культур даною стадією передбачено державне сортовипробування, а стосовно технологій – апробація новацій у базових господарствах тощо. Разом із виробничою перевіркою відбувається оформлення завершених розробок як об'єкта інтелектуальної власності, надання патентів і ліцензій, що збігається з трансформацією вказаних досягнень у конкретну інновацію, що дасть змогу агровиробникам досягти високої конкурентоспроможності сільськогосподарської продукції, як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

За період 2021–2023 рр. проведено випробування – 31 наукової розробки, в галузі землеробства – 2;

рослинництва – 29 з них технологій в рослинництві – 2; сортів і гібридів рослин – 27.

Кращими розробками, які випробовувались визнано: «Вплив системи органічно-біологічного удобрення на продуктивність зернових культур короткоротаційної сівозміни в умовах Лісостепу», продуктивність 3-пільної сівозміни становила 1,33–4,27 т/га кормових, 2,66–4,14 т/га зернових одиниць і 0,21–0,67 т/га перетравного протеїну за високих показників за внесення комплексного органічного удобрення. Умовно чистий прибуток становив: для пшениці ярої – 3,7 тис. грн/га, для сої – 4,7 і для гречки – 6,1 тис. грн/га, що на 0,6–1,0 тис. грн/га.

У результаті апробації нових сортів пшениці озимої м'якої Катруся Поліська та Вікторія Поліська отримано врожайність 9,3 т/га пшениці озимої Катруся з вмістом протеїну 13,6%, клейковини – 29,9%, врожайність пшениці озимої Вікторія Поліська становила 9,4 т/га, вміст протеїну 13% клейковини – 29,8%. Сорти вирізняються стійкістю до хвороб і полягання, зимостійкістю, посухостійкістю. Вирощування сортів забезпечило зменшення собівартості продукції за рахунок підвищеної врожайності і якості зерна та придатності до вирощування за енергозберігаючими технологіями.

Під час сортовипробування нових сортів жита озимого Антасія, Анже, Альдана, встановлено що ці сорти, придатні для вирощування за енергоощадними технологіями. Отримано врожайність 5,7 т/га; 8,5 т/га та 9,5 т/га показник вмісту білка становив 11,8%; 11,2%; 11,5% відповідно.

Необхідно зауважити, що НДР перетворюється у реальний продукт лише з моменту споживання науково-дослідної роботи замовником. Отже, впровадження завершених наукових досліджень полягає у передачі їх у практичне використання. Після дослідно-виробничого випробування розроблені нові матеріали, конструкції, технології, методики впроваджують у серійне виробництво.

У 2021–2023 рр. впроваджено 59 інновацій в галузі землеробства – 3; рослинництва – 56, з них технологій – 18, сортів і гібридів – 38.

Впровадження наукової розробки «Еколого-економічна модель організації території землекористувань на засадах адаптивного землекористування» «забезпечило підвищення економічної ефективності й екологічної безпеки використання земельних ресурсів, зокрема, сталий розвиток сільських територій, поліпшення структури агроландшафтів, послаблення інтенсивності ерозійних процесів.

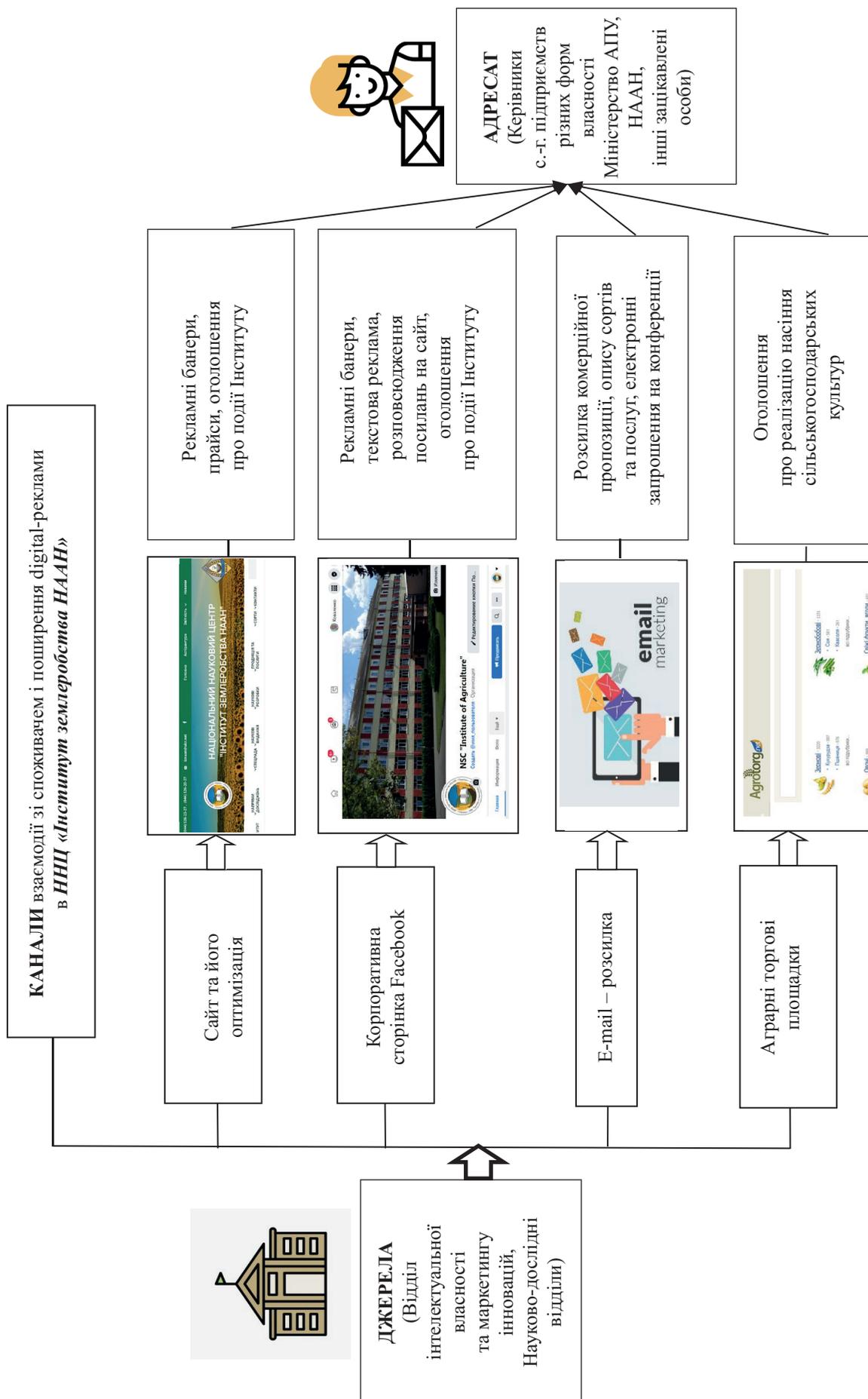


Рис. 2. Організація роботи з поширення digital-реклами в ННЦ «ІЗ НААН»

Одне із основних завдань агропромислового комплексу полягає в забезпеченні продовольчої безпеки держави. Для подальшого ефективного виробництва необхідно впроваджувати нові високоврожайні сорти та вдосконалювати технології їх вирощування. «Технологія вирощування високоякісного зерна спельти за органічної системи землеробства», базується на оптимізації мінерального живлення за рахунок післядії зеленої маси сидеральної культури, передпосівного оброблення посівного матеріалу біопрепаратами з біофунгіцидною дією на основі азотфіксувальних та фосфор-, каліймобілізувальних бактерій, позакореневого підживлення рідкими органічними добривами на основі гуматів. Розробка забезпечила збільшення врожайності пшениці спельти (озимої) на 0,54 т/га за врожайності культури в господарстві 5,23 т/га, покращання екологічного стану навколишнього середовища, за рахунок відмови від синтетичних пестицидів та агрохімікатів, економію виробничих ресурсів на 25–30 %, збільшення прибутку на 6,8 тис. грн/га, рентабельності на 11 %.

У господарствах Київської обл. та агроформуваннях інших областей впроваджували сорти пшениці озимої Співанка Поліська, Пам'яті Гірка, Краєвид отримали врожайність на рівні 10,5–10,8 т/га. Економічний ефект – 1,2 тис. грн/га.

Висновки

Координація дій між науковими установами, агропромисловими підприємствами та державними

органами дасть можливість забезпечити оперативну адаптацію нових технологій до конкретних ґрунтово-кліматичних умов регіону. Впровадження інноваційних рішень у сільському господарстві сприятиме не тільки підвищенню продуктивності, але й зменшенню витрат, покращанню якості продукції та її конкурентоспроможності як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Це особливо актуально в умовах жорсткої конкуренції, коли агропромислові підприємства повинні швидко адаптуватися до змін ринку та вимог споживачів. Також важливо звернути увагу на розвиток інфраструктури для підтримки інноваційної діяльності, зокрема створення регіональних центрів наукового забезпечення, що будуть надавати консультаційні послуги, організовувати навчальні програми для фахівців та сприяти обміну досвідом і передовими практиками.

Окрім того, слід забезпечити доступ до фінансування для впровадження інновацій, оскільки без належної фінансової підтримки багато перспективних розробок можуть залишитися на етапі експериментів. Для цього можна залучати державні та приватні інвестиції, створювати спеціальні грантові програми та фонди підтримки інновацій.

Отже, цілісна та скоординована політика щодо трансферу інновацій в агропромисловому комплексі дозволить не тільки підвищити конкурентоспроможність сільського господарства, але й забезпечити його сталий розвиток, зберігаючи при цьому природні ресурси та підвищуючи добробут сільського населення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Формування та функціонування ринку агропромислової продукції: / за ред. П. Т. Саблука. Київ: ІАЕ, 2000. С. 501–550.
2. Хлястіков І.Г., Склюй В.Е. Аналіз економічної діяльності сільськогосподарських підприємств різних форм господарювання в умовах ринкової економіки за 2005р. Київ: ННІ ПО НАУ, 2005. 34 с.
3. Полегенька М.А. Особливості інноваційної діяльності в агропромислових підприємствах України. *Агросвіт*. 2017. № 6. С. 49–54.
4. Вініченко І.І. Інноваційна діяльність аграрних підприємств: стан та пріоритети. *Бюлетень Міжнародного Нобелівського економічного форуму*. 2012. № 1 (5). Т. 1. С. 44–48.
5. Рибіна Л.О. Екологічні аспекти інноваційного розвитку АПК. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2009. № 2. С. 78–83.
6. Скирта Б.К., Тивончук С.О., Канівський П.К. Методичні положення до визначення попиту на консультаційні послуги підприємствам, організаціям та установам. Київ: ІАЕ, 2002. 20 с.
7. Скирта Б.К., Тивончук С.О., Канівський П.К. Методика дослідження інформаційних потоків в підприємствах, організаціях і установах АПК. Київ: ІАЕ, 2002. 16 с.
8. Стратегія секторної конкурентоспроможності для України – фаза III: звіт за підсумками проекту. 2015. URL: http://www.oecd.org/eurasia/competitiveness-programme/eastern-partners/Agricultural_Investment_Policies_Ukraine_UKR.pdf.
9. Аграрні новини та оперативна статистика. Вчені підставляють плече виробникам. URL: http://agroua.net/news/news_11094.html.

10. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. URL: <https://sops.gov.ua/derzavnij-reestr>.
11. Саранчук Г. М. Інноваційний розвиток сільсько-го господарства як основа підвищення його конкурентоспроможності. *Інноваційна економіка*. 2010. № 1. С. 26–32.

REFERENCES

1. Sabluk P.T. (2000). Formuvannya ta funktsionuvannya rynku ahropromyslovoi produktsii [Formation and functioning of the market of agro-industrial products]. Kyiv: IAE. P. 501–550 [in Ukrainian].
2. Khliastikov I.H. & Skliui V.E. (2005). Analiz ekonomichnoi diialnosti silskohospodarskykh pidpriemstv riznykh form hospodariuvannya v umovakh rynkovoi ekonomiky za 2005r. [Analysis of the economic activity of agricultural enterprises of various forms of management in the conditions of the market economy in 2005]. Kyiv: NNI PO NAU.P. 34 [in Ukrainian].
3. Polehenka M.A. (2017). Osoblyvosti innovatsiinoi diialnosti v ahropromyslovykh pidpriemstvakh Ukrainy [Peculiarities of innovative activity in agro-industrial enterprises of Ukraine]. *Ahrosvit*, 6, 49–54 [in Ukrainian].
4. Vinichenko I.I. (2012). Innovatsiina diialnist ahrarykh pidpriemstv: stan ta priorytety [Innovative activity of agricultural enterprises: status and priorities]. *Biuletyn Mizhnarodnoho Nobelivskoho ekonomichnoho forumu*, 1 (5), (1), 44–48 [in Ukrainian].
5. Rybina L.O. (2009). Ekolohichni aspekty innovatsiinoho rozvytku APK [Environmental aspects of innovative development of the agro-industrial complex]. *Visnyk Sums'koho natsionalnoho ahrarynoho universytetu*, 2, 78–83 [in Ukrainian].
6. Skyrta B.K., Tyvonchuk S.O. & Kanivskyi P.K. (2002). Metodichni polozhennia do vyznachennia popytu na konsultatsiini posluhy pidpriemstvom, orhanizatsiiam ta ustanovam [Methodological provisions for determining the demand for consulting services for enterprises, organizations and institutions]. Kyiv: IAE. P. 20 [in Ukrainian].
7. Skyrta B.K., Tyvonchuk S.O. & Kanivskyi P.K. (2002). Metodyka doslidzhennia informatsiinykh potokiv v pidpriemstvakh, orhanizatsiiah i ustanovakh APK [Methods of researching information flows in enterprises, organizations and institutions of the agro-industrial complex]. Kyiv: IAE. P. 16 [in Ukrainian].
8. Stratehiia sektornoï konkurentospromozhnosti dlia Ukrainy – faza III: zvit za pidsumkamy proektu. 2015 [Strategy of sectoral competitiveness for Ukraine – phase III: report on the results of the project. 2015]. URL: http://www.oecd.org/eurasia/competitiveness-programme/eastern-partners/Agricultural_Investment_Policies_Ukraine_UKR.pdf [in Ukrainian].
9. Ahrarni novyny ta operatyvna statystyka. Vcheni pidstavliaiut pleche vyrobnykam [Agricultural news and operational statistics. Scientists lend a shoulder to manufacturers]. URL: http://agroua.net/news/news_11094.html [in Ukrainian].
10. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini [State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine]. URL: <https://sops.gov.ua/derzavnij-reestr> [in Ukrainian].
11. Saranchuk H.M. (2010). Innovatsiinyi rozvytok silskoho hospodarstva yak osnova pidvyshchennia yoho konkurentospromozhnosti [Innovative development of agriculture as a basis for increasing its competitiveness]. *Innovatsiina ekonomika*, 1, 26–32 [in Ukrainian].

Oksymets O.L., Vitvitska O.I., Tymoshenko O.V., Sinelnyk L.M., Kovalenko G.V., Kuchma T.I., Oksymets Yu.O.

Scientific and consulting provision of innovative development of agriculture of the Kyiv region

Aim. To develop and scientific and organizational approaches to advertising, consulting support, and the transfer of innovative developments in the agricultural market of knowledge-intensive products in the Kyiv region.

Methods. In research were used dialectical, abstract-logical, economic-statistical, system-theoretical, comparative, and retrospective analytical methods. **Results.** The analysis of market conditions from 2021 to 2023 revealed that foreign varieties of soybeans, winter rape, spring rape, corn, and fodder beet are seriously competing with domestic varieties of soybeans, corn, and fodder beet. Domestic research institutions are leading in breeding varieties of winter wheat, buckwheat, winter rye, millet, beans, oil flax, long flax, and lupine, with the breeding achievements of the IAS NAAS being suitable for distribution in Ukraine. The Institute's innovative developments

in agriculture focus on protecting soils and increasing their fertility. In crop production, they aim to create highly efficient technologies for growing cereals, legumes, and fodder crops. In breeding, the focus is on developing new varieties, hybrids, and lines. From 2021 to 2023, 31 scientific developments were tested, including 2 in the field of agriculture and 29 in crop production. This includes 2 crop production technologies and 27 plant varieties and hybrids. Additionally, 59 innovations were introduced: 3 in the field of agriculture and 56 in crop production, including 18 technologies and 38 varieties and hybrids. To address practical problems in the field of scientific support for innovative agricultural development in the region, our institution developed and conducted several activities related to scientific and advisory support. Scientific and methodological provisions for organizing information and advisory support for the Kyiv region's agricultural enterprises were developed. The system and methods for promoting and advertising the scientific developments of the IAS NAAS were improved, and a network for disseminating agricultural information and providing advice on various agricultural issues was established. To promote the latest scientific and innovative projects, 9 conferences were held over the past three years, including 5 international and 4 national ones. Additionally, there was 1 scientific and practical seminar, 5 exhibitions (1 international and 4 national), 2 Field Days, and 1 workshop. **Conclusions.** Scientific and advisory support plays a key role in creating a favorable environment for innovative development, contributing to sustainable economic growth and increasing the competitiveness of agricultural production.

Key words: innovation process, innovation activity, innovative development, modern technologies in agriculture, agricultural production.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Оксимець О.Л., канд. с.-г. наук, завідувач сектору інгнвацийної діяльності, відділ інтелектуальної власності та маркетингу інновацій, ННЦ «ІЗ НААН», e-mail: a.l.oksimets@ukr.net, ORCID: 0000-0002-9572-5965.

Вітвіцька О.І., старший науковий співробітник, відділ інтелектуальної власності та маркетингу інновацій, ННЦ «ІЗ НААН», e-mail: seeds_zemledel@ukr.net, ORCID: 0000-0001-5658-1199.

Тимошенко О.В., канд. с.-г. наук, завідувач відділу інтелектуальної власності та маркетингу інновацій, ННЦ «ІЗ НААН», e-mail: patent_zemlerob@ukr.net, ORCID: 0000-0002-9683-6878.

Oksymets O.L., Head of the innovation activity sector, department of intellectual property and innovation marketing, Candidate of agriculture science, NSC «Institute of Agriculture NAAS», e-mail: a.l.oksimets@ukr.net, ORCID: 0000-0002-9572-5965.

Vitvitska O.I., Senior Researcher, NSC «Institute of Agriculture NAAS», e-mail: seeds_zemledel@ukr.net, ORCID: 0000-0001-5658-1199.

Tymoshenko O.V., Head of the department of intellectual property and innovation marketing, Candidate of agriculture science, NSC «Institute of Agriculture NAAS», e-mail: patent_zemlerob@ukr.net, ORCID: 0000-0002-9683-6878.

Sinelnik L.M., Leading specialist of the department of intellectual property and innovation marketing, NSC

Сінельник Л.М., провідний фахівець відділу інтелектуальної власності та маркетингу інновацій, ННЦ «ІЗ НААН», e-mail: izide@ukr.net, ORCID: 0000-0002-9338-5709.

Коваленко Г.В., науковий співробітник, відділ сільськогосподарського землекористування і захисту ґрунтів від ерозії, ННЦ «ІЗ НААН», e-mail: annakovalenko70@ukr.net, ORCID: 0000-0002-4031-5985.

Кучма Т.І., фахівець відділу інтелектуальної власності та маркетингу інновацій, ННЦ «ІЗ НААН», e-mail: marketzemledel@ukr.net.

Оксимець Ю.О., студент, НУБіП України, e-mail: marketzemledel@ukr.net.

«Institute of Agriculture NAAS», e-mail: izide@ukr.net, ORCID: 0000-0002-9338-5709.

Kovalenko G.V., Researcher, Department of Agricultural Land Use and Soil Protection from Erosion, NSC «Institute of Agriculture NAAS», e-mail: annakovalenko70@ukr.net, ORCID: 0000-0002-4031-5985.

Kuchma T.I., Specialist of the department of intellectual property and innovation marketing, NSC «Institute of Agriculture NAAS», e-mail: marketzemledel@ukr.net.

Oksymets Yu.O., Student, National University of Life and Environmental Science of Ukraine, e-mail: marketzemledel@ukr.net.

Надійшла 10.06.2024

І.Т. СЛЮСАРЮ – 85



Відомому вченому у галузі меліоративного землеробства, кормовиробництва та екології довкілля, доктору сільськогосподарських наук, професору, заслуженому діячу науки і техніки України, академіку української екологічної Академії наук, член-кореспонденту НААН України, головному науковому співробітнику відділу сівозмін і землеробства на меліорованих землях ННЦ «ІЗ НААН» Івану Тимофійовичу Слюсарю виповнюється 85 років.

Народився І. Т. Слюсар 4 вересня 1939 р. у с. Мазінки Переяславського р-ну Київської обл. Після закінчення Демянської середньої школи та проходження військової служби у 1966 р. вступив до Української сільськогосподарської академії (нині – Національний університет біоресурсів і природокористування України) на агрономічний факультет.

Трудову діяльність Іван Тимофійович розпочав головним агрономом колгоспу в с. Усівка Баришівського р-ну Київської обл. (1966–1968 рр.). Упродовж 1969–1971 рр. навчався в аспірантурі на кафедрі

меліорації та сільськогосподарської метеорології Української сільськогосподарської академії.

З 1972 р. працює в Інституті землеробства УААН (нині – «ІЗ НААН»): спочатку завідувачем відділу осушення, а з 1973 р. заступником директора з наукової роботи Панфільської дослідної станції з освоєння боліт Інституту землеробства УААН, з 1996 р. – завідувачем лабораторії землеробства на осушених землях Інституту землеробства УААН, а з 2011 р. – головним науковим співробітником відділу сівозмін і землеробства на меліорованих землях ННЦ «ІЗ НААН». За сумісництвом (1992–2003 рр.) обіймав посаду професора кафедри кормовиробництва та сільськогосподарської меліорації Національного аграрного університету.

Наукові розробки І. Т. Слюсаря присвячені високопродуктивному екологічно збалансованому використанню дренажних земель України. Науковим доробком ученого є вдосконалення теоретичних і практичних засад регулювання водного режиму ґрунту, мінерального живлення та ресурсного

програмування урожайності сільськогосподарських культур, формування екологічних та технологічних критеріїв створення та функціонування енергетичних плантацій. Ним теоретично обґрунтовано практичні рекомендації стосовно комплексного природоохоронного використання дренажних ґрунтів на основі впровадження енергозберігаючих сівозмін із коротким польовим періодом, ґрунтозахисної системи обробітку ґрунту, відтворення та збереження малих річок із біологічним різноманіттям у їхніх басейнах. Вченим установлено закономірності формування високопродуктивних лучних біоценозів різного дозрівання та сінокісно-пасовищного використання під дією природних і антропогенних чинників, як основи природоохоронного використання дренажних органогенних ґрунтів.

Результати наукової діяльності І.Т. Слюсаря висвітлено у понад 315 наукових працях, серед яких 31 монографія (у співавторстві), 5 навчальних посібників, 141 стаття у фахових виданнях, понад 30 практичних рекомендацій виробництву, 6 патентів і низки робіт, які опубліковано у зарубіжних виданнях.

Ювіляр входить до складу двох спеціалізованих вчених рад, є членом редколегії науково-практичних журналів. Під керівництвом І.Т. Слюсаря захищено 21 кандидатську та дві докторські дисертації. Наразі він є науковим консультантом 3-х докторських дисертацій та керівником двох здобувачів доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія».

І.Т. Слюсар є керівником двох фундаментальних завдань, в яких вивчаються питання щодо природоохоронного та ефективного використання дренажних

органогенних ґрунтів, створення та функціонування енергетичних плантацій трав'яних і деревних культур, вирощування органічної продукції, а також питання екології довкілля на цих самих ґрунтах. Під керівництвом Івана Слюсаря виконується завдання (розпорядження Кабінету Міністрів України) щодо плану заходів з реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 р.

За багаторічну наукову та педагогічну діяльність І.Т. Слюсарю присвоєно почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України» (2009 р.). Він є лауреатом премії УААН «За видатні досягнення в аграрній науці» (2001 р.), нагороджений Почесними грамотами: Верховної Ради України (2004 р.), Кабінету Міністрів України (2002 р.), Держводгоспу (2008 р.), Ювілейною почесною грамотою Президії НААН України (2018 р.); «Знаком пошани» Міністерства АП України (2002 р.); Почесною відзнакою апарату РНБО України (2012 р.); МНС України (2000 р.); «Відмінник аграрної освіти» (2009 р.) і «Відмінник освіти України» (2002 р.); має Диплом почесного доктора ІВПіМ НААН (2016 р.) та низку інших нагород.

Вітаємо ювіляра і щиро бажаємо здоров'я, довгих років життя, благополуччя та нових творчих звершень.

*Відділ сівозмін і землеробства
на меліорованих землях ННЦ «ІЗ НААН»,
колектив ННЦ «ІЗ НААН»
та редколегія журналу «Землеробство
та рослинництво: теорія і практика»*

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.

Наукове видання

Землеробство та рослинництво: теорія і практика

науково-теоретичний журнал

Випуск 3 (13) 2024

Підписано до друку 10.09.2024.
Формат 60x84/8. Папір офсетний.
Друк цифровий. Ум. друк. арк. 14,2.
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>