

Видається з 1996 року

Міністерство освіти і науки України

Засновник і видавець
Сумський національний аграрний
університет

Реєстраційне свідоцтво
КВ № 23688-13528 Р від 21.11.2018 р.

Редакційна колегія серії

Коваленко І. М., д.б.н., професор,
головний редактор, Сумський
національний аграрний університет
(Україна)

Власенко В. А., д.с.-г.н., професор,
заступник головного редактора,
Сумський національний аграрний
університет (Україна)

Кирильчук К. С., к.б.н., доцент,
відповідальний секретар, Сумський
національний аграрний університет
(Україна)

Ліпса Флорин Деніел, к.с.-г.н., доцент,
Університет сільського господарства та
ветеринарної медицини (Румунія)

Русу Теодор, д.с.-г.н., професор,
Університет сільського господарства
та ветеринарної медицини (Румунія)

Тунгуз Весна, к.с.-г.н., доцент,
Університет Східного Сараєво
(Боснія і Герцеговина)

Мен Фаньхуа, к.с.-г.н., головний
науковий співробітник, НДІ зернових
культур Академії аграрних наук Китаю
(КНР)

Сметанська І. М., к.с.-г.н., д.інж.наук,
професор, Університет прикладних наук
Вайнштефан-Трісдорф (Німеччина)

Кашпар Ян, к.б.н., доцент,
Чеський університет природничих наук
(Чеська республіка)

Сопотлісва Десіслава, к.б.н.,
головний науковий співробітник,
Інститут досліджень біорізноманіття та
екосистем, Болгарська академія наук
(Болгарія)

Данилик І. М., д.б.н., ст.н.с., провідний
науковий співробітник, Інститут
екології Карпат НАН України (Україна)

Дегтярьов В. В., д.с.-г.н., професор,
Харківський національний аграрний
університет ім. В. В. Докучаєва
(Україна)

Дубина Д. В., д.б.н., професор,
головний науковий співробітник,
Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного
НАН України (Україна)

Жатова Г. О., к.с.-г.н., професор,
Сумський національний аграрний
університет (Україна)

Захарченко Е. А., к.с.-г.н., доцент,
Сумський національний аграрний
університет (Україна)

Злобін Ю. А., д.б.н., професор,
Почесний професор кафедри екології
та ботаніки,
Сумський національний аграрний
університет, (Україна)

Клименко Г. О., к.б.н., доцент,
Сумський національний аграрний
університет (Україна)

Куземко А. А., д.б.н., професор,
ст.н.с., Інститут ботаніки
ім. М.Г. Холодного НАН України, відділ
геоботаніки і екології (Україна)

Лихолат О. А., д.б.н., ст.н.с.,
професор, Університет митної справи
та фінансів (Україна)

Мельник А. В., д.с.-г.н., професор,
Сумський національний аграрний
університет (Україна)

ВІСНИК СУМСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Виходить 4 рази на рік.

Серія «Агрономія і біологія»
Випуск 1 (51), 2023

ЗМІСТ

Бондарєва Л. М., Кирильчук К. С. Структура популяції лучних рослин на заплавах луках лісостепової зони за умов випасання та сінокошіння.....	3
Бровді А. А., Поліщук В. В. Вивчення господарсько-декоративної цінності сортів троянд групи флорібунда за кількісними параметрами їх суцвіть.....	14
Гаврилук В. А., Мелимука Р. Я., Долюк А. В. Динаміка змін показників електропровідності меліорованих ґрунтів Західного Полісся за різного типу використання.....	20
Дацько О. М., Захарченко Е. А. Активність целюлозоруйнівних бактерій за різних обробіток ґрунту та передпосівної інокуляції кукурудзи.....	28
Дідур І. М. Вплив обробки насіння та позакореневих підживлень на формування продуктивності рослин сої в умовах Правобережного Лісостепу України.....	37
Дубина Д. В., Устименко П. М., Дзюба Т. П., Ємельянова С. М., Дацюк В. В. Полезахисні лісові смуги України: оглядово-аналітична оцінка та план дій.....	44
Євтушенко О. Т., Скок С. В. Вплив рістрегулюючих препаратів на ріст і розвиток сільськогосподарських культур (оглядова).....	53
Колосок В. Г., Бутенко С. О. Видові та сортові особливості формування якості насіння гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України.....	64
Кравченко Н. В., Адамчик Є. В., Протасов О. М. Економічна оцінка використання карбамідно-аміачної суміші з міжрядним обробітком.....	72
Оліферчук В. П., Федорович Д. В., Самборський М. В., Самарська М. І. Вплив на метагеном ґрунту нового для науки виду ендоефіту <i>Vitasergia svidasoma</i> VS 1223 (<i>IMB F-100106</i>), виділеного з чорного трюфеля.....	79
Рожков Р. В., Бабенко Л. М., Криворученко Р. В., Турчинова Н. П., Іванов О. В., Турчинов О. О., Косаківська І. В. Полба звичайна: походження, поширення, біологія та перспективи відродження в сучасному сільськогосподарському виробництві України.....	90



Видавничий дім
«Гельветика»
2023

Мельничук С. Д. , д.б.н., професор, Сумський національний аграрний університет (Україна)	Романко В. О. Фумігація сумішами фосфіну з вуглекислим газом проти зерноїдів на різних стадіях розвитку.....	104
Міщенко Ю. Г. , д.с.-г.н., доцент, Сумський національний аграрний університет (Україна)	Спичак Ю. І., Бутенко С. О. Вплив системи захисту на структуру врожайності та якість зерна пшениці озимої на північному сході України.....	111
Оничко В. І. , к.с.-г.н., доцент, Сумський національний аграрний університет (Україна)	Троценко В. І., Жатова Г. О., Коваленко І. М., Писаренко П. В., Скляр Ю. Л., Бондарєва Л. М. Ефективність використання морфометричного аналізу для ідентифікації сортів гарбуза.....	120
Подгасцький А. А. , д.с.-г.н., професор, Сумський національний аграрний університет (Україна)	Хе Сунтао. Щеплення у системі заходів із вирощування рослин родини <i>Cucurbitaceae</i>	129
Скляр В. Г. , д.б.н., професор, Сумський національний аграрний університет (Україна)	Шерстюк М. Ю. Автохтонні дендрозозофіти Українського Полісся в системі наукового вивчення	137
Скляр Ю. Л. , к.б.н., доцент, Сумський національний аграрний університет (Україна)		
Троценко В. І. , д.с.-г.н., професор, Сумський національний аграрний університет (Україна)		
Федорчук М. І. , д.с.-г.н., професор, Миколаївський національний аграрний університет (Україна)		
Хаблак С. Г. , д.б.н., доцент, AGR group (Україна)		
Ярошук Р. А. , к.с.-г.н., доцент, Сумський національний аграрний університет (Україна)		

Науковий журнал
«Вісник Сумського національного
аграрного університету.
Серія: Агрономія і біологія»
внесений до переліку наукових фахових
видань України (категорії «Б») у галузі
біологічних наук (091 «Біологія»),
природничих наук (101 «Екологія»)
та аграрних наук і продовольства
(201 «Агрономія», 202 «Захист
і карантин рослин», 205 «Лісове
господарство» та 206 «Садово-паркове
господарство»).

Науковий журнал «Вісник
Сумського національного аграрного
університету» індексується в
Міжнародній наукометричній базі
Index Copernicus

Матеріали журналу знаходяться
у вільному доступі на сайті
<https://snaubulletin.com.ua/index.php/ab>

Усі статті проходять процедуру
таємного рецензування. До
публікації в журналі не допускаються
матеріали, якщо є достатньо підстав
вважати, що вони є плагіатом.
Відповідальність за точність
наведених даних і цитат
покладається на авторів.
Матеріали друкуються українською
та англійською мовами.
У разі цитування посилання на
«Вісник Сумського національного
аграрного університету» обов'язкове

Друкується згідно з рішенням
вченої ради
Сумського національного
аграрного університету
(Протокол № 13 від 27.03.2023 р.)

Видавництво і друкарня –
Видавничий дім «Гельветика»
65101, Україна, м. Одеса,
вул. Інглєзі, 6/1
Телефони: +38 (095) 934-48-28,
+38 (097) 723-06-08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої
справи ДК № 7623 від 22.06.2022 р.

Тираж 300 пр.
Зам. № 0323/181

© Сумський національний
аграрний університет, 2023

СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦІЙ ЛУЧНИХ РОСЛИН НА ЗАПЛАВНИХ ЛУКАХ ЛІСОСТЕПОВОЇ ЗОНИ ЗА УМОВ ВИПАСАННЯ ТА СІНОКОСІННЯ

Бондарєва Людмила Миколаївна

кандидат біологічних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0003-4126-7601

milabond77@gmail.com

Кирильчук Катерина Сергіївна

кандидат біологічних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0001-9968-4833

ekaterinakir2017@gmail.com

У статті наведено результати досліджень зміни онтогенетичної та віталітетної структур популяцій злаків: *Dactylis glomerata* L., *Festuca pratensis* Huds., *Phleum pratense* L., *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv., *Alopecurus pratensis* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski., *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub. та бобових: *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L., *Medicago falcata* L., *Medicago lupulina* L., *Lotus corniculatus* L., *Vicia cracca* L, а також динаміки надземної фітомаси, які відбуваються під впливом випасу і сінокошіння різної інтенсивності за умов заплавної луки річок Псел та Сула (Сумська область).

Онтогенетичний аналіз показав, що злаки зберігають повночленні або неповночленні популяції нормального типу у 70% випадків і перетворюються на інвазійні та регресивні лише на останніх ступенях градієнтів. Бобові виявились менш стійкими, нормальний тип популяцій зареєстрований лише у 50% випадків. Генеративність популяцій злаків відрізняється стійкістю до випасання і знижується до 23–53% тільки на останніх ступенях, а сінокошіння взагалі суттєво не змінюють цей показник. За значенням індексу віковості досліджувані популяції розділились на три групи: перша – без суттєвих змін (*A. pratensis*, *E. repens*), друга – омолодження популяцій (*D. glomerata*, *F. pratensis*, *D. cespitosa*, *M. falcata*), третя – старіння популяцій (всі інші досліджувані види). Індивідуалізована також реакція видів на сінокошіння – різке збільшення віковості популяцій *A. pratensis* і *V. cracca*.

За пасквальним і фенісіціальним градієнтами у всіх (за виключенням *D. cespitosa*) досліджуваних видів рослин зареєстровано закономірне, статистично достовірне зниження віталітетної якості популяцій Q. У порядку зниження стійкості до випасу досліджувані злаки склали ряд: *F. pratensis* → *P. pratense* → *B. inermis* → *A. pratensis* → *E. repens* → *D. glomerata*. Реакція бобових була подібною. Найстійкішими виявились *T. repens* і *M. lupulina*, малостійкими – *T. pratense*, *M. falcata* і *L. corniculatus*, дуже вразливим – *V. cracca*. Бобові, як і злаки, краще переносять сінокошіння.

Аналіз динаміки накопичення надземної фітомаси показав, що на останніх ступенях пасовищного градієнту із травостою випадають *E. repens* і *V. cracca*. *D. glomerata*, *P. pratense*, *T. pratense* і *L. corniculatus* (7–15%). У *D. cespitosa*, *T. repens* і *M. lupulina* запас фітомаси збільшується у 3–9 разів. За умов безсистемних сінокошінь у злаків зберігалось 390,0 г/м², а у бобових 48,5 г/м² фітомаси.

Загальний аналіз онтогенетичної та віталітетної структури та динаміки надземної фітомаси популяцій демонструє, що найбільші зміни у популяціях злаків і бобових відбувається на останніх ступенях пасквального градієнта, коли кількість тварин, що випасаються, перевищує 7–10 голів великої рогатої худоби на 1 га, а також за умов безсистемних сінокошінь.

Ключові слова: луки, лучні рослини, злаки, бобові, популяція, онтогенетична структура популяцій, віталітетна структура популяцій, деградація травостою, випас, сінокошіння, Сула, Псел.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.1>

Вступ. Лучні екосистеми мають надзвичайне значення з точки зору збереження біорізноманіття, підтримання екологічної рівноваги прилеглих територій, а заплавні луки завжди вважалися стабілізаторами гідрологічного режиму (Hautier et al., 2018; Li et al., 2018; Wang & Tang, 2019).

Луки протягом тривалого часу існують за умов активного господарського використання. На заплавних луках лісостепової зони Європи з урахуванням високої щільності населення і значною розораністю плакорних земель антропогенний вплив вирізняється особливою інтенсивністю.

Традиційно заплавні травостої використовуються для заготівлі сіна та випасання, тому їх лучні рослини адаптовані до постійного відчуження частини фітомаси. Зазвичай, наявність помірних сінокошінь і випасання є умовою збереження лучних фітоценозів, бо повна відсутність такого впливу призводить до заростання заплави чагарниками. Проте, надмірна дія цих факторів, або зміна сінокісного режиму використання на пасовищній, зазвичай, призводить трансформації видового складу, наявних міжвидових взаємодій у складі фітоценозу і, як результат, до зменшення продуктивності ценозоутворюючих видів злаків та бобових (Krahulec et al., 2001; Schmitz & Issestein, 2020).

Ряди деградації рослинного покриву лук під впливом випасання формують пасквальну дигресію, під впливом сінокосінь – фенісиціальну. З урахуванням ступеня трансформації лучного травостою ряди пасовищної та фенісиціальної дигресії поділяють на ступені. Зміни лучних під впливом цих факторів різноманітні: зменшується запас надземної фітомаси, доступний для господарського використання, змінюється співвідношення у складі травостою злаків, бобових і різнотрав'я (Bomanowska et al., 2019; Milberg et al., 2017; Kohler et al., 2005; Close et al., 2007; Beltman et al., 2003). На таких луках внаслідок конвергенції дигресійних процесів зменшується фіторізноманіття. (Kuzemko & Kozyr, 2011; Ternovaya & Rusev, 2012; Sizykh et al., 2016; Wehn et al., 2017).

Традиційна екологія має справу з видами рослин, тоді як реальною формою існування видів рослин являються популяції (Zlobin, 1992, 2018, 2021; Zlobin et al., 2022). Стабільність існування, збереження стійкої продуктивності та динаміка лучних угруповань багато в чому визначаються структурою популяцій видів рослин, які складають травостою (Zlobin, 2018; Zlobin et al., 2022; Bondarjeva et al., 2019). У зв'язку із цим дослідження закономірностей популяційних процесів основних видів злаків та бобових за умов антропогенних навантажень, з метою встановлення порогів їх стійкості та оптимізації популяційних процесів на луках, є актуальним в наш час (Bondarjeva & Belan, 2010; Socher et al., 2012; Kyrylchuk & Bashtovyi, 2018).

Популяції рослин є структурними одиницями фітоценозів (Zlobin, 2009). Вони індивідуально розподіляються за еколого-ценотичними градієнтами, відрізняються стратегіями життя (Grime, 1979) і визначають динамічні та сукцесійні процеси в рослинних угрупованнях (Zlobin, 1980; Mirkin & Naumova, 1998).

В екологічних дослідженнях аналізують насамперед вікову і віталітетну структури ценопопуляцій (Rabotnov, 1950; Zlobin, 1980; Kovalenko, 2006; Kyrylchuk et al., 2021). Вікова структура популяцій визначається співвідношенням особин рослин різного онтогенетичного стану (Skliar et al., 2020; Zhivotovsky, 2001; Zhukova, 2001), а віталітетна – рослин різного віталітету, який є морфоструктурним виразом життєвого стану рослин (Zlobin, 1980; Zlobin, 2009; Zlobin et al., 2021). Об'єктивна оцінка віталітету особин визначається, як правило, за трьома діагностичними ознаками, набір яких залежить від життєвої форми і вікового стану рослин (Zlobin et al., 2018; Zlobin et al., 2021).

Основну цінність лучних фітоценозів обумовлюють злакові та бобові трави. Загальні закономірності зміни лучних фітоценозів під впливом пасквальних та фенісиціальних навантажень вивчені досить добре (Gorchakovskiy & Abramchuk, 1983; Klimek et al., 2008; Gaujour et al., 2012; Steinshamn et al., 2018), в той час як результати досліджень щодо індивідуальності реагування популяцій кормових рослин на певний вид та інтенсивність антропогенного навантаження – набагато менше. Тому метою представленої роботи стало вивчення змін онтогенетичної та віталітетної структур популяцій злаків та бобових, а також динаміки показників їх надземної фітомаси, які відбуваються під впливом випасу і сінокосінь різної інтенсивності.

Матеріали і методи досліджень. У лучних фітоценозах, що знаходяться у господарському користуванні, заплавл двох лівих притоків р. Дніпра – Псла і Сули (у межах Сумської адміністративної області) вивчали стан популяцій 7 видів злаків: *Dactylis glomerata* L., *Festuca pratensis* Huds., *Phleum pratense* L., *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv., *Alopecurus pratensis* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski., *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub. і 6 видів бобових: *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L., *Medicago falcata* L., *Medicago lupulina* L., *Lotus corniculatus* L., *Vicia cracca* L.

Дослідження проведені на ділянках центральних заплавл річок Псел і Сула і приурочені до найбільш типових для заплавл лісостепової зони фітоценозів: *Festuceta pratensis*, *Phleeta pratensis*, *Elytrigietta repentis* і *Dactylieta glomeratae*. За системою Браун-Бланке ці фітоценози належать до класів *Festuca-Brometea Br.-Bl. et Tux.* і *Arrhenatheretea R. Tx.*

Ступені пасквального і фенісиціального градієнтів встановлювали за змінами флористичного складу й інтенсивності господарського користування. Контрольні ділянки (КД) відповідали лучним фітоценозам, що не включені до господарського користування. Пасквальний градієнт поділявся на 5 ступенів (КД, ПД1, ПД2, ПД3 і ПД4), фенісиціальний – на 4 ступені (КД, ФД1, ФД2 і ФД3) відповідно залежно від кількості тварин, що випасаються на гектарі пасовища і частоти сінокосінь протягом вегетаційного періоду. На пасквальному градієнті ступені відповідали: КД – без випасу, ПД1 – слабкий випас до 1–3 голів великої рогатої худоби на 1 га, ПД2 – помірний випас, 4–8 голів, ПД3 – високе пасовищне навантаження, 9–12 голів і ПД4 – сильна деградація травостою, вигін, випасається більше 12 голів великої рогатої худоби у розрахунку на 1 га. На фенісиціальному градієнті ступені відповідали: ФД1 – початкова фаза фенісиціальної дигресії, одне сінокосіння на рік, ФД2 – помірна дигресія, 2 сінокосіння на рік: у фазу бутонізації травостою і по отаві, що відросла, ФД3 – сильна дигресія, багаторазові сінокосіння протягом вегетаційного періоду.

Стан лучних фітоценозів і популяцій досліджуваних рослин вивчали на основі загальноприйнятих геоботанічних і популяційних методик. Схеми періодизації онтогенезу для низки видів злаків і бобових розроблені й опубліковані (Zhukova, 1995). Вони використовувалися нами із незначними уточненнями. Для інтегральної оцінки онтогенетичних спектрів використані індекси генеративності та віковості популяцій (Kovalenko, 2005). Індекс генеративності обчислювався за формулою:

$$I_{генер.} = \left(\sum_{i=1}^{g_1-g_s} n_i / \sum_{i=1}^{p-s} n_i \right) \cdot 100.$$

Індекс віковості популяцій за формулою:

$$I_{віков.} = \left[\left(\sum_{i=1}^{g_1-g_s} n_i / \sum_{i=1}^{p-s} n_i \right) \cdot 100 \right] / \left[\left(\sum_{i=1}^{p-v} n_i / \sum_{i=1}^{p-s} n_i \right) \cdot 100 \right],$$

де $p \dots s$ – символи онтогенетичних станів особин у стандартних позначеннях, i – число особин у популяції. Збільшення значень цих індексів означає збільшення відповідно генеративності і віковості популяцій.

Віталітетний аналіз виконаний за методикою Ю.А. Злобіна (Zlobin et al., 2018, Zlobin et al., 2021; Zlobin et al., 2022) з використанням комп'ютерних програм VITAL та STATISTICA. Якість популяцій оцінювалась індексом $Q = \frac{1}{2} (a + b)$, де a і b – відповідно частка у популяції особин вищого і проміжного класів віталітету. Всього за період досліджень проведений аналіз більше 10 тис. рослин (генетів і раметів), що дозволило отримати репрезентативні вибірки. Статистичну достовірність результатів оцінювали за допомогою дисперсійного аналізу.

Результати. Порівняльний аналіз онтогенетичних спектрів популяцій показав, що завдяки особливостям життєвих форм і тривалому еволюційному процесу злаки в лучних біомах за умов випасання та сінокошіння в основному зберігають повночленні або неповночленні популяції нормального типу (табл. 1). Такі популяції зареєстровані на пасквальному та фенісиціальному градієнтах у 70% випадків. Тільки на вигонах (ПД4) та за

безсистемних сінокошін (ФД3) спостерігається їх перехід до категорії інвазійних та регресивних. Найбільшою стійкістю щодо збереження нормального типу популяцій відрізняються *D. cespitosa* і *P. pratense*.

У бобових на тлі зростання інтенсивності випасання і кількості сінокошін нормальний тип популяцій зареєстрований лише у 50% випадків (табл. 1). Регресійні популяції формуються у *T. pratense* і *M. lupulina* на вигонах. В інших випадках наростання пасквальних і фенісиціальних навантажень призводить до підвищення в популяціях частки передгенеративних (переважно віргінільних) рослин. Найменш стійка до випасання у *V. cracca*, вид повністю випадає із травостоїв на ступенях пасквального градієнта ПД3 і ПД4.

Зміна поколінь лучних трав на пасовищах та сінокосах у першу чергу визначається збереженням їх здатності до розмноження. Дані табл. 2 демонструють, що частка рослин, що цвітуть та плодоносять, яка оцінюється індексом

Таблиця 1

Категорії популяцій злаків і бобових лучних трав на пасквальному та фенісиціальному градієнтах за класифікацією Т.О. Работнова

Види рослин	Злаки							Бобові					
	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Phleum pratense</i>	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Bromopsis inermis</i>	<i>Deschampsia cespitosa</i>	<i>Elytrigia repens</i>	<i>Trifolium pratense</i>	<i>Trifolium repens</i>	<i>Medicago falcata</i>	<i>Medicago lupulina</i>	<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Vicia cracca</i>
КД	н	н	н	н	н	н	н	н	і	н	і	н	н
ПД1	н	і	н	н	н	н	н	н	і	н	і	н	н
ПД2	і	і	н	і	н	н	н	н	і	н	н	н	н
ПД3	і	н	р	і	р	н	р	н	і	н	н	н	-
ПД4	н	р	р	і	р	н	р	р	і	н	р	н	-
ФД1	н	н	н	і	н	н	н	і	і	н	і	н	н
ФД2	н	н	н	н	н	н	н	і	і	н	і	і	н
ФД3	н	н	н	р	н	н	н	і	і	н	і	і	н

Примітка. КД – контрольна ділянка, ПД1–ПД4 – ступені пасквального градієнта, ФД1–ФД3 – ступені фенісиціального градієнта.

Таблиця 2

Динаміка індексів генеративності популяцій злаків і бобових на пасквальному і фенісиціальному градієнтах

Види рослин	Злаки							Бобові					
	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Phleum pratense</i>	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Bromopsis inermis</i>	<i>Deschampsia cespitosa</i>	<i>Elytrigia repens</i>	<i>Trifolium pratense</i>	<i>Trifolium repens</i>	<i>Medicago falcata</i>	<i>Medicago lupulina</i>	<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Vicia cracca</i>
КД	55,9	50,0	54,3	51,1	65,7	40,0	66,4	53,0	8,8	82,7	6,0	58,6	52,0
ПД1	56,9	52,9	60,9	68,7	63,4	56,3	60,0	44,7	8,6	89,3	38,3	45,4	47,3
ПД2	47,2	21,7	55,0	44,4	65,7	52,0	60,9	52,0	3,9	92,4	61,2	50,0	52,5
ПД3	50,6	57,0	37,8	50,0	48,6	66,7	62,8	77,1	7,7	92,1	76,0	80,5	-
ПД4	53,7	23,1	22,9	33,3	40,0	60,0	47,4	88,6	6,0	96,9	79,0	80,9	-
ФД1	59,2	54,0	58,7	25,0	69,2	38,0	68,6	25,0	7,1	75,0	22,3	58,1	46,7
ФД2	50,6	51,9	46,7	80,7	73,4	45,0	60,8	16,3	6,6	76,1	1,9	38,4	79,1
ФД3	57,5	64,6	42,9	25,0	65,2	40,0	52,8	11,3	3,1	69,4	16,3	23,9	79,0

Примітка. КД – контрольна ділянка, ПД1–ПД4 – ступені пасквального градієнта, ФД1–ФД3 – ступені фенісиціального градієнта.

генеративності, у злаків на контрольних ділянках висока і знаходиться на рівні 50–60%. За наростання пасовищних навантажень генеративність популяцій злаків відрізняється стійкістю і знижується до 23–53% тільки на вигонах. Індивідуальну реакцію на випас має щільнокущовий злак *D. cespitosa*, в якого за пасквальним градієнтом частка генеративних особин у популяціях збільшується з 40 до 60–66%.

На відміну від пасовищ, сінокосіння, навіть декількаразові протягом вегетаційного періоду, суттєво не змінюють індекс генеративності популяцій злаків.

Генеративність популяцій бобових трав та їх реагування на випас і сінокосіння залежить від їх виду (табл. 2). Незначну частку генеративних раметів (3–8%) у популяціях має *T. repens*, що розмножується, переважно, вегетативно. Значна та стійка за досліджуваними градієнтами частка генеративних рослин характерна для популяцій *M. falcata* і *L. corniculatus*. У *T. pratense* генеративність популяцій зберігається за всіх рівнів пасквальних навантажень, але суттєво знижується на сінокосах.

Співвідношення процесів омолодження і старіння особин у популяціях розкриває індекс віковості. За даними, наведеними в табл. 3 простежується, що за реагуванням на наростаючі пасовищні навантаження злаки і бобові поділяються на три групи. У першій групі видів (*A. pratensis*, *E. repens*) закономірних змін віковості популяцій не спостерігається, у другій групі (*D. glomerata*, *F. pratensis*, *D. cespitosa*, *M. falcata*) проходить процес омолодження популяцій, що полягає у підвищенні частки передгенеративних рослин, а у третій групі, що включає всі інші види злаків і бобових, пасовищні навантаження ведуть до старіння популяцій із зростанням частки рослин в онтогенетичних станах g_3 , ss та s . Індивідуалізована за видами рослин і їх реакція на сінокосіння. Можна виділити різке збільшення віковості популяцій *A. pratensis* і *V. cracca*.

Віталітет особин злаків і бобових оцінювали залежно від життєвої форми за таким ознаками як

загальна фітомаса надземних органів, розмір листової поверхні, загальна і продуктивна кущистість (у злаків), кількість сформованих органів репродукції (квіток, плодів або насіння), репродуктивне зусилля. Віталітетні спектри популяцій наведені на рис. 1 (злаки) і рис. 2 (бобові).

На контрольних ділянках популяції досліджуваних видів мали, як правило, віталітетну категорію процвітаючих, за виключенням *D. cespitosa* і *L. corniculatus*, популяції яких за загальний віталітетом відповідали категорії рівноважних. Такий характер популяцій більшості видів злаків і бобових на контрольних ділянках свідчить про їх гарну адаптованість до зростання у природних лучних екосистемах.

За пасквальним і фенісиціальним градієнтами у всіх досліджуваних видів рослин зареєстровано закономірне, статистично достовірне зниження віталітетної якості популяцій Q з послідовним переходом із категорії процвітаючих у рівноважні і далі регресивні. Виключенням з такої закономірності був лише щучник дернистий, віталітет особин якого у ряду антропогенної деградації зростає.

У порядку зниження стійкості до випасу досліджувані злаки склали ряд: *F. pratensis* → *P. pratense* → *B. inermis* → *A. pratensis* → *E. repens* → *D. glomerata*. Трансформація віталітетних спектрів злаків за умов зростання сінокісних навантажень була меншою. Ряд видів злаків у порядку зниження їх стійкості до сінокосіння мав наступний вигляд: *P. pratense* → *F. pratensis* → *A. pratensis* → *B. inermis* → *E. repens* → *D. glomerata*.

Загальна реакція бобових трав на пасовищні навантаження була подібною до злаків: їх популяції трансформувалися і перетворилися з процвітаючих у регресивні або рідше рівноважні (*T. repens*, *M. lupulina*). Низькою стійкістю відрізнялись *T. pratense*, *M. falcata* і *L. corniculatus*. Найбільшою вона була у *T. repens* і *M. lupulina*. Мінімальною стійкістю до випасу відрізнявся *V. cracca*. Бобові, як і злаки, були стійкішими до сінокосіння ніж до випасу.

Таблиця 3

Динаміка індексів віковості популяцій злаків і бобових на пасквальному і фенісиціальному градієнтах

Види рослин	Злаки							Бобові					
	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Phleum pratense</i>	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Bromopsis inermis</i>	<i>Deschampsia cespitosa</i>	<i>Elytrigia repens</i>	<i>Trifolium pratense</i>	<i>Trifolium repens</i>	<i>Medicago falcata</i>	<i>Medicago lupulina</i>	<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Vicia cracca</i>
КД	1,89	1,47	1,70	0,87	0,42	0,75	1,36	0,27	0,26	0,28	0,02	0,48	0,50
ПД1	0,93	1,11	1,59	0,88	2,22	0,86	0,66	0,11	0,72	1,00	0,12	0,05	0,12
ПД2	0,96	0,59	1,50	0,75	5,51	0,60	1,91	0,27	0,80	0,39	0,42	0,19	0,37
ПД3	1,07	1,26	1,68	0,46	3,23	0,49	3,46	2,20	0,52	0,00	2,90	4,00	-
ПД4	160	1,00	2,19	0,81	4,13	0,31	1,36	9,30	0,92	0,00	6,10	5,00	-
ФД1	1,56	1,96	1,99	0,00	0,89	0,32	0,89	0,01	0,26	0,32	0,00	0,09	0,33
ФД2	1,39	2,36	1,11	2,70	1,75	0,75	0,68	0,05	0,77	0,33	0,00	0,27	1,17
ФД3	1,55	2,37	1,28	6,65	1,78	1,00	0,62	0,11	1,37	0,19	0,00	0,00	2,53

Примітка. КД – контрольна ділянка, ПД1–ПД4 – ступені пасквального градієнта, ФД1–ФД3 – ступені фенісиціального градієнта.

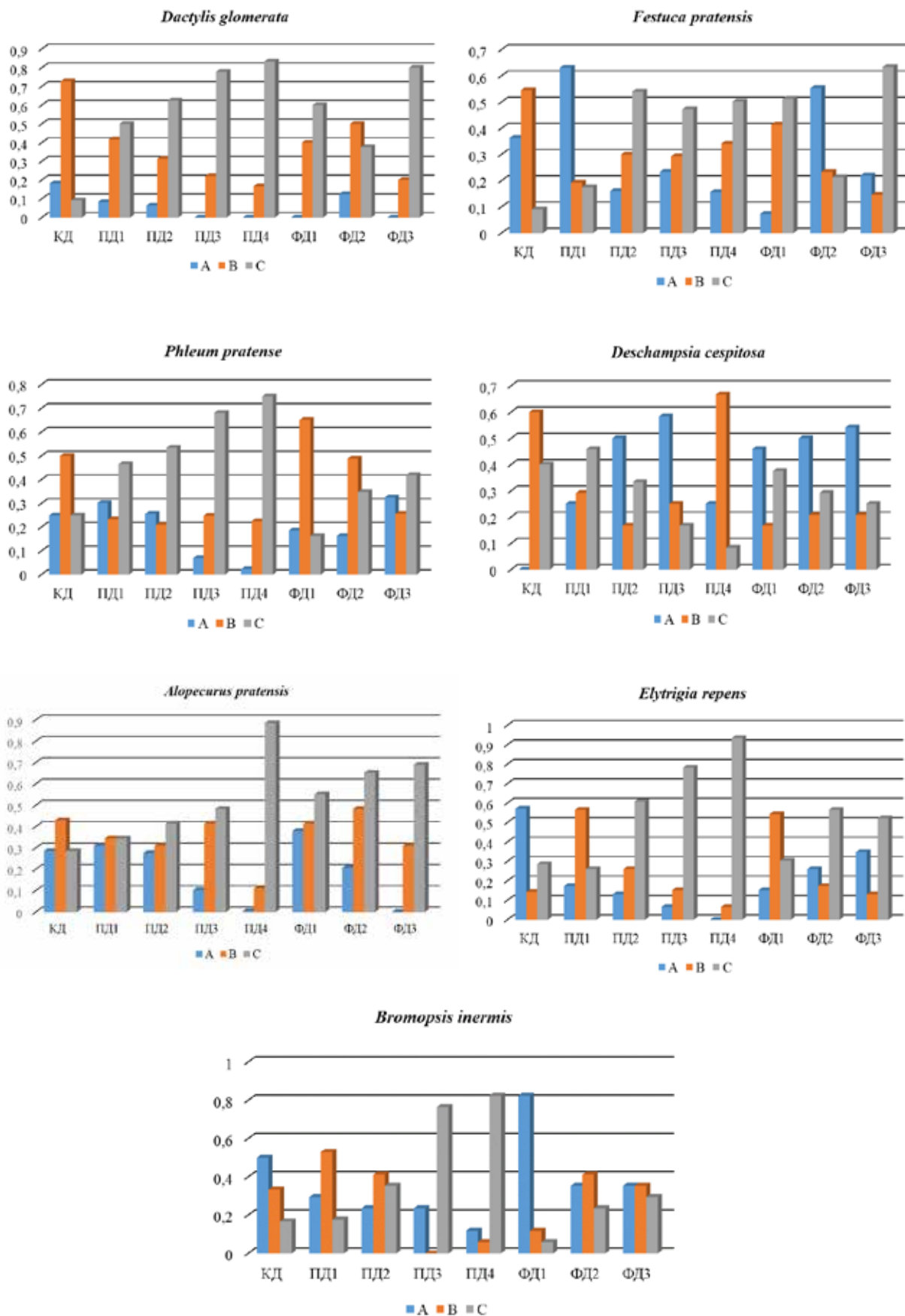


Рис. 1. Віталітетні спектри популяцій злаків на пасквальному і фенісиціальному градієнтах. Частоти у частках одиниці.

A – частота особин вищого класу віталітету, B – частота особин проміжного класу віталітету, C – частота особин нижчого класу віталітету. Позначення ступенів градієнту наведено у тексті

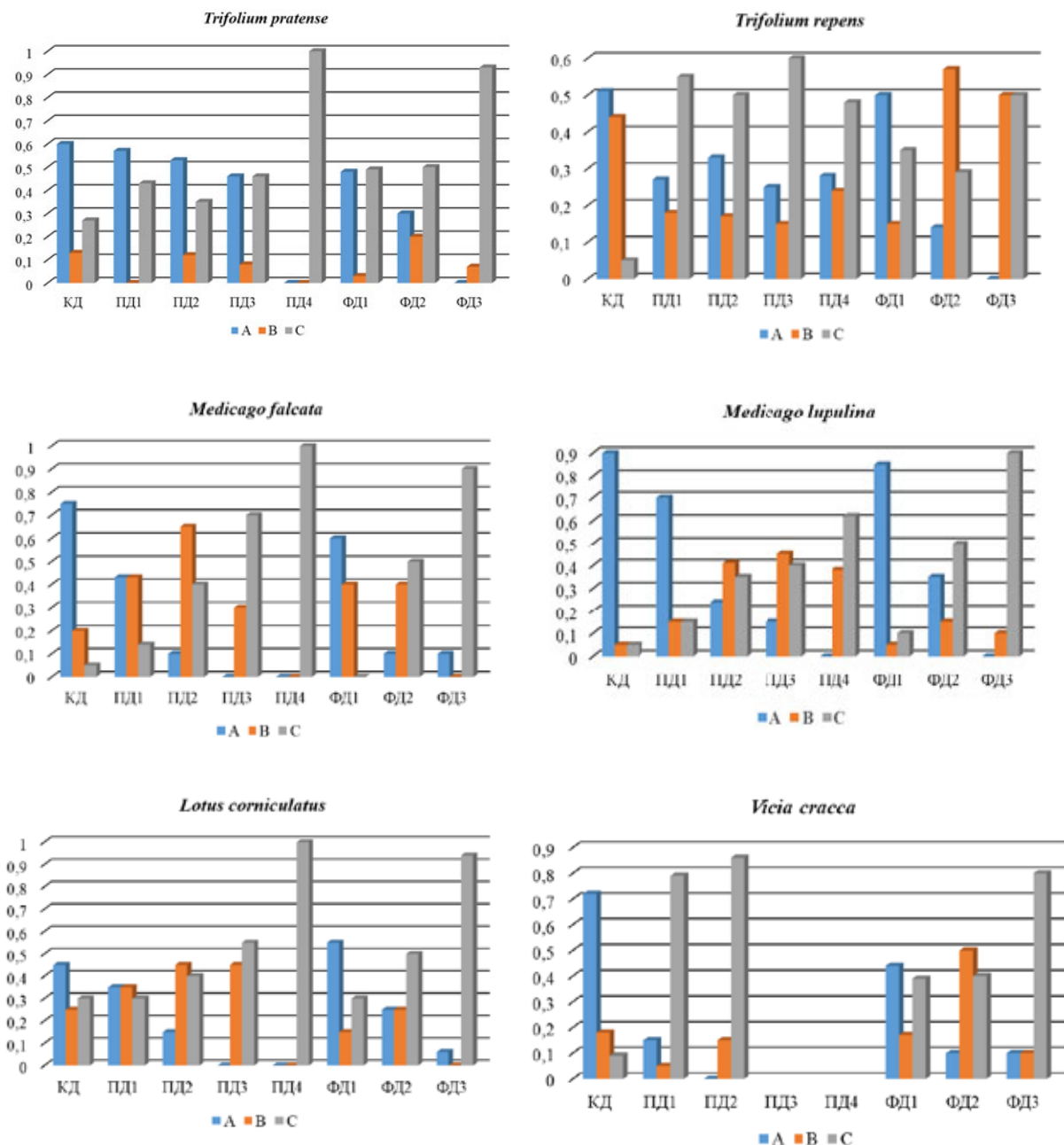
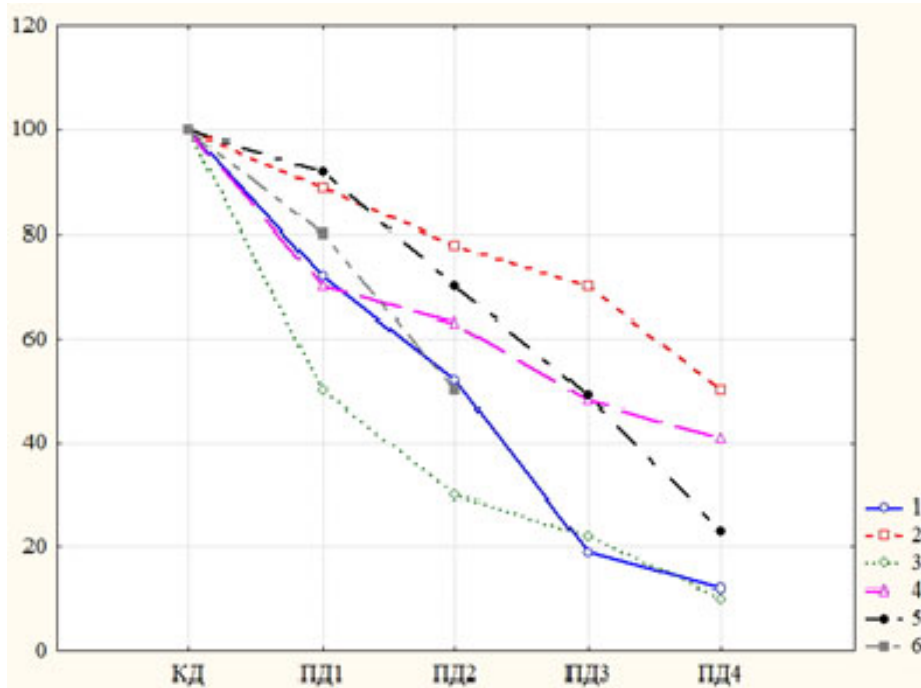


Рис. 2. Віталітетні спектри популяцій бобових на паскальному і фенісіціальному градієнтах.
Частоти у частках одиниці.

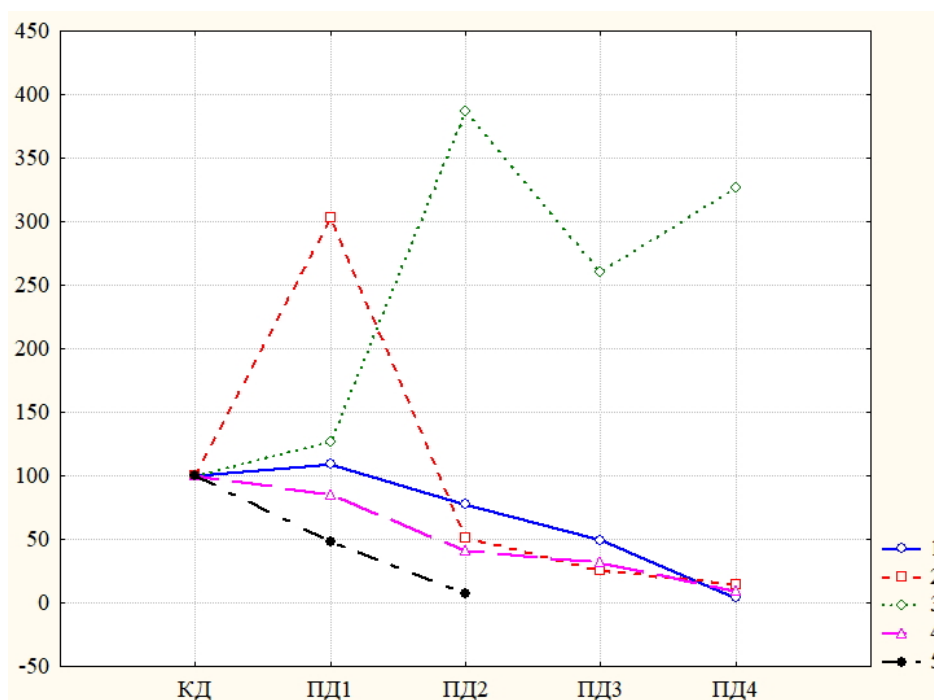
А – частота особин вищого класу віталітету, В – частота особин проміжного класу віталітету, С – частота особин нижчого класу віталітету. Позначення ступенів градієнту наведено у тексті

Трансформація онтогенетичного і, особливо, віталітетного складу популяцій зі зміною розміру особин призводить до змін запасу фітомаси злаків і бобових. Сумарний запас фітомаси на контрольних ділянках у злаків становив відповідно 577,5 і 78,9 г/м². На ступені паскального градієнта ПД4 він відповідно знизився до 255,0 і 34,8 г/м². Ці зміни були видоспецифічні, тобто неоднакові у різних видів. Тому на пасовищах і сінокошах за інтенсивного їх використання змінюється не тільки запас фітомаси основних кормових трав, але і формуються нові співвідношення між фітомасою різних видів рослин.

Видоспецифічність реагування на випас ілюструють графіки на рис. 3, де запас фітомаси у г/м² на контрольних ділянках був прийнятий за 100%. При наростанні пасовищних навантажень вже до ступеня градієнта ПД3 із травостою повністю випадають *E. repens* і *V. cracca*. У *D. glomerata*, *P. pratense*, *T. pratense* і *L. corniculatus* від потенційного запасу фітомаси до ступеня градієнта ПД4 зберігається лише 7–15%. Приблизно вдвічі зменшується фітомаса таких кормових трав як *F. pratensis* і *A. pratensis*. Однак із збільшенням пасовищних навантажень відбувається активне розростання *D. cespitosa*, *T. repens* і *M. lupulina*, запас фітомаси яких збільшу-



А



Б

Рис. 3. Динаміка запасу фітомаси (г/м²) у відсотках від контрольної ділянки за ступенями пасквального градієнта.

А – злаки: 1 – *D. glomerata*, 2 – *F. pratensis*, 3 – *P. pratense*, 4 – *A. pratensis*, 5 – *B. inermis*, 6 – *E. repens*.

Б – бобові: 1 – *T. pratense*, 2 – *M. falcata*, 3 – *M. lupulina*, 4 – *L. corniculatus*, 5 – *V. cracca*

ється у 3–9 разів. В абсолютному обчисленні ці запаси незначні і складають у *D. cespitosa* 110, у *T. repens* – 26 і *M. lupulina* – всього 1,8 г/м².

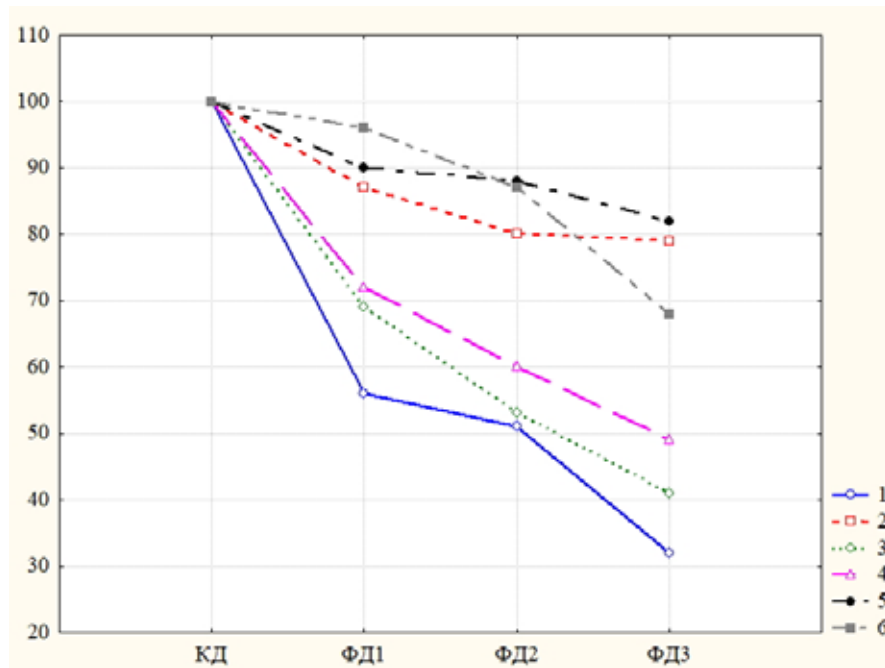
Втрати запасу фітомаси кормових трав на фенісіци- альному градієнті були меншими, порівняно з пасовищ-

ним градієнтом. На ступені ФД3 за безсистемних сіно- косінь у злаків зберігалось 390,0 г/м², а у бобових 48,5 г/м² фітомаси. Реагування злаків і бобових на інтен- сифікацію сінокосінь також було видоспецифічним (рис. 4). Запас фітомаси *D. cespitosa*, *T. repens* і *M. lupulina*

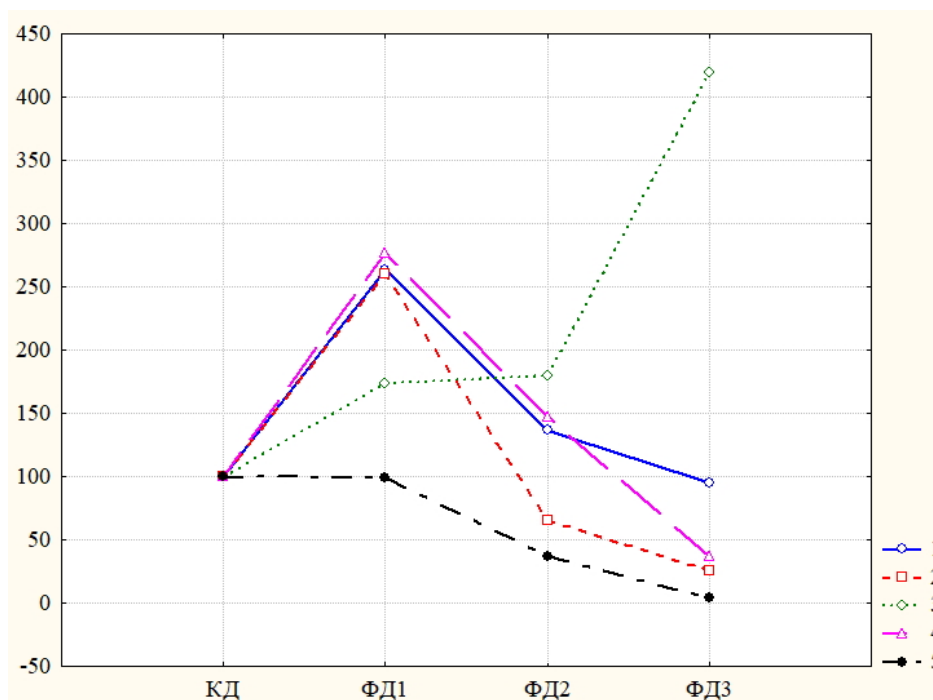
зростає. В інших видів рослин він знижувався до рівня 35–50% від контрольних ділянок. Найменшою стійкістю до сінокосів відрізнявся *V. cracca*. Стійкість до збереження запасу фітомаси на сінокосах (на рівні 80–95%

від КД) виявили *T. pratense*, *B. inermis*, *F. pratensis* та *E. repens*.

Загальний аналіз онтогенетичної та віталітетної структури популяцій, а також даних графіків на рис. 3 і 4



А



Б

Рис. 4. Динаміка запасу фітомаси (г/м²) у відсотках від контрольної ділянки за ступенями фенісіціального градієнта.

А – злаки: 1 – *D. glomerata*, 2 – *F. pratensis*, 3 – *P. pratense*, 4 – *A. pratensis*, 5 – *B. inermis*, 6 – *E. repens*.

Б – бобові: 1 – *T. pratense*, 2 – *M. falcata*, 3 – *M. lupulina*, 4 – *L. corniculatus*, 5 – *V. cracca*

демонструє, що найбільш катастрофічні зміни у популяціях злаків і бобових відбуваються на ступенях пасквального градієнта ПДЗ і ПД4, коли кількість тварин, що випасаються, перевищує 7–10 голів великої рогатої худоби на 1 га і на ступені ФДЗ фенісиціального градієнта за безсистемних скошувань травостою протягом всього вегетаційного періоду. Помічено, що особливо шкідливими є ранні сінокосіння та дуже ранній випас сільськогосподарських тварин.

Обговорення. На важливості збереження лук як одного із видів трав'яних екосистем останнім часом наголошує все більше науковців, відмічаючи їх значний потенціал як джерела екосистемних послуг (Didukh, 2018; Atlas..., 2022). Потужними факторами трансформації лучних угруповань і популяцій ценозоутворюючих видів виступає випас і сінокосіння (Shushpannikova, 2014; Biró, 2014). У зв'язку з різноманіттям умов у заплавах і особливостями пасовищних режимів, Міркін Б. М. (Mirkin, 1984, 1998) підкреслював необхідність «моніторингу стану пасовищ та визначення гранично допустимих норм пасовищних навантажень». Пізніше про важливість моніторингу фітопопуляцій з метою екологічно безпечного користування рослинним покривом та його ефективної

охорони наголошували й інші дослідники (Zaugolnova, 1993). Отримані дані щодо трансформації популяційної структури злакових і бобових трав на пасовищах і сінокосах підтверджують, що системне проведення геоботанічного і популяційного моніторингу лучних угідь може бути корисним інструментом для організації оптимального користування ними. Із всіх вивчених характеристик найбільшою мірою змінювалася віталітетна структура їх популяцій, тому вона може бути одним із найбільш чутливих індикаторів стану популяцій ценозоутворюючих видів під час проведення фітомоніторингу лучних угідь. Реагування різних видів злаків і бобових на випасання і сінокосіння відрізняється індивідуальністю, що відображає різний ступінь їх адаптованості до таких впливів.

Висновки. Встановлено, що популяції злакових і бобових лучних трав на різних ступенях градієнтів пасквальної та фенісиціальної дигресії демонструють індивідуальну реакцію та відрізняються одна від одної особливостями проходження онтогенезу, специфічністю онтогенетичного і віталітетного складу, а також здатністю накопичувати фітомасу. Рівень деградації популяцій на пасовищах і сінокосах необхідно враховувати під час визначення оптимальних режимів їх використання.

Бібліографічні посилання:

1. Atlas travianykh biotopiv Ukrainy [Atlas of herbal biotopes of Ukraine] (2022). Za zah. red. A.A.Kuzemko. Druk Art, Chernivtsi, 244.
2. Beltman, B., van den Broek, T., Martin, W., Cate, M. & Gusewell, S. (2003). Impact of mowing regime on species richness and biomass of a limestone hay meadow in Ireland. *Bulletin of the Geobotanical Institute, ETH* 69, 17–30.
3. Bondarieva, L.M. & Bjelan, S.S. (2010). Porivnyalniy analiz vitalitetnoyi strukturi populyatsiy tsenozoutvoryuyuchih zlakiv na teritoriyah zakaznikiv zaplavi richki Suly ta na dilyankah iz antropogennim vikoristanniam [Comparative analysis of vital population structure of coenogenerate species of grasses in territory of reserves and in areas with anthropogenic use on the meadow-lands of river Sula]. *Visnyk Sumskogo Nacionalnogo agrarnogo universitetu*, 4(19), 15–21 (in Ukrainian).
4. Bondarieva, L.M., Kyrylchuk, K.S., Skliar, V.H., Tikhonova, O.M., Zhatova, H.O. & Bashtovyi, M.G. (2019). Population dynamics of the typical meadow species in the conditions of pasture digression in flooded meadows. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(2), 204–211.
5. Bomanowska, A., Adamowski, W., Kwiecień, K. & Rewicz, A. (2019). The effects of different mowing regimes on diversity of grasses in lowland meadows. *Turkish Journal of Botany*, 43, 80–89.
6. Biró, M. (2014). Floodplain hay meadows along the river Tisza in Hungary. *Grasslands in Europe*, 238–245. doi: 10.1163/9789004278103_027
7. Close, J., Jantunen, K., Saarninen, A. & Valtonen S. Saarnio (2007). Flowering and seed production success along roads with different mowing regimes. *Applied. Vegetation. Science*, 10, 285–292.
8. Didukh, Ya. P. (2018). Biotope as a system: structure, dynamics, and ecosystem services. *Ukr. Bot. J.*, 2018, 75(5), 405–420 (in Ukrainian). doi: 10.15407/ukrbotj75.05.405
9. Gaujour, E., Amiaud, B., Mignolet, C. & Plantureux, S. (2012). Factors and processes affecting plant biodiversity in permanent grasslands. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32, 133–160.
10. Gorchakovskiy, P.L. & Abramchuk, A.V. (1983). Pastbischnaya digressiya poymennyih lugov i ee otsenka po dole uchastiya sinantropnyih vidov [Pasture digression of flood meadows and its assessment by the proportion of synanthropic species]. *Ekologiya*, 5, 3–10 (in Russian).
11. Grime, J.P. (1979). *Plant strategies and vegetation processes*. N.Y., 222.
12. Hautier, Y., Isbell, F., Borer, E.T., Seabloom, E.W., Harpole, W.S., Lind, E.M., MacDougall, A.S., Stevens, C.J., Adler, P.B., Alberti, J., Bakker, J.D., Brudvig, L.A., Buckley, Y.M., Cadotte, M., Caldeira, M.C., Chanton, E.J., Chu, C., Daleo, P., Dickman, C.R., Dwyer, J.M., Eshel, A., Fay, P.A., Firn, J., Hagenah, N., Hillebrand, H., Iribarne, O., Kirkman, K.P., Knops, J.M.H., La Pierre, K.J., McCulley, R.L., Morgan, J.W., Pärtel, M., Pascual, J., Price, J.N., Prober, S.M., Risch, A.C., Sankaran, M., Schuetz, M., Standish, R.J., Virtanen, R., Wardle, G.M., Yahdjian, L. & Hector, A. (2018). Local loss and spatial homogenization of plant diversity reduce ecosystem multifunctionality. *Nature Ecology and Evolution*, 2, 50–56.
13. Klimek, S., Marini, L., Hofmann, M. & Isselstein, J. (2008). Additive partitioning of plant diversity with respect to grassland management regime, fertilization and abiotic factors. *Basic and Applied Ecology*, 9, 626–634. doi: 10.3389/fenvs.2018.00033.
14. Kohler, B., Gigon, A., Edwards, P.J., Krusi, B., Langenauer, R., Luscher, A. & Ryser, P. (2005). Changes in the species composition and conservation value of limestone grasslands in Northern Switzerland after 22 years of contrasting managements. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 7, 51–67.

15. Kovalenko, I.M. (2005). Struktura populyatsiy dominantiv trav'yano-chagarnichkovogo yarusu v lisovih fitotsenozah Desnyansko-Starogutskogo natsionalnogo prirodnogo parku. Ontohenetychna struktura. [The structure of the populations of the dominants of grass-shrub layer of forest plant communities in the National Natural Park "Desnansko-Starogutskiy". Ontogenetic structure.] *Ukrayinskiy botanichnyy zhurnal*, 62(5), 707–714 (in Ukrainian).
16. Kovalenko, I.M. (2006). Struktura populyatsiy dominantiv trav'yano-chagarnichkovogo yarusu v lisovih fitotsenozah Desnyansko-Starogutskogo natsionalnogo prirodnogo parku. Vitalitetna struktura [The structure of the populations of the dominants of grass-shrub layer of forest plant communities in the National Natural Park "Desnansko-Starogutskiy". Vital structure.] *Ukrayinskiy botanichnyy zhurnal*, 63(3), 376–386 (in Ukrainian).
17. Krahulec, F., Skalova, H., Herben, T., Hadincova, V., Wildova, R. & Pecháčková, S. (2009). Vegetation changes following sheep grazing in abandoned mountain meadows. *Applied Vegetation Science*, 4, 97–102. doi: 10.1111/j.1654-109X.2001.tb00239.x.
18. Kuzemko, A.A. & Kozyr, M.S. (2011). Syntaxonomic changes of the meadow vegetation on the Seim River floodplain in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 68(2), 216–226 (in Ukrainian).
19. Kyrylchuk, K.S., Skliar, V.G., Tykhonova, O. & Kobzhev, O. (2021). Vitality dynamics of populations of some legume species on floodplain meadows of the Psel river basin under grazing and haymaking (Ukraine). *Horticulture. Scientific Papers. Series B*, LXV(1), 406–414.
20. Kyrylchuk, K.S. & Bashtovyi, M.H. (2018). Kompleksnyi analiz populatsii *Trifolium pratense* L. na zaplavnykh lukakh lisostepovoi zony Ukrainy [Comprehensive analysis of populations of *Trifolium pratense* L. on the flood meadows of the Forest-Steppe zone of Ukraine]. *Naukovyi visnyk Skhidnoevropeiskoho natsionalnogo universytetu imeni Lesi Ukrainky*, 4(377), 5–15 (in Ukrainian).
21. Milberg, P., Tälle, M., Fogelfors, H. & Westerberg, L. (2017). The biodiversity cost of reducing management intensity in species-rich grasslands: mowing annually vs. every third year. *Basic and Applied Ecology*, 22, 61–74.
22. Mirkin, B.M. (1984). Antropogennaya dinamika rastitelnosti [Anthropogenic dynamics of vegetation]. *Itogi nauki i tekhniki. Botanika*, 5, 139–232 (in Russian).
23. Mirkin, B.M. & Naumova, L.G. (1998). *Nauka o rastitelnosti [Vegetation Science]*. Gilem, Ufa, 413.
24. Li, W., Li, X., Zhao, Y., Zheng, S. & Bai, Y. (2018). Ecosystem structure, functioning and stability under climate change and grazing in grasslands: current status and future prospects. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 33, 124–135.
25. Rabotnov, T.A. (1950). Zhiznennyi tsikl mnogoletnih travyanistyh rastenii v lugovykh cenoazah [Life-cycle of perennial herbaceous plants in meadow coenoses]. *Trudy Botanicheskogo Instituta Akademii Nauk SSSR. Seriya 3. Geobotanika [Bulletin of the Academy of Sciences of the USSR]*, 3(6), 77–204 (in Russian).
26. Schmitz, A. & Isselstein, J. (2020). Effect of Grazing System on Grassland Plant Species Richness and Vegetation Characteristics: Comparing Horse and Cattle Grazing. *Sustainability, MDPI, Open Access Journal*, 12(8), 1–17. doi: 10.3390/su12083300
27. Shushpannikova, G.S. (2014). Formation and degradation of meadows under the impact of hay harvesting and grazing in the Vychedga and Pechora floodplains. *Russian Journal of Ecology*, 45(1), 33–37 (in Russian). doi: 10.7868/S0367059714010120
28. Szykh, A. P. (2016). Determination of the Degree of Pasture Factor Digression in the Communities of Environment Contact Sites (Some Methodological Approaches). *Open Access Library Journal*, 3(9), 1–4. doi: 10.4236/oalib.1103025.
29. Skliar, V., Kyrylchuk, K., Tykhonova, O., Bondarieva, L., Zhatova, H., Klymenko, A., Bashtovyi, M. & Zubtsova, I. (2020). Ontogenetic structure of populations of forest-forming species of the LeftBank Polissia of Ukraine. *Baltic Forestry*, 26(1): article id 441. doi: 10.46490/BF441.
30. Socher, S.A., Prati, D., Boch, S., Muller, J., Klaus, V.H., Holzel, N. & Fischer, M. (2012). Direct and productivity-mediated indirect effects of fertilization, mowing and grazing on grassland species richness. *Ecology*, 100, 1391–1399.
31. Steinshamn, H., Grova, L., Adler, S.A., Brunberg, E., Lande, U.S. (2018). Effects of grazing abandoned grassland on herbage production and utilization, and sheep preference and performance *Frontiers in Environmental Science*, 6, 33. doi: 10.3389/fenvs.2018.00033.
32. Ternovaya, Y.V., Rusev, I.T. (2012). Problemy antropogennoy transformatsii poymennykh lugov ustevoy zony reki Dnestr. [Problems of anthropogenic transformation of meadows in mouth of the Dniester river] *Visnik Odeskogo derzhavnogo ekologichnogo univrsitetu. [Bulletin of Odessa State Environmental University]*, 14, 170–178 (in Russian).
33. Wang, C. & Tang, Y. (2019). A global meta-analysis of the response of multi-taxa diversity to grazing intensity in grasslands. *Environmental Research Letters*, 4(11), doi: 10.5061/dryad.2fqz612k0
34. Wehn, S., Taugourdeau, S., Johansen, L. & Hovstad K.A. (2017). Effects of abandonment on plant diversity in semi-natural grasslands along soil and climate gradients. *Journal of Vegetation Science*, 28, 838–847. doi: 10.1111/jvs.12543.
35. Zaugolnova, L.B. (1993). Monitoring fitopopulyatsiy [Phytopopulations monitoring]. *Uspehi sovr. biologii*, 113(4), 402–413 (in Russian).
36. Zhivotovsky, L.A. (2001). Ontogeneticheskie sostoyaniya, effektivnaya plotnost' i klassifikatsiya populatsiy rasteniy [Ontogenetic states, effective density, and classification of plant populations]. *Russkiy zhurnal ekologiii [Russian Journal of Ecology]*, 32, 1–5. doi: 10.1023/A:1009536128912 (in Russian).
37. Zhukova, L.A. (1995). Populyatsionnaya zhizn lugovykh rasteniy [Population life of meadow plants]. *Lanar, Yoshkar-Ola*, 224 (in Russian).
38. Zhukova, L.A. (2001). Mnogoobrazie putey ontogeneza v populatsiyah rasteniy [Diversity of ontogenetic pathways in plant populations]. *Russkiy zhurnal ekologiii [Russian Journal of Ecology]*, 32(3), 151–158 (in Russian). doi: 10.1023/A:1011301909245.

39. Zlobin, Yu. A. (1980). O neravnotsennosti osobey v populyatsiyah rasteniy [On the unequal value of individuals in plant populations]. *Botan. zhurn.*, 65(3), 311–322 (in Russian).
40. Zlobin, Yu.A. (1989). Teoriya i praktika otsenki vitalitetnogo sostava populyatsiy rasteniy [Theory and practice of assessing the vitality composition of plant populations]. *Bot. zhurn.*, 74(6), 769–781 (in Russian).
41. Zlobin, Yu.A. (1992). Populyatsiya – edynitsa realnoy zhizni rasteniy [Population is a unit of real plant life]. *Priroda*, 8, 47–59 (in Russian).
42. Zlobin, Yu.A. (2009). Populyatsionnaya ekologiya rasteniy: sovremennoe sostoyanie, tochki rosta [Population ecology of plants: the current state, terms of growth] Sumy: Universitetskaya kniga: [Sumy: University Book], 263 (in Russian)
43. Zlobin, Yu.A. (2018). Alhorytm otsinky vitalitetu osobyn roslin i vitalitetnoi struktury fitopopuliatsii [An algorithm for assessing the vitality of plant individuals and the vitality structure of phytoperulations]. *Chornomorskyi botanichnyi zhurnal [Chornomors'k. Botanical Journal]*, 14(3), 213–226. doi: 10.14255/2308-9628/18.143/2 (in Ukrainian).
44. Zlobin, Yu., Kovalenko, I., Klymenko, H., Kyrylchuk, K., Bondarieva, L., Tykhonova, O. & Zubtsova, I. (2021). Vitality Analysis Algorithm in the Study of Plant Individuals and Populations. *The Open Agriculture Journal*, 15, 119–129. doi: 10.2174/1874331502115010119
45. Zlobin, Yu. A., Skliar, V. G. & Klymenko, G. O. (2022). Biologiya ta ekologiya fitopopuliatsii [Biology and ecology of phytoperulations]. *Universytetska knyga, Sumy*, 512 (in Ukrainian).

Bondarieva L. M., PhD (Biological Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Kyrylchuk K. S., PhD (Biological Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Structure of meadow plant populations in flood meadows of the forest-step zone under grazing and mowing conditions

The article presents the results of studies of changes in the ontogenetic and vitality structure of the cereal population: *Dactylis glomerata* L., *Festuca pratensis* Huds., *Phleum pratense* L., *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv., *Alopecurus pratensis* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub. and legumes: *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L., *Medicago falcata* L., *Medicago lupulina* L., *Lotus corniculatus* L., *Vicia cracca* L., as well as the dynamics of above-ground phytomass, which occur under the influence of grazing and mowing of different intensities under the conditions of the floodplains of the Psel and Sula rivers (Sumy region).

Ontogenetic analysis showed that cereals maintain complete or incomplete populations of the normal type in 70% of cases and become invasive and regressive only at the last stages of the gradients. Legumes turned out to be less resistant, the normal type of populations was registered only in 50% of cases. The generativity of cereal populations is distinguished by resistance to grazing and decreases to 23–53% only at the last stages, and mowing does not significantly change this indicator in general. According to the value of the age index, the studied populations were divided into three groups: the first – without significant changes (*A. pratensis*, *E. repens*), the second – population rejuvenation (*D. glomerata*, *F. pratensis*, *D. cespitosa*, *M. falcata*), the third – aging of populations (all other studied species). The reaction of species to mowing was also individualized, so *A. pratensis* and *V. cracca* sharply increased in the age of their populations.

According to the pasture and mowing gradients in all (with the exception of *D. cespitosa*) of the studied plant species, a logical, statistically significant decrease in the vital quality of populations (Q) was recorded. In order of decreasing resistance to grazing, the studied cereals made up a number: *F. pratensis* ® *P. pratense* → *B. inermis* → *A. pratensis* → *E. repens* → *D. glomerata*. The reaction of legumes was similar. The most persistent were *T. repens* and *M. Lupulina*, low-resistant – *T. pratense*, *M. falcata* and *L. corniculatus*, very vulnerable – *V. cracca*. Legumes, as well as cereals, better tolerated mowing.

The analysis of dynamics of the accumulation of above-ground phytomass showed that *E. repens* and *V. cracca*, *D. glomerata*, *P. pratense*, *T. pratense* and *L. corniculatus* (7–15%) fell out from grass stand in the last stages of the pasture gradient. The stock of phytomass in *D. cespitosa*, *T. repens* and *M. lupulina* increases by 3–9 times. Cereals retained 390,0 g/m² and legumes retained 48,5 g/m² of phytomass under the conditions of unsystematic haymaking.

A general analysis of the ontogenetic and vital structure and dynamics of the above-ground phytomass of the populations demonstrates that the greatest changes in the populations of cereals and legumes occur at the last stages of the pasture gradient, when the number of grazing animals exceeds 7–10 head of cattle per 1 ha and also under the conditions of unsystematic haymaking.

Key words: meadows, meadow plants, cereals, legumes, population, ontogenetic structure of populations, vitality structure of populations, grass stand degradation, grazing, haymaking, Sula, Psel.

ВИВЧЕННЯ ГОСПОДАРСЬКО-ДЕКОРАТИВНОЇ ЦІННОСТІ СОРТІВ ТРОЯНД ГРУПИ ФЛОРІБУНДА ЗА КІЛЬКІСНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ЇХ СУЦВІТЬ

Бровді Анна Андріївна

аспірантка

Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна

ORCID: 0000-0003-1065-705X

abrovdi@ukr.net

Поліщук Валентин Васильович

доктор сільськогосподарських наук, професор

Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна

ORCID: 0000-0001-8157-7028

valentin7613@gmail.com

У статті наведено результати досліджень кількісних параметрів суцвіть різних сортів троянд групи флорібунда, які відрізняються за походженням, морфологічними та декоративними особливостями, в умовах Правобережного Лісостепу України. Досліджено, що сорти троянд групи флорібунда, переважно зібрані у щитоподібні суцвіття з кількістю квіток 3–4 штук у кожному. Визначено, що п'ять з двадцяти досліджених сортів троянд групи флорібунда мали найвищий бал сили цвітіння – п'ять балів, з середньою кількістю суцвіть до 61 штук. Ще п'ять сортів мали добре цвітіння та отримали чотири бали. Середня кількість суцвіть варіювала у межах 17–30 штук на рослину. Два бали отримали чотири сорти з обрізненим цвітінням, а саме: *Goldelse*, *Cream Abundance*, *Henri Matisse* та *Lilli Marleen*. Кількість суцвіть у них була у межах 2–5 штук. Таким чином, результати проведених досліджень показали, що сорти групи флорібунда у переважній більшості мають помірну і вище силу цвітіння з кількістю суцвіть більше 10 штук на одну рослину.

Виявлено неоднозначний вплив термінів культивування на кількість суцвіть у різних сортів троянд групи флорібунда. Оскільки, однорічні рослини ще не мають відповідної сили росту, кількість суцвіть у них найнижча. У більшості сортів максимальну кількість суцвіть зафіксовано у чотирирічних рослин, однак темпи зростання кількості суцвіть за роками у різних генотипів істотно відрізнялися. Найбільший приріст було зафіксовано у дворічних рослин сорту *Pomponella* та *Lovely Green*, кількість суцвіть у яких зроста майже удвічі, порівняно з попереднім вегетаційним періодом, тоді, як у наступні роки приріст був значно меншим. У рослин сорту *Westpoint* та *Bella Rosa* спостерігали рівномірне щорічне збільшення кількості суцвіть на 20–30%. Сорти *Santa Monika*, *Goldelse*, *Cream Abundance*, *Henri Matisse* та *Lilli Marleen* мали стабільною низьку кількість суцвіть, яка суттєво не змінювалася у різновікових рослин. Таким чином, у одних сортів зафіксовано різке зростання кількості суцвіть, а у інших – рівномірне упродовж усього терміну їх культивування. Це може бути пов'язано з різним ступенем стійкості сортів до негативних кліматичних факторів та індивідуальними особливостями їх росту та розвитку.

Ключові слова: троянди, флорібунда, суцвіття, сила цвітіння, декоративність, озеленення.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.2>

Вступ. З давніх часів серед великого різноманіття декоративних рослин найбільше уваги приділяли трояндам. Представників роду *Rosa L.* використовували у медицині, парфумерії, кулінарії, побуті та садівництві. У ландшафтному дизайні їм, як правило, віддавали головний акцент у будь-якій композиції (Rubtsova, 2009; Glotova et al., 2020). Велика кількість видів та різновидів, форм і сортів, які відрізняються за потребами до умов вирощування, тривалістю цвітіння, зимостійкістю та іншими біологічними та декоративними якостями, сприяють широкому використанню троянд у різних умовах та кліматичних зонах (Nomerov, 1965; Lempickij, 1968; Hrechanuk et al., 2004; Avdic et al., 2016; Chelariu et al., 2019).

У результаті довготривалого відбору та гібридизації з восьми видів троянд було одержано величезне різноманіття форм, кольорів та ароматів. Європейські троянди та їх гібриди, схрещені з китайськими видами і формами, включаючи чайно-гібридні троянди, мали поодинокі квітки або були зібрані у невеликі суцвіття.

У результаті схрещування троянд з видом *R. multiflora* Thunb., який мав великі суцвіття, було одержано троянди з квітками, зібраними у великі суцвіття – спочатку поліантові, а у другій половині ХХ ст. – троянди флорібунда. Загальноприйнятою назвою *Floribunda* групи стала починаючи з 1952 р. (Wylie, 1954; Karpov, 2007; Kole, 2011; Rubtsova et al., 2015).

Біолого-морфологічні особливості троянд групи флорібунда обумовлені морфологічними особливостями троянд групи поліантових та чайно-гібридних з яких вони походять. Квітки двостатеві, чайно-гібридного типу, можуть бути прості і махрові, великі, зібрані у суцвіття, з ароматом і без. Оскільки троянди групи флорібунда відповідають підгрупі поліантових гібридів, вони перейняли їх відмінну рису – квітки у суцвіттях (Klimenko & Rubcova, 1989; Gudim, 2000; Titchmarsh, 2011; Pankratova, 2012; Vlasenko, 2012).

Троянди групи флорібунда є одними з найбільш розповсюджених та популярних у сучасному ландшафт-

тному дизайні при створенні садів та клумб у регулярному стилі. Їх висаджують солітерно або у вигляді груп чи масивів на газоні, у робатках, партерних квітниках та у міксбордах; використовують у вигляді «букетів» на газоні, підбираючи за забарвленням та строками цвітіння (Gorodnjaja, 2017).

Флорібунда буквально перекладається, як рясно квітуча. Суцвіття надають трояндам флорібунда їх унікальну індивідуальність. Завдяки своєму майже безперевному рясному цвітінню з середини червня і до настання морозів, легкості у вирощуванні та невибагливості у догляді, високій стійкості до хвороб, шкідників та умов навколишнього середовища, троянди групи флорібунда користуються величезною популярністю у декоративному садівництві (Graves & Hoag, 1956; Belendez, 2016; Zonova, 2021).

Метою дослідження було вирішення наукового завдання, яке полягало у встановленні та узагальненні відомостей щодо оцінки кількісних параметрів суцвіть інтродукованих сортів троянд групи флорібунда, як одних з визначальних ознак при відборі сортів для декоративного садівництва.

Відповідно до мети було поставлено наступні задачі: проаналізувати наукові дослідження щодо оцінки рясності та продуктивності цвітіння груп та сортів троянд; описати наявну кількість суцвіть у різновікових рослин; оцінити силу цвітіння 20 інтродукованих сортів троянд групи флорібунда; з'ясувати перспективність використання досліджених сортів групи флорібунда до використання у декоративному садівництві.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження інтродукованих сортів троянд групи флорібунда в умовах Правобережного Лісостепу України проводили упро-

довж 2018–2021 рр. на ділянках кафедри садово-паркового господарства Уманського НУС.

За роки проведення досліджень відзначено суттєву мінливість кліматичних показників на території проведення досліджень, що однозначно вплинуло на кількісні показники суцвіть кожного генотипу.

Господарсько-біологічну та декоративну оцінку троянд проводили на основі загальноприйнятих методик (Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn, 2014, 2016) з урахуванням рекомендацій В.Н. Білова (Bylov, 1976, 1978; Bylov et al., 1988). Силу цвітіння визначали за п'ятибальною шкалою, де 1 – дуже обріднене (поодинокі квітки) або зовсім відсутнє цвітіння, 2 – обріднене цвітіння, 3 – помірне цвітіння, 4 – добре цвітіння та 5 – рясне цвітіння.

Для обробки отриманих результатів досліджень використовували математично-статистичний метод досліджень. Достовірність отриманих результатів досліджень визначено методами статистичного аналізу Microsoft Office Excel 2010.

Результати. Визначальною ознакою троянд групи флорібунда, за яку їх високо цінують у декоративному садівництві є довготривале цвітіння у рясних суцвіттах. У досліджених нами сортів щитоподібні суцвіття, які істотно відрізняються за кількісними та якісними характеристиками такими, як кількість квіток у суцвітті, щільність, повнота, діаметр суцвіть тощо.

Сорти троянд групи флорібунда здебільшого зібрані у суцвіття з кількістю квіток 3–4 шт. у кожному. 3-поміж усіх інтродукованих нами сортів найбільше квіток у суцвіттах мали сорт *Pomponella* (2–9 шт.) та *Lovely Green* (2–7 шт.). Суцвіття сорту *Pomponella* рихлі, діаметром 11,01 см та довжиною 7,05 см (табл. 1). Одночасно

Таблиця 1

Кількісні показники суцвіть сортів троянд групи флорібунда, середнє значення за 2019–2021 рр. на одну маточну рослину

Назва сорту	Кількість квіток у суцвітті, шт.	Відсоток одночасно відкритих квіток, %	Діаметр суцвіття, см	Довжина суцвіття, см
Pomponella	4,93	84	11,01	7,05
Lovely Green	4,45	84	9,84	7,72
Carmagnola	3,63	94	15,14	8,56
Arthur Bell	3,33	97	11,27	7,12
Lilli Marleen	2,53	98	13,54	7,73
Westpoint	3,75	90	12,32	10,16
Minerva	3,03	81	14,39	7,51
Novalis	3,50	86	14,71	12,22
Goldelse	3,03	98	10,49	9,45
Rotkappchen	3,55	94	10,76	6,64
Friesia	2,25	87	15,09	7,33
Lavaglut	3,50	88	10,56	6,88
Iceberg	3,13	97	12,13	7,51
Santa Monika	3,08	98	9,44	6,13
Henri Matisse	2,33	94	12,75	9,88
Bella Rosa	3,40	97	8,42	5,30
Cream Abundance	2,50	96	11,86	6,36
Hans Gonewein	3,58	83	12,02	7,10
Let's Celebrate	3,43	87	12,23	7,44
Gebruder Grimm	3,53	85	11,73	6,90
HIP _{0,05}	0,17	4,55	0,60	0,39

у суцвітті відкриті 84% квіток. У сорту *Lovely Green* суцвіття дещо менші і мають у середньому діаметр 9,84 см. Сорт *Carmagnola* має великі щільні суцвіття, діаметром 15,14 см та довжиною – 8,56 см. Квітки у суцвітті розкриваються здебільшого одночасно. Сорт *Arthur Bell* має дуже щільні суцвіття, діаметром 11,27 см та кількістю одночасно відкритих квіток до 5 шт. У сорту *Westpoint* щільні суцвіття, діаметром 12,32 см та кількістю квіток до 7 шт. За рахунок великої кількості суцвіть на одній рослині (41 шт.) кущ виглядає особливо яскраво.

Найменша кількість квіток у суцвіттях сорту *Friesia* та *Henri Matisse* (не більше трьох), однак суцвіття сорту *Friesia* одні з найбільших за діаметром (15,09 см), що, передусім, пов'язано з величиною їхніх квіток. У більшості сортів троянд групи флорібунда одночасно відкриваються понад 90% квіток, за рахунок чого кущі виглядають особливо яскравими.

Кількість квіток сорту є важливою біологічною ознакою троянд, яка істотно впливає на загальну декоративність рослини і визначає її силу (рясність) цвітіння та продуктивність. Силу цвітіння сорту визначали враховуючи кількість суцвіть та кількість квіток у них на одну маточну рослину, починаючи з другого вегетаційного періоду, оцінюючи за 5-бальною шкалою (табл. 2).

Відповідно до таблиці, середня кількість суцвіть у сортів троянд групи флорібунда істотно відрізняється. Кількість суцвіть варіювала від двох на одну маточну рос-

лину у сорту *Lilli Marleen* до 61 на кущ у сорту *Bella Rosa*. Найвищий бал рясності (п'ять балів) отримали п'ять сортів групи флорібунда: *Gebruder Grimm*, *Pomponella*, *Westpoint*, *Lovely Green* та *Bella Rosa*, з кількістю суцвіть від 38 до 61 штук. Сорти *Novalis*, *Let's Celebrate*, *Rotkappchen*, *Hans Gonewein* та *Carmagnola*, кількість суцвіть у яких варіювала у межах 17–30 штук, отримали чотири бали. До групи троянд з помірною рясністю цвітіння (три бали) віднесено шість сортів. Два бали отримали сорти з обрідненим цвітінням: *Goldelse*, *Cream Abundance*, *Henri Matisse* та *Lilli Marleen*, кількість суцвіть у яких була до 5 штук на кущ. Таким чином досліджено, що у переважній більшості сорти групи флорібунда мають помірну і вище силу цвітіння з кількістю суцвіть більше 10 штук на одну рослину.

Результати наших досліджень показали неоднозначний вплив термінів культивування сортів на кількість суцвіть у них. Максимальну кількість суцвіть у більшості сортів зафіксовано у чотирирічних рослин. Однак, відповідно до графіку (рис. 1), темпи зростання кількості суцвіть у різних сортів істотно відрізняються. Так, сорти з рясним цвітінням показали істотне зростання кількості суцвіть за роками. Середня кількість суцвіть у дворічних рослин сортів *Pomponella* та *Lovely Green* зросла майже удвічі, порівняно з попереднім вегетаційним періодом. У трирічних рослин приріст кількості суцвіть становив 27% та 20%, відповідно. У чотирирічних рослин сорту

Таблиця 2

Сила цвітіння сортів троянд групи флорібунда

Назва сорту	Кількість суцвіть, шт.	Оцінка сили цвітіння, бали
<i>Bella Rosa</i>	61,11±14,35	5
<i>Lovely Green</i>	41,56±10,18	5
<i>Westpoint</i>	41,28±10,76	5
<i>Pomponella</i>	40,33±7,62	5
<i>Gebruder Grimm</i>	37,55±4,82	5
<i>Novalis</i>	28,28±9,22	4
<i>Let's Celebrate</i>	27,61±6,11	4
<i>Rotkappchen</i>	22,06±4,59	4
<i>Hans Gonewein</i>	18,72±4,76	4
<i>Carmagnola</i>	17,11±3,91	4
<i>Lavaglut</i>	12,22±3,21	3
<i>Iceberg</i>	11,67±3,28	3
<i>Arthur Bell</i>	9,56±1,67	3
<i>Santa Monika</i>	6,22±0,42	3
<i>Friesia</i>	5,55±1,57	3
<i>Minerva</i>	5,5±1,09	3
<i>Goldelse</i>	4,72±0,58	2
<i>Cream Abundance</i>	4,17±0,17	2
<i>Henri Matisse</i>	2,83±0,34	2
<i>Lilli Marleen</i>	2,39±0,19	2

Джерело: на основі власних досліджень

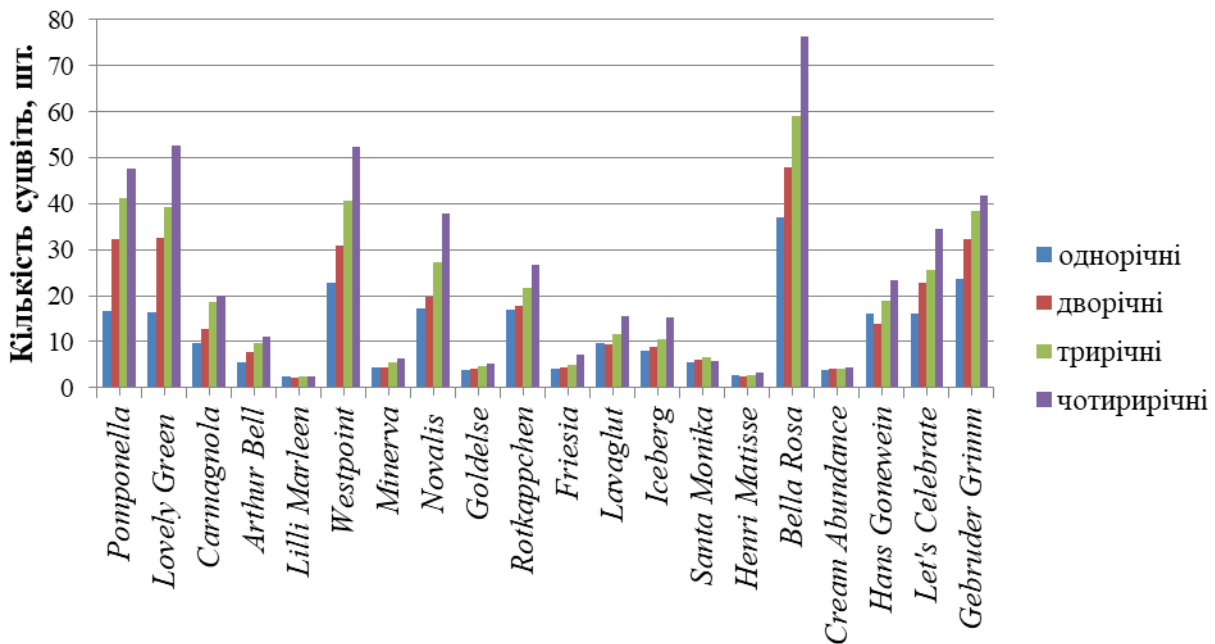


Рис. 1. Кількість суцвіть у різновікових рослин сортів троянд групи флорібунда, 2018–2021 рр.

Pomponella зафіксовано 15% приросту суцвіть по відношенню до попереднього року, а у сорту *Lovely Green* відповідний показник був на рівні 34%.

У сортів *Carmagnola*, *Minerva*, *Novalis*, *Rotkappchen* та *Hans Gonewein* максимальні показники приросту по відношенню до попереднього року фіксували у трирічних рослин, а у *Friesia*, *Lavaglut* та *Iceberg* – у чотирирічних. У рослин сорту *Westpoint* та *Bella Rosa* спостерігали рівномірне щорічне збільшення кількості суцвіть на 20–30%. Сорти *Santa Monika*, *Goldelse*, *Cream Abundance*, *Henri Matisse* та *Lilli Marleen* мали стабільною низьку кількість суцвіть, яка суттєво не змінювалася у різновікових рослин. Таким чином можна зробити висновки, що істотне збільшення кількості суцвіть у різновікових рослин характерне здебільшого для сортів з високою рясністю цвітіння.

Обговорення. За останні роки створено велику кількість сортів квітково-декоративних рослин, які мають високу декоративну цінність за певними ознаками, однак, слабо адаптуються до несприятливих умов навколишнього середовища. Низька адаптивна здатність та слабка стійкість до ураження хворобами та шкідниками, відповідно, знижує їх репродукційну здатність та продуктивність цвітіння. Саме тому, сортовивчення є важливим напрямом селекційних досліджень, який дозволяє вивести високопродуктивні сорти з високою адаптивною здатністю (Buidin, 2016).

Відповідно до попередньо проведених досліджень (Ткачук & Нузхуна, 2013) продуктивність цвітіння троянд у перші роки після їх висаджування є низькою. В умовах відкритого ґрунту продуктивність цвітіння щорічно підвищується починаючи з третього року і упродовж 11–12 років залишається на високому рівні. Далі у троянд відмічається поступове старіння, послаблюється регенераційна здатність, декоративність та продуктив-

ність цвітіння, а також стійкість до несприятливих умов середовища і збудників хвороб. Дослідження, проведені на базі дендрологічного парку «Софіївка» (Bank & Moroz, 2002) щодо особливостей росту та розвитку інтродукованих троянд групи флорібунда та грандіфлора у відповідних умовах зростання встановили, що продуктивність кореневласних троянд відповідних груп досягає свого максимуму на третій рік культивування і вона значно перевищує відповідні показники продуктивності у сортів групи чайно-гібридних троянд. У подальшому кількість квіток на кущах приблизно така ж та варіює залежно від погодних умов.

Дослідження сортів троянд групи патіо, які є похідними групи флорібунда, в умовах Правобережного Лісо-степу України, показали різницю продуктивності цвітіння у різних сортів, яка залежала від біологічних особливостей, притаманних кожному сорту та від віку рослин (Denysko, 2016). Результати наших досліджень показали, що серед представників групи флорібунда є сорти у яких сила цвітіння першого року культивування має оптимальне значення і залишається відносно сталою упродовж наступних чотирьох років.

Для підвищення продуктивності троянд групи флорібунда по закінченню кожної хвилі цвітіння проводять обрізку. Вона сприяє розвитку квітконосних пагонів з бруньок, розташованих у верхній та середній частинах пагону (Klimentko, 2017).

Враховуючи вищесказане та постійне зростання попиту на повторноквітучі сорти з рясними суцвіттями, дослідження біологічних особливостей, у тому числі сили цвітіння, у різних сортів троянд групи флорібунда є досить актуальними. Проведена оцінка сили цвітіння троянд даної групи дозволить швидко та ефективно відібрати найбільш перспективні для використання у декоративному садівництві та озелененні сорти за

відповідною ознакою. Оцінювання сортів визначає перспективи їх культивування в умовах Правобережного Лісостепу України та створює передумови для подальшого розвитку досліджень, у тому числі, у різних умовах зростання.

Висновки. Отже, за результатами проведених нами досліджень виявлено, що більшість сортів троянд групи флорібунда мають рясне або помірне цвітіння. Найвищий бал сили цвітіння мають п'ять з двадцяти досліджених нами сортів, а саме сорти *Bella Rosa*, *Lovely Green*, *Westpoint*, *Pomponella* та *Gebruder Grimm* з кількістю суцвіть до 61 штук. Найнижчий бал сили цвітіння – два, отримали сорти з обридненим цвітінням, а саме: *Goldelse*, *Cream Abundance*, *Henri Matisse* та *Lilli*

Marleen. Кількість суцвіть на одну рослину у них не перевищувало п'яти штук.

На основі аналізу проведених досліджень встановлено, що максимальну кількість суцвіть фіксують, переважно, у чотирирічних рослин. Однак, ми бачили неоднозначність впливу термінів культивування на їх кількість у різних сортів, що свідчить про індивідуальні особливості росту та розвитку кожного генотипу та різний ступінь впливу кліматичних факторів на них.

Таким чином, враховуючи високі показники рясності цвітіння більшості генотипів, яка збільшується починаючи з другого року культивування рослин, сорти троянд групи флорібунда мають високі перспективи до використання у декоративному садівництві та озелененні.

Бібліографічні посилання:

1. Avdic, J., Becic, B., Sarajlic, N. & Arar, K. (2016). Roses (*Rosa* spp.) in public green spaces of Sarajevo. Works of the Faculty of Agriculture and Food Sciences. University of Sarajevo, 61(66/1), 209–212.
2. Bank, V. S. & Moroz, E. K. (2002). Introduktsiya roz grupp grandiflora i floribunda v parke «Sofievka» NAN Ukrainiyi i perspektiviyi ispolzovaniya ih v ozelenenii [Introduction of grandiflora and floribunda roses in the Sofiyivka park of the NAS of Ukraine and the prospects for their use in landscaping]. Botanicheskie sady: sostoyanie i perspektiviyi sohraneniya, izucheniya, ispolzovaniya botanicheskogo raznoobraziya rastitel'nogo mira: Tezisy dokladov nauchnoy konferentsii, 14–16 (in Russian).
3. Belendez, K. Fabulous Floribunda Roses. (2016). Rose Ecstasy. Santa Clarita Valley Rose Society, 25(1).
4. Buidin, Yu. V. (2016). Otsiniuvannia deiakykh hospodarsko-biologichnykh oznak introdukovanykh sortiv rodu *Astilbe* Buch.-Ham ex D.Don. [Evaluation of some economic and biological characteristics of introduced varieties of the genus *Astilbe* Buch.-Ham ex D.Don]. Sortovivchennya ta ohorona prav na sorti roslin, 1 (30), 23–30 (in Ukrainian).
5. Byilov, V. N. (1978). Osnovy sravnitel'noy sortootsenki dekorativnykh rasteniy [Fundamentals of comparative variety evaluation of ornamental plants]. Introduktsiya i selektsiya tsvetochno-dekorativnykh rasteniy. Moskva, Nauka, 7–32 (in Russian).
6. Bylov, V. N., Mihajlov, N. L. & Surina, E. I. (1988). Rozyi. Itogi introduktsii [Roses. Results of the introduction]. Moskva, Nauka, 440 (in Russian).
7. Chelariu, E. L., Draghia, L., Brinza, M., Cojocariu, M., Avarvarei, B. V. & Paraschiv, N. L. (2019). Research regarding the behaviour of some rose varieties from floribunda group in cropping conditions from Iasi, Romania. Scientific Papers. Series B, Horticulture, 63(1), 453–458.
8. Denysko, I. L. (2016). Troiandy patio: Biolohe-ekolohichni osoblyvosti, introduktsiia, perspektyvy vykorystannia u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Patio roses. Biological and ecological features, introduction, prospects of use in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. Kiyiv, Palyvoda A. V., 232 (in Ukrainian).
9. Glotova, V. D., Knjazkova, A. Ju., Kolomnikova, M. V. & Chesnokov, N. N. (2020). Ispolzovanie roz v landshaftnom dizayne [The use of roses in landscape design]. Nauka i obrazovanie. Nauchnyy retsenziruemyy elektronnyy zhurnal, 3(4) (in Russian).
10. Gorodnyaya, E. V. (2017). Ispolzovanie sortov i vidov roz v ozelenenii v usloviyah predgornoy zonyi Kryima [The use of varieties and types of roses in landscaping in the conditions of the foothills of the Crimea]. Biologiya rasteniy i sadovodstvo: teoriya, innovatsii, 182–185 (in Russian).
11. Graves, H. A. & Hoag, D. G. (1956). Roses: You can grow them in North Dakota. NDSU Libraries, Nord Dakota Agricultural College, 118, 6.
12. Gudin, S. (2000). Rose: genetics and breeding, Plant Breed. Rev. New York, 17, 159–190.
13. Hrechanyk, R. M., Melnyk, Yu. A. & Synytsia, A. V. (2004). Vykorystannia troiand v ozelenenni ta dekoratyvnomu kvitnykarstvi [The use of roses in landscaping and decorative floriculture]. Naukovy visnyk NLTU, 14 (4), 18–24 (in Ukrainian).
14. Karpov, A. A. (2007). Rozyi. Vyirashchivanie. Dizayn. Prodazha [Roses. Growing. Design. Sale.]. Rostov, Feniks, 4, 160 (in Russian).
15. Klimenko, Z. K. (2017). Osobennosti kultivirovaniya roz floribunda v usloviyah Yuzhnogo berega Kryima [Features of the cultivation of floribunda roses in the conditions of the southern coast of Crimea]. Byulleten GNBS, 125, 136–140 (in Russian).
16. Klimenko, Z. K. & Rubtsova, E. L. (1989). Rozyi (introduktsirovannyye i kultiviruemyye na Ukraine) [Roses (introduced and cultivated in Ukraine)]. Naukova dumka, 26 (in Ukrainian).
17. Kole, C. (2011). Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources Plantation and Ornamental Crops. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 303.
18. Kyienko, Z. B., Matus, V. M., Pavliuk, N. B. (2016). Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslin hrupy dekoratyvnykh, likarskykh ta efirooliinykh, lisovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methodology for examination of varieties of decorative, medicinal and essential oil, forest plant varieties for suitability for distribution in Ukraine]. M-vo ahrar. polityky ta prodovolstva Ukrainy, Ukr. in-t ekspertyzy sortiv roslin. Vinnytsia, Nilan LTD, 2, 130 (in Ukrainian).
19. Lempitskiy, L. P. (1968). Rozyi [Roses]. Kiev, Urozhay, 103 (in Russian).

20. Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy dekoratyvnykh na vidminnost, odnorodnist i stabilnist [Methodology for examination of plant varieties of the ornamental group for distinction, homogeneity and stability]. (2016) M-vo ahrar. polityky ta prodovolstva Ukrainy, Ukr. in-t ekspertyzy sortiv roslyn. Vinnytsia, Nilan LTD, 2, 1130 (in Ukrainian).
21. Nomerov, B. A. (1965) Kultura roz v sredney polose SSSR [Rose culture in the central zone of the USSR]. Moskva, 221 (in Russian).
22. Pankratova, G. M. (2012). Sadovye rozyi. Bolshaya entsiklopediya [Garden roses. Big Encyclopedia]. Moskva, Eksmo, 272 (in Russian).
23. Rubtsova, O. L. (2009). Rid Rosa L. v Ukraini: henofond, istoriia, napriamy doslidzhen, dosiahnennia ta perspektyvy [The genus Rosa L. in Ukraine: gene pool, history, directions of research, achievements and prospects]: monohrafiia. Kyiv, Feniks, 375 (in Ukrainian).
24. Rubtsova, O. L., Chyzhankova, V. I. & Boiko, R. V. (2015). Seleksiia troiand: istoriia, dosiahnennia, suchasna stratehiia [Rose breeding: history, achievements, modern strategy]. Introduktsiia roslyn, 1, 69-75 (in Ukrainian).
25. Titchmarsh, A. (2011). Rozyi [Roses]. Sankt Peterburg, Petrolif, 64 (in Russian).
26. Tkachenko, V. M., Andriushchenko, A. V. & Pilkevych, A. V. (2014). Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv kvitkovo-dekoratyvnykh, efirooliinykh, likarskykh ta lisovykh roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methodology for the qualification examination of varieties of flower and decorative, essential oil, medicinal and forest plants for suitability for distribution in Ukraine]. Kyiv, 2, 132 (in Ukrainian).
27. Tkachuk, O. O. & Nuzhyna, N. V. (2013). Osoblyvosti anatomichnoi budovy novoutvoren na koreniakh stariuchykh troiand [Peculiarities of the anatomical structure of neoplasms on the roots of aging roses]. Chornomorskyi botanichnyi zhurnal, 9(2), 175–179 (in Ukrainian).
28. Vlasenko, E. (2012). Vyiraschivaem lyubimyie rozyi [Growing your favorite roses]. Moskva, Eksmo, 192 (in Russian).
29. Wylie, A. P. (1954). The history of garden roses, part I. J. Royal Horticultural Society, 79, 555–574.
30. Zonova, V. (2021). Rozyi. Luchshie sorta [Roses. The best varieties.]. Litres. Access mode: <https://play.google.com/books/reader?id=PknUDwAAQBAJ&hl=uk&lr=&printsec=frontcover> (in Russian).

Brovdі A. B., PhD student, *Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine*

Polishchuk V. V., Doctor (Agricultural Sciences), *Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine*

Economic and ornamental value of floribunda rose varieties according to the quantitative parameters of their inflorescences

The article presents the results of research on the quantitative parameters of inflorescences of different floribunda rose varieties, which differ in origin, morphological and decorative features, in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. It has been established that floribunda rose varieties, for the most part, are collected in shield-shaped inflorescences with the number of 3–4 flowers in each. It was found that five of the 20 floribunda rose varieties that we studied had the highest flowering vigor score of 5 points, with an average number of inflorescences of up to 61 pieces. Another five varieties had good flowering and received 4 points. The average number of their inflorescences varied between 17–30 pieces per plant. Two points were awarded to four varieties with reduced flowering, namely: Goldelse, Cream Abundance, Henri Matisse and Lilli Marleen. Their number of inflorescences was in the range of 2–5 pcs. Thus, the results of the research showed that the varieties of the floribunda group in the vast majority have moderate and higher flowering vigor with the number of inflorescences more than 10 per plant.

An ambiguous influence of the terms of cultivation on the number of inflorescences in different floribunda rose varieties was revealed. Since annual plants do not yet have the appropriate growth power, their number of inflorescences is the lowest. In most varieties, the maximum number of inflorescences was in four-year-old plants, however, the rate of growth of the number of inflorescences by year in different genotypes differed significantly. The greatest increase was recorded in two-year-old plants of Pomponella and Lovely Green varieties, which almost doubled the number of inflorescences compared to the previous growing season, while in subsequent years the increase was significantly less. In Westpoint and Bella Rosa varieties, a uniform annual increase in the number of inflorescences by 20–30% was observed. The varieties Santa Monika, Goldelse, Cream Abundance, Henri Matisse and Lilli Marleen had a stable low number of inflorescences, which did not change significantly in plants of different ages. Thus, in some varieties, a sharp increase in the number of inflorescences was recorded, while in others it was uniform throughout the entire period of their cultivation. This may be due to different degrees of resistance of varieties to negative climatic factors and individual characteristics of their growth and development.

Key words: roses, floribunda, inflorescence, flowering vigor, decorativeness, landscaping.

ДИНАМІКА ЗМІН ПОКАЗНИКІВ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ МЕЛІОРОВАНИХ ҐРУНТІВ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ ЗА РІЗНОГО ТИПУ ВИКОРИСТАННЯ

Гаврилюк Володимир Андрійович

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Поліська дослідна станція Національного наукового центру
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», м. Луцьк, Україна
ORCID: 0000-0003-3923-0842
gavrilyuk-v@ukr.net

Мелимука Роман Ярославович

аспірант
Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства
та агрохімії імені О.Н. Соколовського», м. Харків, Україна
ORCID: 0000-0003-2133-5654
r.melymuka22@gmail.com

Долюк Анастасія Володимирівна

аспірант
Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства
та агрохімії імені О.Н. Соколовського», м. Харків, Україна
ORCID: 0000-0001-9849-472
anastasiadoluk@gmail.com

Величина електропровідності ґрунту є складною і дуже змінною характеристикою. Її значення залежить від широкого комплексу факторів, таких як: вологість, щільність, температура, внесення добрив, хіміко-мінералогічний склад, механічні властивості, структура ґрунту і особливо характер і властивості ґрунтового розчину. Зазвичай, електропровідність використовувалась для діагностики засоленості ґрунтів, однак, останнім часом, широке застосування в агробіологічній практиці набуває використання значень електропровідності для діагностики інших параметрів, що підвищують електропровідність.

Одним із першочергових заходів, що підвищують електропровідність ґрунтового покриву є застосування крапельного зрошення, яке застосовувалося на ділянках призначених для вирощування ягідників.

У статті проаналізовано динаміку сезонних змін показника питомої електропровідності родючого шару за умов різного сільськогосподарського використання, обробітку та удобрення ґрунтів. Визначено вплив удобрення та обробітку ґрунтового покриву на показник питомої електропровідності ґрунту.

Дослідження проводились у два роки (2021–2022 рр.), безпосередньо на земельних ділянках різного сільськогосподарського використання, польовим та лабораторними методами. В межах Західного Полісся України, на території трьох дослідних полігонів: с. Положево, с. Римачі та смт. Колки.

На території дослідного полігону в селі Положево Ковельського району Волинської області, як показали результати лабораторних досліджень, показники електропровідності ґрунту лучно-болотного та торфових ґрунтів на даній ділянці зросли. На непорушних цілинних ділянках із торфовим типом ґрунтового покриву значення електропровідності в період з 2021 року по 2022 рік також зросло, наприклад, у верхньому горизонті (0–30 см) показники зросли на 30%. У нижніх шарах тенденція підвищення електропровідності також простежується, відтак у шарі 30–45 см електропровідності ґрунтового покриву виросли відносно попереднього року на 215%, а в горизонті 45–60 см зростання на 154% відносно 2021 року. Подальша динаміка відображена у (табл. 2).

На земельних ділянках із дерново-підзолистим типом ґрунтового покриву с. Римачі, які відведені під вирощування ягідників, показники електропровідності за період 2021–2022 років зменшились у верхньому горизонті на 28%, дещо зросли у підорному шарі – 42%, та зменшились в шарі понад 40 см, а саме на 38%.

На цілинних непорушених ділянках значення електропровідності за аналогічних період в шарі 0–30 см знизився на 9%, у шарі 30–40 см на 1,6%, а в шарі понад 40 см зафіксовані значення протягом року знизились на 9%. Із отриманих результатів можна дійти висновку, що на непорушених ділянках, де меліоративні заходи спрямовані на підвищення продуктивності не відбуваються, зміна показників питомої електропровідності не спостерігається.

На ділянці смт. Колки сільськогосподарського використання у шарі 0–17 см за вегетаційний період значення електропровідності знизилось на 28%, 17–35 см відхилення на 14%, 35–75 см – підвищення на 5%, на глибині 75–100 см відхилення становить 5%. На ділянках призначених для вирощування ягідників значення електропровідності, у порівнянні із початком вегетації, наприкінці вегетаційного періоду значно зменшились, що спричинено застосуванням на цій ділянці крапельного зрошення.

Ключові слова: *питома електропровідність ґрунту, добрива, динаміка змін.*

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.3>

Вступ. Рівень родючості ґрунтового покриву визначається комплексним поєднанням фізичних, хімічних, агрохімічних та біологічних функцій, тому для визначення продуктивності ґрунту важливим є аналіз параметрів вищевказаних функцій. Це займає досить багато часу, тому все більшої актуальності набуває проведення досліджень, спрямованих на визначення параметрів, котрі дають якнайбільше інформації про якісний стан ґрунтового покриву.

Показники якості ґрунтів потребують часової, а не лише просторової оцінки. Бо тільки оцінка динаміки властивостей ґрунтів може дати відповідь на питання ефективності управління ґрунтами; змін агротехнологій за виявлення деградації ґрунтів; оцінки та прогнозу для різних сценаріїв розвитку. Крім власне впливу антропогенної діяльності, корективи треба вносити і з урахуванням природних процесів, найперше – кліматичних змін.

Одним з таких показників є електропровідність, визначення якої набуває все більшої популярності серед аграріїв (Dehtiarov, 2019, 28–34). Це важливий показник у дослідженнях екологічних функцій ґрунту, що входить до мінімального набору даних, які рекомендовані Інститутом якості ґрунту (США) для оцінки натуральних і набутих якостей ґрунту. Це здатність ґрунту проводити електричний струм, яка визначається наявністю в ґрунті вільних електронів, що сприяють проведенню електричного струму (Bedernichek, et al., 2009, 85–89). Вона залежить від вологості ґрунту, фазового стану води, умісту в ґрунті солей, її температури, щільності, гранулометричного складу, мінерального складу, структури, пористості тощо (Ko, et al., 2023; Lu et al., 2019, 211–2020). Як відомо, ці властивості впливають на ефективність екологічних функцій ґрунту і зокрема його родючість. Вимірюється електропровідність ґрунту в mS/cm.

Електропровідність ґрунтового покриву корелює із параметрами ґрунту, від яких залежить врожайність, а саме: рівень зволоження, гранулометричний склад, рН та багато інших (Grisso, et al., 2005, 6; Hossain et al., 2020, 635–644, Choo, et al., 2022).

Показник електропровідності ґрунтового покриву залежить від ряду якісних характеристик родючого шару, що дозволяє при визначенні електропровідності побачити загальну картину інших параметрів ґрунту, відтак це швидкий і економічний метод визначення якості ґрунту (McBride et al., 1990, 255–260; Corwin et al., 2003, 352–264; Corwin & Lesch, 2005, 135–153).

Значення електропровідності, насамперед, значною мірою залежить від кислотно-лужного балансу ґрунту, оскільки існує кореляційний зв'язок між електрофізичними показниками та вмістом у ґрунті H^+ іонів, відтак електропровідність знижується з підвищенням вмісту у ґрунті H^+ іону (Dehtiarov & Rieznik, 2020, 71–78).

Значний вплив на значення питомої електропровідності мають фізичні показники ґрунту, зокрема, рівень зволоження та гранулометричний склад. Електропровідність підвищується при збільшенні вологості ґрунту, а також при більшій здатності утримувати вологу в товщі родючого шару, відтак на легких піщаних та супіщаних

ґрунтах значення будуть нижчі, ніж на більш важких суглинках чи глинистих (Dehtiarov & Pen'kov, 2021, 234–238; Sheets & Hendrickx, 1995, 2401–2409; Machado et al., 2006, 1023–1031; Gebbers et al. 2009, 179–190; Aimrun et al. 2011, 10–28).

Вона тісно пов'язана із змінами лабільної органічної речовини, відтак за умови внесення свіжої органіки до родючого шару відбувається підвищення питомої електропровідності ґрунту, оскільки лабільний пул органіки є головним джерелом мінеральних процесів та сприяє накопиченню іонів в товщі ґрунтового покриву (Dehtiarov, et al., 2020, 11–16; Hamalko, et al., 2012, 16–19).

Система удобрення також має вагомий вплив на показники електропровідності ґрунту, водночас значення електропровідності дає змогу визначити норму внесення добрив під певні сільськогосподарські культури (Lohinova & Smyk, 2012, 32; Svitovyy & Herkiyal, 2012, 244; Brovarets & Chovnyuk, 2020, 23–33).

Внесення мінеральних та органічних добрив мають значний вплив на значення електропровідності ґрунтового покриву, зокрема, найбільш дієвими є мінеральна та органо-мінеральна системи удобрення (Dehtiarov & Chekar, 2021, 54–62).

Застосування добрив на основі місцевих сировинних ресурсів, також є одним із методів підвищення продуктивності ґрунтового покриву. Для землеробства зони Західного Полісся України такими є добрива на основі торфу, барди мелясної (післяспиртової) та інші ферментовані добрива, характеристики, яких покращують продуктивність ґрунтового покриву (Skryl'nyk et al., 2016, 12–16). Барда мелясна – це залишок після відгонки спирту із браги; один із кінцевих продуктів виробництва етилового спирту, яка має значно менший вміст важких металів, ніж традиційні добрива, відтак це добриво є екологічно безпечним, а також є чудовим стимулятором росту рослин, покращуючи якісний стан ґрунтового покриву (Gavrilyuk & Demchuk, 2013, 78–81; Khyzhnyak & Ts'on', 2010, 122–130; Glovyn, 2017, 192–195).

При визначенні показника електропровідності ґрунтового покриву потрібно звертати увагу на ряд факторів, зокрема великі дози внесення органічних добрив можуть дати хибні значення електропровідності, адже ґрунт може містити надмірну кількість солей внаслідок такого внесення, відтак значення електропровідності відображатимуть властивості не ґрунту, а добрив (Grisso, et al., 2005, 6). Також застосування добрив у значних дозах порушує здатність розчинення мінеральних солей у ґрунті, що значно збільшує значення електропровідності родючого шару та дає негативний вплив на врожайність сільськогосподарських культур (Hao & Chang, 2003, 89–103; Tom Doerge, 2001, 16–18).

Матеріали і методи досліджень. Дослідження спрямовані на визначення питомої електропровідності меліорованих ґрунтів проводились шляхом польових експедиційних та лабораторно-аналітичних досліджень на території трьох дослідних полігонів: с. Положево, с. Римачі Ковельського району та смт. Колки Луцького району Волинської області (таблиця 1). Польові дослідження проводились у два роки за умов застосування

агромеліоративних заходів, зокрема на ділянках сільськогосподарського призначення (ділянки номер 1, 3, 4, 5, 11) застосовувались органічні (3,5 т/га) та мінеральні добрива (N60P90K60), а на ділянках призначених для вирощування ягідників, окрім органічних (3,5 т/га) та мінеральних добрив (N60P60K60), проводиться поповнення водного балансу за допомогою крапельного зрошення.

Визначення питомої електропровідності ґрунту проводилось згідно діючого ДСТУ 8346:2015.

Зразки ґрунтового покриву на дослідних полігонах с.Положево та с.Римачі відбирали на початку вересня 2021 та 2022 років, тоді як на дослідному полігоні смт. Колки відбір зразків проводився двічі 2022 року, а саме наприкінці травня та на початку вересня. Повторюваність зразків на одній ділянці становить 5 зразків, згідно «Інструкцій з проведення кислотної зйомки на осушуваних ґрунтах України».

У лабораторних дослідженнях ґрунтові зразки, вагою 20 г, змішували із дистильованою водою, об'ємом 50 мл, отриманий розчин перемішувався протягом 2 хвилин, після чого зразки із мінеральними ґрунтами залишали на 1 годину, а зразки із органічними ґрунтами – на ніч.

Вимірювання питомої електропровідності проводилося за допомогою кондуктометра Hanna HI 991300.

Результати. На дослідних полігонах с. Положево та с. Римачі дослідження тенденцій динаміки змін показників електропровідності ґрунтового покриву проводились з інтервалом в один рік на органічних та мінеральних ґрунтах різного типу сільськогосподарського використання, а саме: цілинах, ділянках, які піддаються постійному обробітку, призначених для вирощування сільськогосподарських культур та ділянках призначених для вирощування ягідників.

Як показали результати лабораторних визначень, показники електропровідності ґрунту лучно-болотного та торфових ґрунтів на дослідному полігоні біля с. Положево були дещо вищими, ніж значення питомої електропровідності дерново-підзолистих варіантів (таблиця 2). Зокрема, на непорушних цілинних ділянках із торфовим типом ґрунтового покриву значення електропровідності в період з 2021 року по 2022 рік змінились у верхньому горизонті (0–30 см) від 0,272 мSm/см до 0,353 мSm/см, у нижніх шарах тенденція підвищення електропровідності також простежується, відтак у шарі 30–45 см електропровідності ґрунтового покриву

Таблиця 1

Координати досліджуваних ділянок

№ з/п	Тип ґрунту	Призначення	Розташування, координати
1.	Торфовище сильно розкладене мінералізоване осушуване	Частково порушені землі (ягідники)	с. Положево, Ковельський р-н, N 51,43013; E 23,90922
2.	Дерново-підзолистий супіщаний осушуваний	Частково порушені землі (ягідники)	с. Положево, Ковельський р-н, N 51,43323; E 23,90903
3.	Торфовище середньо глибоке слабо розкладене осушуване	Розорювані землі (с.-г. використання)	с. Положево, Ковельський р-н, N 51,43044; E 23,90664
4.	Дерново-підзолистий супіщаний осушуваний	Розорювані землі (с.-г. використання)	с. Положево, Ковельський р-н, N 51,42218; E 23,87792
5.	Лучно-болотний осушуваний	Розорювані землі (с.-г. використання)	с. Положево, Ковельський р-н, N 51,42332; E 23,87887
6.	Торфовище середньо глибоке слабо розкладене осушуване	Порушені землі (підготовлені під висадку ягідника)	с. Положево, Ковельський р-н, N 51,42877; E 23,91010
7.	Дерново-підзолистий супіщаний осушений	Непорушені землі (чагарники)	с. Положево, Ковельський р-н, N 51,43149; E 23,89403
8.	Торфовище глибоке сильно розкладене мінералізоване осушуване	Непорушені землі (чагарники)	с. Положево, Ковельський р-н, N 51,42358; E 23,91327
9.	Дерново-підзолистий супіщаний переущільнений оглеєний осушуваний	Частково порушені землі (ягідники)	с. Римачі, Ковельський р-н, N 51,22182; E 23,89251
10.	Дерново-підзолистий глеєвий глинистий осушуваний	Частково порушені землі (ягідники)	с. Римачі, Ковельський р-н, N 51,22660; E 23,87319
11.	Дерново-підзолистий супіщаний	Розорювані землі (с.-г. використання)	смт. Колки, Луцький р-н, N 51.096271; E 25.686741
12.	Дерново-підзолистий супіщаний	Частково порушені землі (ягідники)	смт. Колки, Луцький р-н, N 51.096726; E 25.690984
13.	Дерново-підзолистий супіщаний	Частково порушені землі (ягідники)	смт. Колки, Луцький р-н, N 51.096644; E 25.691193

Динаміка змін електропровідності ґрунту с. Положево

№ з/п	Тип ґрунту / використання	Шар ґрунту, см	Електропровідність, mSm/cm	
			2021	2022
1.	Торфовище сильно розкладене мінералізоване осушене (ягідник)	0-20	0,149	0,083
		20-50	0,101	0,066
2.	Дерново-підзолистий супіщаний (ягідник)	0-30	0,070	0,050
		30-40	0,069	0,098
		40-60	0,061	0,102
3.	Торфовище середньо глибоке осушене (с.-г. використання)	0-15	0,045	0,516
		15-30	0,290	0,092
		30-80	0,179	0,097
4.	Дерново-підзолистий супіщаний (с.-г. використання)	0-17	0,140	0,014
		17-37	0,037	0,019
		37-60	0,052	0,014
5.	Лучно-болотний (с.-г. використання)	0-30	0,139	0,024
		30-40	0,045	0,021
		40-60	0,041	0,020
6.	Торфовище середньо глибоке осушене (під висадку ягідника)	0-15	0,101	0,084
		15-35	0,225	0,144
		35-70	0,069	0,030
7.	Дерново-підзолистий супіщаний (непорушені, цілина)	0-30	0,107	0,097
		30-40	0,060	0,059
		>40	0,045	0,041
8.	Торфовище глибоке сильно розкладене осушене (непорушені, цілина)	0-30	0,272	0,358
		30-45	0,164	0,516
		45-60	0,108	0,274

змінилась із 0,164 mSm/cm до 0,516 mSm/cm, а в горизонті 45–60 см зафіксовані зміни 0,108 – 0,274 mSm/cm.

Збільшення показників питомої електропровідності органогенних ґрунтів також зафіксовані у верхньому (орному) горизонті ділянки номер 3, призначеної для вирощування сільськогосподарських культур, яка постійно піддається антропогенному навантаженню – обробітку. На даній ділянці зафіксовані зростання показника електропровідності у порівнянні з 2021 роком в верхньому горизонті з 0,045 mSm/cm, до 0,516 mSm/cm у 2022 році, що зумовило високим рівнем вологоємності торфовищ. У нижніх шарах ґрунтового профілю тенденція підвищення показника електропровідності за наведений період часу не простежується, відтак значення у 2021 та 2022 роках наступні: шар 15–30 см – 0,290–0,092 mSm/cm, шар 30–80 см – 0,179–0,097 mSm/cm.

На ще одній ділянці, яка піддається інтенсивному обробітку із лучно-болотним типом ґрунтового покриву (ділянка номер 5), зафіксована динаміка зниження показника електропровідності, а отримані значення в період 2021–2022 років у шарі 0–30 см становлять 0,139–0,024 mSm/cm, у шарі 30–40 см – 0,045–0,021 mSm/cm, а в шарі 40-60 см – 0,041–0,020 mSm/cm. Аналогічна тенденція зниження показника питомої електропровідності органогенних ґрунтів спостерігається на частково порушених земельних ділянках, призначених для вирощування ягідників. На дані ділянці зафіксовані наступні зміни значень електропровідності ґрунтового

покриву за даний проміжок часу: шар 0–20 см – 0,149–0,083 mSm/cm, шар 20–50 см – 0,101–0,066 mSm/cm.

Щодо мінеральних ґрунтів, за сільськогосподарського використання, то значення електропровідності станом на 2021 рік становили: у верхньому горизонті 1,140 mSm/cm, у шарі до 40 см – 0,037 mSm/cm, а в шарі до 60 см – 0,052 mSm/cm, тоді як у 2022 році значно меншими: 0,014 mSm/cm (верхній горизонт), 0,019 mSm/cm (підорний шар), 0,014 mSm/cm.

На земельних ділянках із дерново-підзолистим типом ґрунтового покриву, які відведені під вирощування ягідників, дослідження проводились на двох дослідних полігонах: с. Положево та с. Римачі (таблиці 2,3). Показники електропровідності за період 2021–2022 років зменшились у верхньому горизонті – 0,050–0,070 – 0,036–0,050 mSm/cm, дещо зросли у підорному шарі – 0,056–0,069 – 0,032–0,098 mSm/cm, та зменшились в шарі понад 40 см – 0,060–0,062 – 0,037–0,102 mSm/cm.

На цілинних непорушених ділянках значення електропровідності за аналогічних період в шарі 0–30 см змінився із 0,107 mSm/cm до 0,097 mSm/cm, у шарі 30–40 см – 0,60–0,59 mSm/cm, а в шарі понад 40 см зафіксовані значення протягом року змінились із 0,045 mSm/cm до 0,041 mSm/cm. Із отриманих результатів можна дійти висновку, що на непорушених ділянках, де меліоративні заходи спрямовані на підвищення продуктивності не відбуваються, зміна показників питомої електропровідності не спостерігається.

Динаміка змін електропровідності с. Римачі

№ п/п	Тип ґрунту / використання	Шар ґрунту, см	Електропровідність, mSm/cm	
			2021	2022
1.	Дерново-підзолистий оглеєний (ягідник)	0-25	0,050	0,036
		25-35	0,056	0,032
		35-60	0,060	0,047
2.	Дерново-підзолистий глеєвий глинистий (ягідник)	0-15	0,052	0,041
		15-35	0,062	0,048
		35-60	0,062	0,037

Таблиця 4

Динаміка змін електропровідності за вегетаційний період

№ п/п	Тип ґрунту / використання	Шар ґрунту, см	Електропровідність, mSm/cm	
			Весна	Осінь
1.	Дерново-підзолистий зв'язано піщаний (с.-г. використання)	0-17	0,036	0,026
		17-35	0,028	0,024
		35-75	0,019	0,020
		75-100	0,021	0,020
2.	Дерново-підзолистий зв'язано піщаний (ягідник)	0-20	0,098	0,082
		20-40	0,047	0,032
3.	Дерново-підзолистий зв'язано піщаний (ягідник)	0-20	0,092	0,076
		20-40	0,058	0,026
		40-60	0,037	0,024
		60-80	0,031	0,068
		80-100	0,029	0,031

На дослідному полігоні смт. Колки (таблиця 4) дослідження, спрямовані на визначення електропровідності ґрунтового покриву та змін показників у часі проводилися протягом вегетаційного періоду, а саме травень – початок вересня.

На ділянці сільськогосподарського використання у шарі 0–17 см за вегетаційний період значення електропровідності змінилося із 0,036 mSm/cm до 0,026 mSm/cm, 17–35 см – 0,028–0,024 mSm/cm, 35–75 см – 0,019–0,020 mSm/cm, 75–100 см – 0,021–0,020 mSm/cm. На ділянках призначених для вирощування ягідників значення електропровідності, у порівнянні із початком вегетації, наприкінці вегетаційного періоду значно зменшився, відтак у шарі 0–20 см навесні він становив 0,92–0,98 mSm/cm, а наприкінці вегетації – 0,76–0,82 mSm/cm, тоді як в шарі 20–40 см значення змінилися із 0,047–0,058 mSm/cm до 0,026–0,032 mSm/cm.

Обговорення. В результаті досліджень на більшості ділянок із дерново-підзолистими ґрунтами спостерігається зменшення показника електропровідності ґрунту протягом вегетаційного періоду, на ділянках де крапельне зрошення не застосовувалося дані зміни у верхньому горизонті становлять 27,78%, тоді як на ділянках, де проводиться крапельне зрошення, показник питомої електропровідності зменшився 16,3–17,4%.

На органогенних ґрунтах зафіксовані значно менші зміни, а подекуди незначні збільшення показника електропровідності, що зумовлено сприятливим для параметру електропровідності високим рівнем вологоємності торфовищ. На земельних ділянках із дерново-підзоли-

стим типом ґрунтового покриву найменші зменшення питомої електропровідності ґрунтового покриву були зафіксовані на земельних ділянках, де проводяться меліоративні заходи підвищення продуктивності ґрунту, а саме крапельне зрошення на ділянках, призначених для вирощування ягідників, в одному із варіантів дослідного полігону с. Положево спостерігається збільшення показника електропровідності у нижніх горизонтах внаслідок поповнення водного балансу ґрунту. Також незначні зменшення електропровідності мінеральних ґрунтів спостерігаються на непорушених земельних ділянках, де більша здатність утримання вологи ніж на ділянках, котрі піддаються інтенсивному обробітку. Водночас найбільше зменшення показника електропровідності дерново-підзолистих ґрунтів були зафіксовані на землях, призначених для вирощування сільськогосподарських культур, які перебувають під антропогенним навантаженням.

Із результатів досліджень можна зробити висновок, що на весні показник питомої електропровідності ґрунтового покриву є більшим ніж восени, що зумовлено більш насиченим вологою родючим шаром на початку вегетації, ніж наприкінці вегетаційного періоду. На дослідних ділянках смт. Колки отримані результати свідчать про зниження показників у 2022 році у порівнянні із 2021 роком, що може бути спричинено зменшенням доступної вологи, дефіцитом доступних елементів живлення та/чи органіки, послабленням біологічної активності ґрунтового покриву (Dehtiarov & Chekar, 2021, 54–62).

Одним із першочергових заходів, що підвищують електропровідність ґрунтового покриву є застосування

крапельного зрошення, яке, зокрема, на легких піщаних та супіщаних ґрунтах, котрі відзначаються низьким значенням вологості, поповнює запаси доступної вологи в родючому шарі.

Висновки. Показник питомої електропровідності ґрунтового покриву є унікальним показником, який залежить від ряду якісних характеристик родючого шару, зокрема: рН, рівня зволоження, вмісту органіки, рівня мінералізації ґрунту та інших, а також на електропровідність вагомий вплив має система удобрення ґрунту та ступінь його обробітку. Значення електропровідності ґрунту є неоднорідним протягом року, відтак на початку

навесні значення є значно вищі, ніж восени, що можна спостерігати із результатів досліджень смт. Колки.

В результаті проведених досліджень зафіксована тенденція зменшення показника електропровідності в часі, проте на ділянках із різним типом ґрунтового покриву та різного ступеня обробітку дані зміни є різними, відтак на органогенних ґрунтах зменшення показника питомої електропровідності є найменшим, а подекуди навіть більшим, також незначні зміни зафіксовані на ділянках, де застосовується крапельне зрошення, тоді як на ділянках, де водний баланс не поповнюється, спостерігається різке зниження електропровідності ґрунту.

Бібліографічні посилання:

1. Aimrun, W., Amin, M.S.M., & Nouri, H. (2011). Paddy field zone characterization using apparent electrical conductivity for rice precision farming. *International Journal of Agricultural Research*, 6(1), 10–28.
2. Bedernichek, T. Yu., Kopyi, S. L., Partyka, T. V., & Hamkalo, Z. H. (2009). Elektroprovidnist' yak ekspres-indikator yonnoyi aktyvnosti edafotopu lisovykh ecosystem [Electrical conductivity as an express indicator of ionic activity of the edaphotope of forest ecosystems]. *Biologichni systemy*, 4, 85–89. (in Ukrainian).
3. Brovarets, O. O. & Chovnyuk, Yu. V. (2020). Vykorystannya metodiv fraktal'noho analizu u doslidzhennyakh elektroprovidnosti gruntiv ta urozhaynosti sil's'kohospodars'kykh kul'tur [Using of fractal analysis methods in research of agricultural soils and crop yield]. *Zbirnyk naukovykh statey, Sil's'kohospodars'ki mashyny*, 45, 23–33 doi: 10.36910/acm.vi45.378 (in Ukrainian).
4. Choo, H., Park, J., Do, T. T., & Lee, C. (2022). Estimating the electrical conductivity of clayey soils with varying mineralogy using the index properties of soils. *Applied Clay Science*, 217, 106388 doi: 10.1016/j.clay.2021.106388
5. Corwin, D.L., & Lesch, S.M. (2005). Characterizing soil spatial variability with apparent soil electrical conductivity. Part II. Case study. *Computers and Electronics in Agriculture*, 46(1–3), 135–152
6. Corwin, D.L., Lesch, S.M., Shouse, P.J., Soppe, R., & Ayars, J.E. (2003). Identifying soil properties that influence cotton yield using soil sampling directed by apparent soil electrical conductivity. *Agronomy Journal*, 95 (2), 352–364
7. Dehtiarov, V. V., Dehtiarov, Yu. V., & Rieznik, S. V. (2020). Sezonna dynamika elektroprovidnosti chornozemu typovoho za umov riznykh system zemlerobstva [Seasonal dynamics of electric conductivity of typical chernozem under different systems of agriculture]. *Visnyk Umans'koho natsional'noho universytetu*, 1, 11–16 (in Ukrainian).
8. Dehtiarov, Yu. V. (2019). Elektroprovidnist' vodnykh suspenziy chornozemiv typovykh postahrohennykh derevnykh i trav'yanykh ekosystem [Electrical conductivity of water suspensions of typical chernozems postagrogenic wood and grass ecosystems]. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu im. V. V. Dokuchayeva, Gruntoznavstvo*, 2, 28–34 (in Ukrainian).
9. Dehtiarov, Yu. V., & Rieznik, S. V. (2020). Elektrofizychni pokaznyky chornozemu typovoho za umov riznykh system zemlerobstva [Electrophysical indicators typical chernozem under different systems of agriculture]. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu im. V. V. Dokuchayeva. Seriya «Gruntoznavstvo, ahrokhimiya, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo, ekolohiya gruntiv»*, 1, 71–78 (in Ukrainian).
10. Dehtiarov, Yu. V., & Chekar, O. Y. (2021). Vykorystannya elektrofizychnykh pokaznykiv pid chas vyroshchuvannya sunytsi na kraplynnomu zroshenni [Use of electrophysical indicators during growing strawberries on drip irrigation]. *Visnyk ahrarnoyi nauky Prychornomor'ya*, 2 (110), 54–62 (in Ukrainian).
11. Dehtiarov, Yu. V., & Pen'kov, O. S. (2021). Elektroprovidnist' vodnykh suspenziy chornozemiv typovykh pid vplyvom krapel'noho zroshennya [Electrical conductivity of aqueous suspensions of typical chernozems under the influence of drip irrigation]. *III Mizhnarodna naukova internet-konferentsiya «Tendentsiyi ta vyklyky suchasnoyi ahrarnoyi nauky: teoriya i praktyka»*, 234–238 (in Ukrainian).
12. Doerge T. (2001). Fitting soil electrical conductivity measurements into the precision farming toolbox. Presented at the 2001 Wisconsin Fertilizer, Agrilime and Pest Management Conference, Madison, WI. 16–18.
13. Gavrilyuk, V. A., & Demchuk, S. M. (2013). Orhano-mineral'ni dobryva–kompleksne vyrishennya vykorystannya syrovynnykh resursiv [Organo-mineral fertilizers are a complex solution for the use of raw resources]. *Ahroekologichnyy zhurnal*, 4, 78–81 (in Ukrainian).
14. Gebbers, R., Lück, E., Dabas, M., & Domsch, H. (2009). Comparison of instruments for geoelectrical soil mapping at the field scale. *Near Surface Geophysics*, 7 (3), 179–190
15. Glovin, N. M. (2017). Vplyv spytovoyi bardy na ahrokhimichni vlastyvoli gruntiv [The influence of alcohol bard on the agrochemical properties of the soil]. *Naukovyy visnyk L'vivs'koho natsional'noho universytetu veterinarnoyi medytsyny ta biotekhnolohiy imeni S.Z Gzhyts'koho*, 74, 192–195 (in Ukrainian).
16. Grisso, R. D., Alley, M. M., Holshouser, D. L., & Thomason, W. E. (2005). Precision farming tools. Soil electrical conductivity. *Virginia Cooperative Extension*, publication, 6.
17. Hamalko, Z. H., Bedernichek, T. YU., Partika, T. V., & Partem, YU. P. (2012). Pytoma elektroprovidnist' vodnykh suspenziy gruntiv yak ekspres-kryteriy gruntovoyi diahnozyky [Specific electrical conductivity of aqueous soil suspensions as an express criterion for soil diagnostics]. *Biologichni systemy, Chernivtsi*, 4, 16–19 (in Ukrainian).

18. Hao X., & Chang C. M. (2003). Does long-term heavy cattle manure application increase salinity of a clay loam soil in semi-arid southern Alberta. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 94 (1), 89–103
19. Hossain, M. S., Rahman, G. M., Solaiman, A. R. M., Alam, M. S., Rahman, M. M., & Mia, M. B. (2020). Estimating electrical conductivity for soil salinity monitoring using various soil-water ratios depending on soil texture. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(5), 635–644 doi: 10.1080/00103624.2020.1729378
20. Khyzhnyak, M. I., & Ts'on', N. I. (2010). Spyrtova barda yak tsinna kormova dobavka y orhanichne dobrovyo u sil'skomu hospodarstvi [Alcohol bard as a valuable feed additive and organic fertilizer in agriculture]. *Rybohospodars'ka nauka Ukrainy*, 2, 122–130 (in Ukrainian).
21. Ko, H., Choo, H., & Ji, K. (2023). Effect of temperature on electrical conductivity of soils – Role of surface conduction. *Engineering Geology*, 321 doi: 10.1016/j.enggeo.2023.107147
22. Lohinova, I. V., & Smyk, S., Yu. (2012). Prohnozuvannya efektyvnosti dobryv pid kukurudzu na zerno za danymy gruntovoyi diahnostryky [Prognostication of fertilizers efficiency based on soil testing in corn field]. *Naukovi dopovidi NUBiP, Kyiv*, 3, 32 URL: https://nd.nubip.edu.ua/2012_3/12liv.pdf (in Ukrainian).
23. Lu, C., Lu, J., Zhang, Y., & Puckett, M. H. (2019). A convenient method to estimate soil hydraulic conductivity using electrical conductivity and soil compaction degree. *Journal of Hydrology*, 575, 211–220 doi: 10.1016/j.jhydrol.2019.05.034
24. Machado, P.L.O.A., Bernardi, A.C.C., Valencia, L.I.O., Molin, J.P., Gimenez, L.M., Silva, C.A., Andrade, A.G.A., Madari, B.E., & Meirelles, M.S.P.M. (2006). Mapeamento da condutividade elétrica e relação com a argila de Latossolo sob plantio direto [Mapping of electrical conductivity and relationship with clay in an Oxisol under no-tillage]. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41, 1023–1031 (in Portuguese).
25. McBride, R. A., Gordon, A. M., & Shrive, S. C. (1990). Estimating forest soil quality from terrain measurements of apparent electrical conductivity. *Soil Science Society of American Journal*, 54 (1), 255–260
26. Sheets, K. R., & Hendrickx, J. M. H. (1995). Noninvasive soil water content measurement using electromagnetic induction. *Water Resources Research*, 30 (10), 2401–2409
27. Skryl'nyk, YE. V., Kutova, A. M., Hetmanenko, V. A., & Tovstyy, Yu. N. (2016). Yakist' mistsevoyi syrovyny riznoho pokhodzhennya ta sposoby yiyi ratsional'nohovykorystannya v sil's'komu hospodarstvi [The quality of local raw materials of various origins and methods of their rational use in agriculture]. *Zemlerobstvo, gruntoznavstvo, ahrokhimiya*, 94 (7), 12–16 (in Ukrainian).
28. Svitovyy, V. M., & Herkiyal, O. M. (2012). Vplyv riznykh system udobrennya v pol'oviy sivozmini na elektroprovodnist' gruntu [The influence of different fertilization systems in field crop rotation on soil electrical conductivity]. *Zbirnyk naukovykh prats' Umans'koho NUS*, 79 (1), 244 (in Ukrainian).

Gavryliuk V. A., PhD (Agricultural Sciences), Senior Research Fellow, Polissya Research Station of the NSC “Institute of Soil Science and Agrochemistry named after O. N. Sokolovsky”, Lutsk, Ukraine

Melymuka R. Ya., PhD student, NSC “Institute of Soil Science and Agrochemistry named after O. N. Sokolovsky”, Kharkiv, Ukraine

Doliuk A. V., PhD student, NSC “Institute of Soil Science and Agrochemistry named after O. N. Sokolovsky”, Kharkiv, Ukraine

Dynamics of changes in electrical conductivity of reclaimed soils of Western Polissya under different types of use

Soil electrical conductivity is a complex and highly variable characteristic. Its value depends on a wide range of factors, such as moisture, density, temperature, fertilization, chemical and mineralogical composition, mechanical properties, soil structure, and especially the nature and properties of the soil solution. Typically, electrical conductivity has been used to diagnose soil salinity, but recently, the use of electrical conductivity values to diagnose other parameters that increase electrical conductivity has become widely used in agrobiological practice.

One of the primary measures that increase the electrical conductivity of the soil cover is the use of drip irrigation, which was used in areas intended for berry cultivation.

The article analyzes the dynamics of seasonal changes in the specific electrical conductivity of the fertile layer under conditions of different agricultural use, tillage, and fertilization of soils. The influence of fertilization and tillage on the soil resistivity was determined.

The research was conducted in two years (2021–2022), directly on land plots of various agricultural uses, using field and laboratory methods. Within the Western Polissya of Ukraine, on the territory of three experimental sites: the village of Polozhevo, the village of Rymachi and the village of Kolky.

On the territory of the experimental site in the village of Polozhevo, Kovel district, Volyn region, the results of laboratory studies showed that the electrical conductivity of the soil of meadow-bog and peat soils in this area increased. In the undisturbed virgin areas with peat soil cover, the electrical conductivity value also increased from 2021 to 2022, for example, in the upper horizon (0–30 cm), the values increased by 30%. In the lower layers, the trend of increasing electrical conductivity is also observed, so in the 30–45 cm layer, the electrical conductivity of the soil cover increased by 215% compared to the previous year, and in the 45–60 cm horizon, an increase of 154% compared to 2021. Further dynamics are shown in Table 2.

On the land plots with sod-podzolic soil type in the village of Rymachi, which are allocated for berry cultivation, the electrical conductivity indicators for the period 2021–2022 decreased in the upper horizon by 28%, slightly increased in the subsoil layer – 42%, and decreased in the layer above 40 cm, namely by 38%.

In virgin undisturbed areas, the value of electrical conductivity in the 0–30 cm layer decreased by 9%, in the 30–40 cm layer by 1.6%, and in the layer above 40 cm, the recorded values decreased by 9% during the year. From the results obtained, it can be concluded that in undisturbed areas where no reclamation measures are taken to increase productivity, no change in the specific electrical conductivity is observed.

On the site of Kolky village for agricultural use in the layer 0–17 cm during the growing season, the value of electrical conductivity decreased by 28%, 17–35 cm deviation by 14%, 35–75 cm – increase by 5%, at a depth of 75–100 cm deviation is 5%. In the areas intended for berry cultivation, the value of electrical conductivity, compared to the beginning of the growing season, decreased significantly at the end of the growing season, which was caused by the use of drip irrigation in this area.

Key words: *specific electrical conductivity of soil, fertilizers, seasonal changes.*

АКТИВНІСТЬ ЦЕЛЮЛОЗОРУЙНІВНИХ БАКТЕРІЙ ЗА РІЗНИХ ОБРОБІТКІВ ҐРУНТУ ТА ПЕРЕДПОСІВНОЇ ІНОКУЛЯЦІЇ КУКУРУДЗИ

Дацько Оксана Миколаївна

аспірантка

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0001-9610-3087

datsko.oksana.nikol@gmail.com

Захарченко Еліна Анатоліївна

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-9291-3389

elionapolis@gmail.com

Активність, на перший погляд не помітних, целюлозоруйнівних бактерій відіграє важливу роль у житті людей. По-перше, ці мікроорганізми є редуцентами, тобто вони розкладають відмерлі рештки рослин. По-друге, під час своєї роботи вони вивільняють у атмосферу двоокис вуглецю, який рослини, у свою чергу, використовують у процесі фотосинтезу. Тому проведення досліджень із активності цієї ґрунтової біоти є дуже актуальними, особливо, коли в наші часи аграрна промисловість намагається будь-якими засобами підвищити продуктивність рослин. Наразі, на ринку з'явилися безліч біодобрив, що містять у своєму складі ефективні мікроорганізми, що мають позитивно впливати на рослину і ґрунт та задовольняти потреби агропромисловців у їх запитах. Чотири методи обробітку ґрунту та обробки насіння кукурудзи біодобривами (в рідинному та порошкоподібному стані) вивчалися в умовах чорнозему типового, м. Суми, Україна. Серед методів, що використовувались в досліді: польовий (гравіметричний й аплікаційний) та статистичний. За результатами трірічного досліді було встановлено, що вологість ґрунту перед сівбою культури майже не відрізнялась за обробітками, окрім, полицевого на глибину 25–28 см (оранка), де починаючи з глибини 50 до 100 см та на необоротному (дискування на глибину 5–8 см) на глибину від 30 до 70 см показники були вищими. Вологість ґрунту після збирання була дещо нижчою на оранці та дискуванні на глибину 5–8 см на глибині 0–30 см, водночас на інших безполіцевих обробітках вологість ґрунту була вищою. При закладанні досліді із лляним полотном за використання всіх обробіток ґрунту у шарі 0–10 см вологість була меншою, ніж у більш глибоких горизонтах. Дослідженнями активності ґрунтової біоти за використання інокулянтів та різних видів обробітку ґрунту було встановлено, що інокулянти не мали впливу на досліджувані показники. Водночас, обробіток ґрунту суттєво вплинув на розкладання полотна. Так, серед досліджуваних варіантів, найменший вплив на активність біоти виявлений при дискуванні на глибину 15–18 см на глибині 0–10 та 10–20 см. Однак, на глибині 20–30 см найнижчі показники були зафіксовані на оранці на глибину 25–28 см. Інші варіанти були приблизно на однаковому рівні. Варто додати, що було виявлено позитивну кореляцію між вологістю ґрунту та активністю целюлозоруйнівних бактерій в шарі ґрунту 0–30 см.

Ключові слова: вологість ґрунту, обробка насіння, обробіток ґрунту, урожайність, добрива, біологічна активність, інокулянти, чорнозем, родючість, ризосфера.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.4>

Вступ. У XXI столітті європейські вчені сконцентрували свою увагу на зменшенні викидів парникових газів в атмосферу. До парникових газів відносять CO₂, CH₄, пари H₂O та інші (Kumar et al., 2022). Саме такі продукти життєдіяльності виділяють в атмосферу целюлозоруйнівні бактерії внаслідок розкладання рослинних решток, після чого рослини поглинають цей вуглекислий газ для забезпечення проходження процесу фотосинтезу.

Важливість целюлозоруйнівних бактерій в орному шарі ґрунту важко переоцінити. Клітини рослин складаються із целюлози і лише завдяки цим мікроорганізмам-редуцентам, що можуть мешкати як в аеробних, так і в анаеробних умовах, відбувається розкладання рослинних решток. Чому важливо те, що серед представників цієї групи є мікроорганізми, що здатні виконувати свої функції у різних середовищах? Та тому, що при використанні полицевих обробіток ґрунту рослинні рештки накопичувались би на глибині 20–30 см, тобто

на глибину оранки. Оскільки, у шарі ґрунту на глибині від 15 см кисню немає (Kotenko et al., 2017), розкладання рослинних клітин виконують саме анаеробні організми й тому при плануванні основного обробітку ґрунту варто враховувати цей факт.

Дослідженнями впливу основного обробітку ґрунту на ґрунтові мікроорганізми, зокрема, і целюлозоруйнівні, займались доволі багато вчених (Yang et al., 2021; Malgioglio et al., 2022; Kovalenko, 2022; Mishchenko et al., 2022). Позитивний вплив інокуляції на ґрунт і самі рослини кукурудзи згадується у роботах Datsko, 2021; Chamizo et al. 2020; Ju et al., 2019, Butenko et al., 2022. Водночас, досліджень сумісного впливу інокуляції та обробітку ґрунту не так багато (Zakharchenko et al., 2021; Zakharchenko et al., 2023). Достатньо досліджень, що вивчають саме вплив добрив на мікробіоту ґрунту при вирощуванні різних культур (Zhatova & Trotsenko, 2018; Kovalchuk & Kolesnyk, 2016). Багато дослідників вивчали

особливості мікроорганізмів ризосфери різних культур при взаємодії з біотичними та абіотичними чинниками (Zhatova et al., 2019; Parfenyuk et al., 2022; Naydyonova, 2019). Рельєф і рослинність є значущими факторами, що впливають на біологічну активність ґрунту (Dindaroglu et al., 2020; Mishchenko et al., 2019).

До того ж, важливими факторами, що впливають на мікроорганізми, безсумнівно, є вологість ґрунту (Bogowik & Wyszowska, 2016 a; Sharma & Gobi, 2016; Furtak & Gałazka, 2019; Masyk, et al., 2021) і його температура (Bogowik & Wyszowska, 2016 b). Обробіток ґрунту безпосередньо впливає на розподіл вологи в профілі ґрунту, біологічну активність ґрунту, фізичні параметри ґрунту, забур'яненість посівів (Bala & Zakharchenko, 2020).

Дослідження ризосфери кукурудзи важливе, оскільки, саме мікроорганізми є лакмусовим папірцем стану ґрунту (Telichko, et al., 2020). Це доводять результати, що були отримані Тараненко С.В. (Tarapenko, 2015). За вирощування кукурудзи при використанні хімічних добрив та no-till кількість ґрунтової мікрофлори значно знизилась порівняно з плоскорізним обробітком ґрунту та органічними добривами.

Але треба відмітити, що стан ризосфери, параметри родючості ґрунту, урожайність гібридів за різних обробітків ґрунту, системи удобрення, інокуляції, буде впливати в підсумку на урожайність культури (Нгуґоріт et al., 2020; Kharchenko et al., 2019; Kharchenko et al., 2021a).

Тому, метою цього дослідження було встановити вплив обробітку ґрунту і передпосівної інокуляції насіння на активність целюлозоруйнівних бактерій в шарі ґрунту 0–30 см та встановити наявність кореляції між вологістю ґрунту та розкладанням пляного полотна.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводились на дослідному полі Сумського національного аграрного університету із 2020 по 2022 роки. Ґрунтом, на якому проводилось вивчення активності целюлозоруйнівних бактерій, є чорнозем типовий малогумусний легкосуглинковий на лесі. Загальна площа дослідних ділянок – 1726,4 м², повторність триразова. Попередником досліджуваної культури щороку була озима пшениця. Мінеральні добрива не вносилися в досліді, так як вирощування кукурудзи здійснюється за органічною технологією, використовуються сидерати (гречка). Пестициди також не використовуються у досліді, міжрядний обробіток проводився культиватором тричі після сівби.

Кліматичні умови за 3 роки досліджень відображені на рис. 1.

Дослід двофакторний. Фактор А – передпосівна інокуляція LEANUM (L) чи VITAMIN O7 (V), або ж контроль без обробки (К). Фактор Б – основний обробіток ґрунту восени: оборотний (О 25–28) – оранка на глибину 25–28 см (контроль); необоротний – плоскоріз на глибину 25–28 см (НО 25–28); дискування на глибину 15–18 см (НО 15–18); дискування на глибину 5–8 см (НО 5–8).

LEANUM – ґрунтовий пробіотик у рідкій формі, що містить у своєму складі ефективні мікроорганізми роду Azotobacter, Rhizobium, Bacillus, Pseudomonas та інші. Крім них, до складу інокулянту входять амінокислоти,

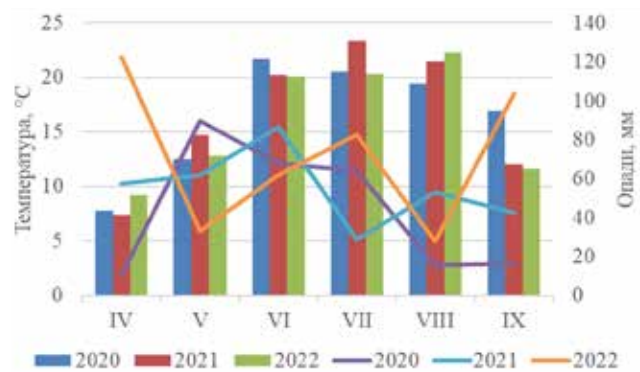


Рис. 1. Кліматичні умови вегетаційного періоду кукурудзи протягом 2020–2022 рр., де стовпчики позначають температуру, а лінії – опади

ферменти, вітаміни та органічні NPK та мікроелементи, фульвати й гумати. Склад VITAMIN O7 подібний, однак він має порошкоподібну форму. Обробка інокулянтами проводилась за три години до сівби у такій нормі: LEANUM 2 л/т, а для VITAMIN O7 50 г на посівну одиницю.

Визначення вологості ґрунту проводилось гравіметричним методом у шарі ґрунту 0–100 см. Активність целюлозоруйнівних бактерій визначали у орному шарі ґрунту 0–30 см, методом «аплікації». Для цього пляну тканину розміром 5*7 см накривали дещо більшим пластиком, після чого закладали по три дослідних зразка на глибини 0–10, 10–20 та 20–30 см у трьохкратній повторності для кожного варіанту (рис. 2). Ступінь активності целюлозоруйнівних бактерій визначали через 60 днів після початку експерименту.

Статистичний аналіз проводили у програмі Statistica 10.0 (StatSoft Inc., Tulsa, USA).

Результати. Результати багатofакторного дисперсійного аналізу вказують на те, що за три роки дослі-



Рис. 2. Вигляд «аплікації» на одному із варіантів досліді

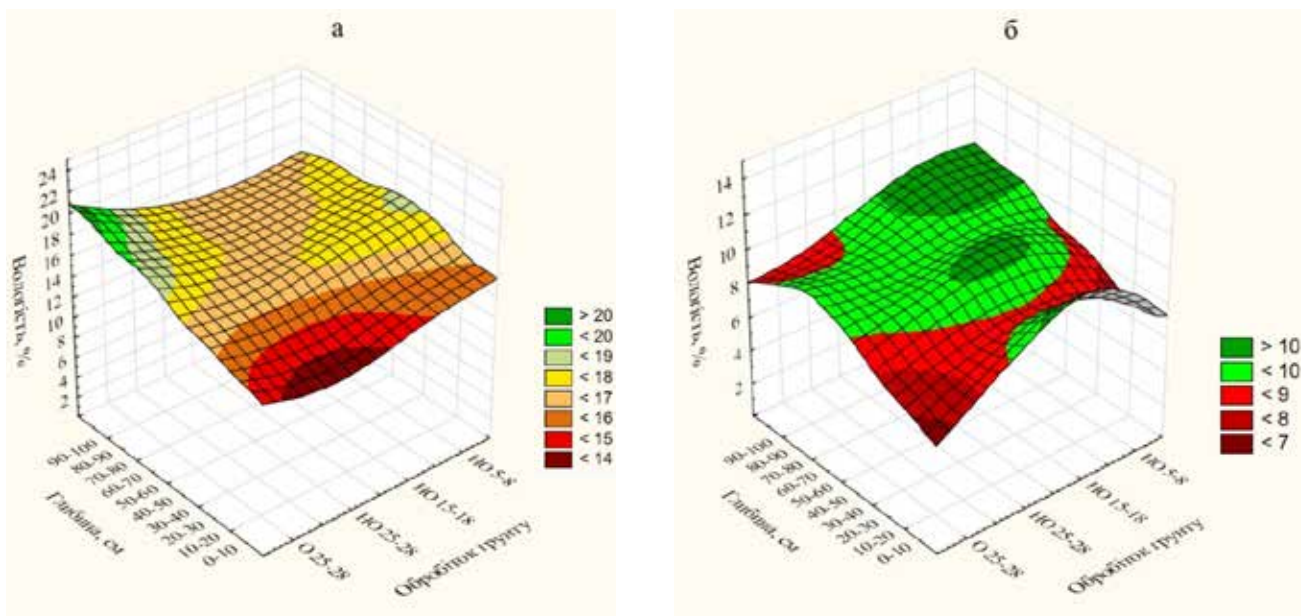


Рис. 3. Вологість ґрунту на глибині від 0 до 100 см за різних обробітків ґрунту, де а – вологість ґрунту на час сівби; б – вологість на час збирання культури

джені, обробіток ґрунту і глибина, на якій було відібрано зразки для визначення вмісту вологи, мали суттєве значення ($p < 0,05$) як на час сівби, так і на час збирання врожаю (рис. 3).

При цьому, в середньому по горизонтах в 0–100 см за три роки ($n=90$) вологість перед сівою культури на обробітку О 25–28 була на рівні $16,8 \pm 0,3\%$ ($\bar{x} \pm SD$), для обробітку НО 25–28 вологість була на рівні $15 \pm 0,2\%$ за

обробітку НО 15–18 вологість складала $16,8 \pm 0,4\%$, а при НО 5–8 – $16,9 \pm 0,3\%$.

Однак, вологість ґрунту після збирання була суттєво меншою, так, на обробітку О 25–28 вологість горизонту 0–100 см складала $8,9 \pm 0,2\%$, для НО 25–28 показник був на рівні $8,8 \pm 0,2\%$, вологість горизонту для НО 15–18 була $10,2 \pm 0,4\%$, а для НО 5–8 – $9,0 \pm 0,2\%$ (табл. 1). Варто зазначити, що результатами аналізу MANOVA, обробіток

Таблиця 1

Вологість ґрунту у 2020–2022 рр. за видами обробітків ($n=9$), $\bar{x} \pm SD$

Обробіток	Глибина, см	Вологість на час сівби, %	Вологість на час збирання, %
1	2	3	4
О 25-28	0-10	$14,8 \pm 1,7$	$7,3 \pm 0,85$
	10-20	$14,2 \pm 1,6$	$8,4 \pm 1,0$
	20-30	$16,0 \pm 0,5$	$7,3 \pm 0,4$
	30-40	$16,2 \pm 1,0$	$9,0 \pm 0,6$
	40-50	$16,0 \pm 1,2$	$9,2 \pm 0,7$
	50-60	$17,5 \pm 0,5$	$9,8 \pm 0,7$
	60-70	$18,6 \pm 1,0$	$9,0 \pm 0,9$
	70-80	$18,0 \pm 0,7$	$10,4 \pm 1,0$
	80-90	$17,9 \pm 1,0$	$9,2 \pm 0,7$
НО 25-28	0-10	$12,7 \pm 0,9$	$8,3 \pm 0,6$
	10-20	$13,9 \pm 1,0$	$8,5 \pm 0,7$
	20-30	$14,7 \pm 0,9$	$7,5 \pm 0,8$
	30-40	$16,2 \pm 0,4$	$10,6 \pm 1,2$
	40-50	$16,3 \pm 1,1$	$9,4 \pm 0,6$
	50-60	$15,1 \pm 1,2$	$9,1 \pm 0,6$
	60-70	$16,5 \pm 0,4$	$7,4 \pm 1,0$
	70-80	$17,5 \pm 0,3$	$9,3 \pm 0,6$
	80-90	$16,2 \pm 0,4$	$9,3 \pm 0,9$
90-100	$16,8 \pm 0,8$	$8,2 \pm 0,7$	

1	2	3	4
НО 15-18	0-10	16,1±1,5	12,1±2,9
	10-20	15,6±1,2	7,6±0,7
	20-30	14,5±1,2	7,9±0,8
	30-40	17,6±0,4	11,0±0,9
	40-50	20,0±2,6	10,7±1,5
	50-60	16,5±0,8	12,2±1,3
	60-70	16,8±0,9	9,2±0,7
	70-80	17,1±1,4	9,9±0,8
	80-90	16,9±0,6	9,9±1,1
	90-100	16,7±1,0	11,5±1,1
НО 5-8	0-10	15,7±1,1	7,9±0,5
	10-20	15,0±0,9	7,7±1,0
	20-30	16,6±0,8	7,4±0,6
	30-40	18,2±0,5	9,1±0,5
	40-50	17,4±0,8	9,3±0,9
	50-60	18,2±1,3	9,3±0,6
	60-70	17,4±1,2	8,6±0,6
	70-80	16,0±0,4	9,7±0,8
	80-90	17,5±0,9	10,7±0,9
	90-100	17,0±0,8	9,9±0,7
р < 0,05			

Примітка: \bar{x} – середнє значення, SD – стандартна помилка, p – значущість отриманих результатів відповідно до MANOVA

та глибина, на якій аналізувалась вологість ґрунту, мали суттєве значення ($p < 0,05$).

Водночас, дані вологості ґрунту, при закладанні дослідів були відібрані лише у шарах 0–10... 20–30 см (табл. 2), полотно закладалося в першій декаді червня.

Вплив мікроорганізмів на розкладення лляних тканин за три роки відображено на рис. 4. Так, на обробітку НО 15–18 найбільша активність целюлозоруйнівних бактерій на контрольному варіанті відмічається на глибині 20–30 см, тоді як на варіанті V найвищий показник спостерігався на глибині 0–10 см, а на L також на глибині 10–20 та 20–30 см. На обробітку НО 25–28 на

варіанті L найвища активність мікроорганізмів була відмічена на глибині 10–20 см, а на V знову ж таки на глибині 0–10 см, як і для обробітку НО 15–18. На цьому ж варіанті обробітку ґрунту, як на контрольному варіанті, так і за інокуляції L, найбільша активність ґрунтової біоти була на глибині 10–20 см. На О 25–28 найвищі показники контрольного варіанту були зафіксовані на глибині 0–10 см, водночас, на варіанті V найбільша активність була також на глибині 0–10 см, тоді як на варіанті L – на глибині 10–20 см. На варіанті обробітку ґрунту НО 5–8 і інокуляції L найвища активність ґрунтової мікробіоти зафіксована на глибині 0–10 см, а для V – на глибині

Таблиця 2

Вологість ґрунту при закладанні дослідів у 2020–2022 рр., $\bar{x} \pm SD$

Обробіток	Глибина, см	Вологість ґрунту, %
О 25-28	0-10	7,0±0,8
	10-20	10,4±0,6
	20-30	11,1±0,9
НО 25-28	0-10	7,9±0,7
	10-20	10,4±0,6
	20-30	11,8±0,7
НО 15-18	0-10	6,8±0,8
	10-20	10,9±0,6
	20-30	11,7±0,6
НО 5-8	0-10	4,8±0,7
	10-20	10,3±0,6
	20-30	11,2±0,8
р < 0,05		

Примітка: \bar{x} – середнє значення, SD – стандартна помилка, p – значущість отриманих результатів відповідно до MANOVA

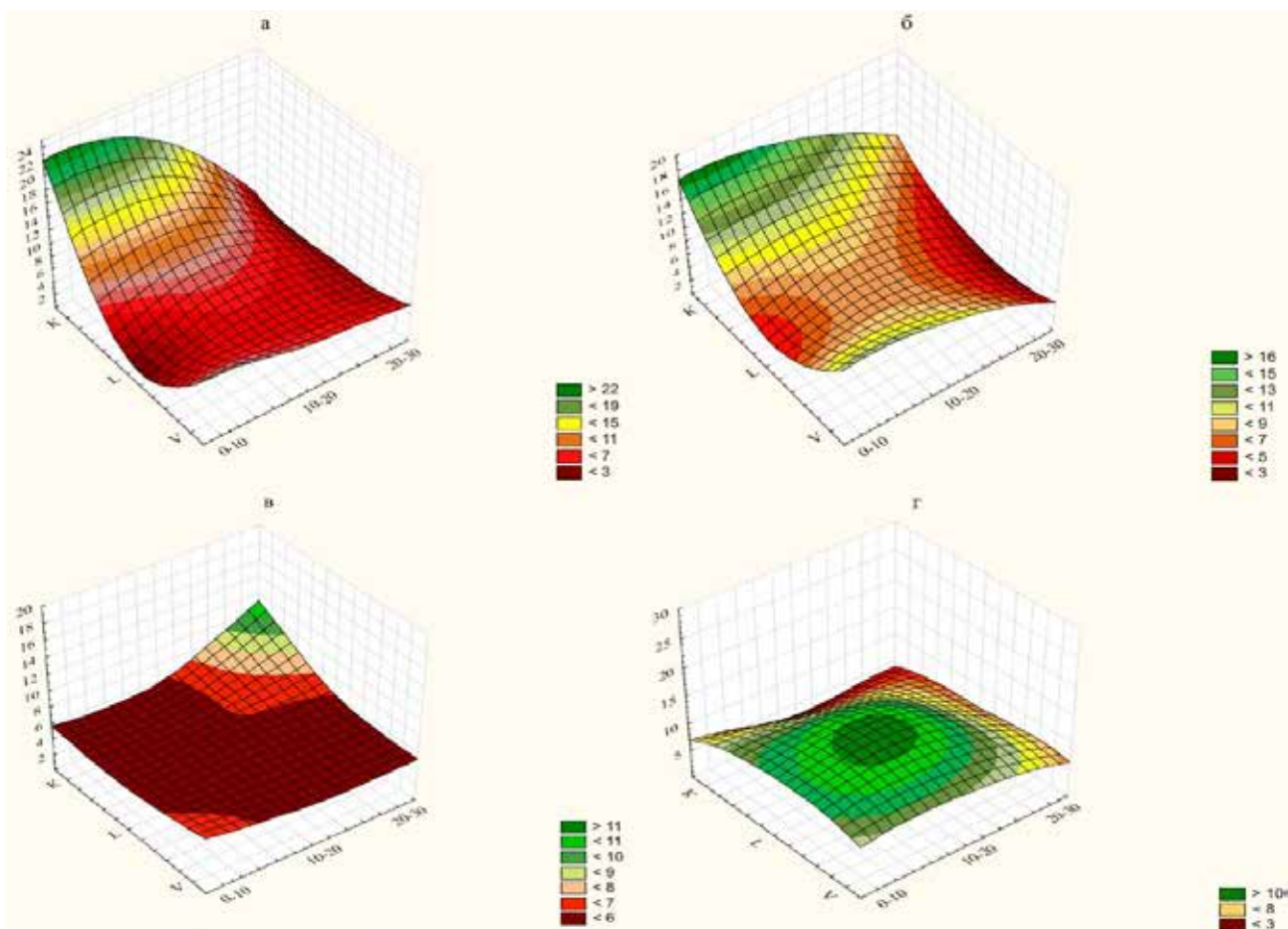


Рис. 4. Активність целюлозоруйнівних бактерій залежно від глибини закладання аплікації та передпосівної інокуляції насіння за варіантами обробітку ґрунту, де а – НО 15–18; б – НО 25–28; в – О 25–28; г – НО 5–8; по осі x – глибина закладання лляної тканини; по осі y – варіанти інокуляції; по осі z – відсоток втрат лляної тканини

10–20 см, тоді як на контролі найвищі показники були відмічені знову ж таки на глибині 0–10 см.

Однак, дані, що були отримані протягом трирічних досліджень вказують на те, що суттєвої активності целюлозоруйнівних бактерій завдяки інокуляції насіння не відбувалося (табл. 3). Так, найвищі показники на варіантах обробітку ґрунту О 25–28 та НО 25–28 були зафіксовані на контрольному варіанті, тобто без використання інокулянтів, проте, на варіанті НО 5–8 найбільша активність фіксувалась на варіанті інокуляції V. Водночас, на варіанті НО 15–18 не було суттєвого перевищення середніх показників активності ґрунтової біоти, окрім, як на контрольному варіанті на глибині 20–30 см. Варто зазначити, що відповідно до багатофакторного дисперсійного аналізу суттєвий вплив на активність целюлозоруйнівних бактерій виявили обробіток ґрунту і глибина закладання лляної тканини протягом експерименту, інокуляція впливу не мала.

Важливо додати, що обробіток НО 15–18 мав суттєво нижчу ($p < 0,05$) активність целюлозоруйнівних бактерій на глибині 0–10 та 10–20 см, однак, на глибині 20–30 см найнижчі показники були відмічені на обробітку О 25–28, проте не мали достовірної значущості ($p > 0,05$).

Для отриманих результатів волості ґрунту і відсотку втрат лляної тканини, що символізують активність целюлозоруйнівних бактерій, було проведено кореляційний аналіз для вологості ґрунту при закладанні дослідів та збору врожаю на глибині 0–10 ... 20–30 см та відсотку розкладання лляного полотна. Отримані дані свідчать про те, що кореляція між ґрунтовою вологою та активністю целюлозоруйнівних бактерій існує.

Обговорення. Отримані дані свідчать про те, що інокуляція не мала позитивного ефекту на целюлозоруйнівну активність ґрунту, однак, значний вплив на неї виявляє обробіток ґрунту. Можливо, такі результати з інокуляції були отримані через несприятливі кліматичні умови для мікроорганізмів, що знаходяться у досліджуваних біопрепаратах. Так, наприклад, середньомісячна температура квітня за три роки досліджень не перевищувала 10°C , а у 2020 році на час сівби культури було надзвичайно мало опадів.

Водночас, осінній основний обробіток ґрунту мав значний ефект на активність ґрунтової біоти. Так, на глибині 0–10 та 10–20 см дані з розкладання тканини на всіх варіантах обробітку, крім НО 15–18, були на відносно однаковому рівні, в той час як вищезгаданий обро-

Втрати лляної тканини залежно від обробітку ґрунту (в середньому за 2020–2022 рр.), $x \pm SD$ %

Варіант обробітку ґрунту	Варіант інокуляції	0–10	10–20	20–30	Критерій Дункана*
О 25-28	К	17,7 \pm 4,01	15,83 \pm 3,33	6,10 \pm 0,61	8,61
	L	3,24 \pm 0,73	3,68 \pm 0,75	5,14 \pm 0,57	2,09
	V	7,24 \pm 1,59	6,48 \pm 1,67	4,59 \pm 0,75	3,55
НО 25-28	К	12,01 \pm 3,26	13,21 \pm 2,62	7,80 \pm 1,56	7,32
	L	5,31 \pm 1,49	8,17 \pm 1,71	7,14 \pm 1,04	4,13
	V	6,72 \pm 2,75	9,78 \pm 3,21	6,92 \pm 1,25	7,17
НО 15-18	К	4,18 \pm 0,69	4,06 \pm 0,71	9,77 \pm 1,88	3,49
	L	4,56 \pm 0,80	5,38 \pm 1,02	5,63 \pm 0,53	2,30
	V	6,18 \pm 1,07	5,50 \pm 0,84	5,37 \pm 0,74	2,57
НО 5-8	К	6,06 \pm 1,34	5,08 \pm 0,66	5,08 \pm 1,13	3,08
	L	11,09 \pm 2,18	8,65 \pm 1,61	7,24 \pm 1,07	4,79
	V	10,68 \pm 2,64	13,12 \pm 2,13	11,97 \pm 2,44	6,86
Критерій Дункана*		3,61	2,97	2,03	
		$p_{\text{глибина}} = 0,018$	$p_{\text{обробіток ґрунту}} = 0,041$	$p_{\text{інокуляція}} = 0,30$	

Примітка: x – середнє значення; SD – стандартна помилка; p – значущість отриманих результатів відповідно до ANOVA; * – для критерію Дункана вказані результати кроку 1

біток мав суттєво нижчі показники. Однак, на глибині 20–30 найнижчі показники були помічені на обробітках О 25–28 та НО 25–28, тоді як більш мілкі обробітки мали не суттєві, проте вищі значення.

Однак, дослідження інших авторів мали дещо інші результати. Так, дослідженнями Hanhur & Sakhatska (2019), що проводили дослідження на чорноземі типовому малогумусному важкосуглинковому було встановлено, що полицевий обробіток ґрунту (оранка на глибину 20–22 см) у шарі 20–30 см мали найбільші показники активності ґрунтової біоти, водночас, на глибині 10–20 см показники цього ж обробітку порівняно із іншими варіантами (плоскорізний на глибину 14–16 см та мілкий обробіток за допомогою АКШ-5,6 на глибину 12–4 см) були найнижчими. Водночас, інтенсивність розкладання тканини за оранки були вищою порівняно з іншими варіантами. Однак, дослідженнями, що проводили на чорноземі південному малогумусному середньосуглинковому при порівнянні технології No-till із оранкою на глибину 20–22 см, було встановлено, що за використання саме нульового обробітку активність біоти у товщі ґрунту 0–30 см була вища порівняно із контролем (Manushkina, et al., 2020). А дослідження впливу біодобрив на активність целюлозоруйнівних бактерій в умовах дерново-слабопідзолистого ґрунту (Kovalchuk & Kolesnyk, 2016) без врахування впливу обробітку ґрунту показали, що серед всіх варіантів найбільш дієвим засобом виявилась не інокуляція насіння, а саме інокуляція ґрунту біопрепаратом АГАТ-25. Інші дослідники при вивченні впливу добрив (мінеральних та органічних) на мікробіологічну активність ясно-сірого опідзоленого глеюватого ґрунту і застосуванням безполицевого основного обробітку ґрунту виявили, що найвищий відсоток розкладання лляної тканини був саме на ділянках із органічним удобренням (гній 50 т/га), водночас, контроль показав найнижчі

результати (Matviichuk & Matviichuk, 2018). У досліді, що проводили на чорноземі типовому важкосуглинковому на лесовидному суглинку целюлозоруйнівна активність ґрунту знижувалась разом із глибиною, також було знайдено пряму кореляцію між активністю біоти та вологістю ґрунту (Kazyuta, 2015). Однак, важливим є не лише обробіток ґрунту і добрива, що застосовуються, а й наявність рослинних решток у орному шарі (Gerpenko, 2013). Так, наприклад, у дослідженні Tokmakova, et al., 2020 навмисне вносили у ґрунт залишки рослинних решток кукурудзи у нормі 8 т/га, що оброблена суспензіями із вмістом бактерій *Bacillus*, *Microbacterium* та *Pseudomonas* й було встановлено, що такий прийом дозволив збільшити целюлозоруйнівну активність ґрунту.

Подібні результати щодо впливу основного обробітку ґрунту на вологість чорнозему типового отримано Petrenko (2020), Kharchenko et al. (2021b). В попередньому нашому літературному огляді достатньо розгорнуто вплив саме осіннього обробітку на ряд показників родючості та врожайність кукурудзи (Datsko & Zakharchenko, 2022).

Висновки. Вологість ґрунту перед сівбою культури за три роки майже не відрізнялась за обробітками. Дещо вище вона була на О 25–28 з глибини 50 до 100 см та на НО 5–8 від 30 до 70 см. Вологість ґрунту після збирання була дещо нижчою на обробітках О 25–28 та НО 5–8 на глибині 0–30 см, водночас на інших безполицевих обробітках вологість ґрунту була вищою. При закладанні дослідів із лляною тканиною за використання всіх обробіток ґрунту у шарі 0–10 см вологість ґрунту була меншою, ніж у більш глибоких горизонтах.

Трирічними дослідженнями активності ґрунтової біоти за використання інокулянтів та різних видів обробітку ґрунту було встановлено, що інокулянти не мали впливу на досліджувані показники. Водночас, обробіток ґрунту суттєво вплинув на розкладання тканини. Так,

серед досліджуваних варіантів, найменший вплив на активність біоти був на обробітку НО 15–18 на глибині 0–10 та 10–20 см. Однак, на глибині 20–30 см найнижчі показники були зафіксовані на обробітку О 25–28. Інші

варіанти були приблизно на однаковому рівні. Варто додати, що було виявлено позитивну кореляцію між вологістю ґрунту та активністю целюлозоруйнівних бактерій в шарі ґрунту 0–30 см.

Бібліографічні посилання:

1. Bala, M. I. & Zakharchenko, E. A. (2022). Which ways of soil tillage are the best for crops? *Science of XXI century: development, main theories and achievements*, 1, 80–82. doi: 10.36074/scientia-24.06.2022
2. Borowik, A. & Wyszowska, J. (2016a). Soil moisture as a factor affecting the microbiological and biochemical activity of soil. *Plant, Soil and Environment*, 62(6), 250–255. doi: 10.17221/158/2016-PSE
3. Borowik, A. & Wyszowska, J. (2016b). Impact of temperature on the biological properties of soil. *International agrophysics*, 30(1), 1–8. doi: 10.1515/intag-2015-0070
4. Butenko, A. O., Hunin, S. I., Omelchenko, O. P., Filonenko, A. A., & Pidluzhnyi, T. E. (2022). Realizatsiia produktyvnoho potentsialu kukurudzy na zerno za rakhunok optymizatsii systemy udobrennia. [Realization of the productive potential of corn for grain due to optimization of the fertilization system]. The 12th International scientific and practical conference “Current challenges, trends and transformations, (13–16 December 2022), 20–24. <https://doi.org/10.46299/isg.2022.2.12>
5. Chamizo, S., Adessi, A., Certini, G., & De Philippis, R. (2020). Cyanobacteria inoculation as a potential tool for stabilization of burned soils. *Restoration Ecology*, 28, 106–114. doi: 10.1111/rec.13092
6. Datsko, O. M. (2021). Roslynni probiotyky: vplyv na roslyny v umovakh stressu. [Plant probiotics: effect on crops under stress]. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 43(1), 10–18. doi: 10.32845/agrobio.2021.1.2
7. Datsko, O. M. & Zakharchenko, E. A. (2022). The characteristics of tillage methods under maize cultivation. *Agrarian innovations*, 13, 46–52. doi: 10.32848/agrar.innov.2022.13.7
8. Dindaroglu, T., Tunguz, V., Babur, E., Alkharabsheh, H.M., Seleiman, M.F., Roy, R., & Zakharchenko, E. (2022). The use of remote sensing to characterise geomorphometry and soil properties at watershed scale. *International Journal of Global Warming*, 27(4), 402–421. doi: 10.1504/IJGW.2022.10049112
9. Furtak, K. & Gałazka, A. (2019). Edaphic factors and their influence on the microbiological biodiversity of the soil environment. *Postępy Mikrobiologii-Advancements of Microbiology*, 58(4), 375–384. doi: 10.21307/PM-2019.58.4.375
10. Gepenko, O. V. (2013). Tseliulozolytychna aktyvnist ґрунту v riznykh korotkorotatsiynnykh sivozminakh [Cellulosolytic activity of soil in different korotkorotatsiynnykh crop rotations]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya “Soil science, agrochemistry, farming, forestry, ecology of soil”*, 1, 176–180. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/12322/1/vkhnau_grunt_2013_1_40.pdf
11. Hanhur, V., & Sakhatska, V. (2019). Mikrobiolohichna aktyvnist ґрунту za riznykh sposobiv obrobittu. [Soil microbiological activity under different tillage methods]. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 13–19. doi: 10.31210/visnyk2019.04.01
12. Hryhoriv, Ya. Ya., Butenko, A. O., Davydenko, G. A., Radchenko, M. V., Tykhonova, O. M., Kriuchko, L. V. & Hlupak, Z. I. (2020). Productivity of sugar maize of hybrid Moreland F1 depending on technological factors of growing. *Ukr J Ecol*, 10, 268–272. doi: 10.15421/2021_84
13. Ju, W., Liu, L., Fang, L., Cui, Y., Duan, C. & Wu, H. (2019). Impact of co-inoculation with plant-growth-promoting rhizobacteria and rhizobium on the biochemical responses of alfalfa-soil system in copper contaminated soil. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 167, 218–226. doi: 10.1016/j.ecoenv.2018.10.016
14. Kazyuta, A. A. (2015). Tseliulozoruiivna aktyvnist chornozemu typovoho [Activity of typical chernozem on the destruction of cellulose]. *Bulletin of Kharkiv National Agrarian University, Seriya “Soil science, agrochemistry, farming, forestry, ecology of soil”*, 2, 159–169.
15. Kharchenko, O., Zakharchenko, E., Kovalenko, I., Prasol, V., Pshychenko, O. & Mishchenko, Y. (2019). On problem of establishing the intensity level of crop variety and its yield value subject to the environmental conditions and constraints. *AgroLife Scientific Journal*, 8(1), 113–119.
16. Kharchenko O. V., Petrenko, S. V., Sobko, M. G., Medvid, S. I. & Zakharchenko, E. A. (2021a). Nutrients use efficiency by modern hybrids of maize under arid conditions of the Forest-Steppe. *Agrochemistry and Soil Science*, 91, 49–58. doi: 10.31073/acss91-06
17. Kharchenko, O., Petrenko, S., Sobko, M., Medvid, S., Zakharchenko, E. & Pshychenko, O. (2021b). Models of quantitative estimation of sowing density effect on maize yield and its dependence on weather conditions. *Scientific papers. Series A. Agronomy*, LXIV (2), 224–231.
18. Kovalchuk, N. S. & Kolesnyk, T. M. (2016). Zminy tseliulozolytychnoi aktyvnosti dernovo-slabopodzolistoho hruntu pid vplyvom mikrobiolohichnykh preparativ [Changes of sod-podzolic soils cellulolytic activity under the microbiological preparation influence]. *Bulletin National University of Water and Environmental Engineering*, 1(73), 30–38.
19. Kovalenko, O. (2022). Vplyv biodestruktora sterni ekosystem na mikrobiolohichni pokaznyky hruntu za riznoho obrobittu [The influence of ecosystem stubble biodestructor on soil microbiological parameters under different tillage]. *Grail of Science* (20), 72–75. doi: 10.36074/grail-of-science.30.09.2022.011
20. Kotenko, S. S. (2017). Obgruntuvannia dotsilnosti vykorystannia inokuliacii ґрунту mikroorhanizmamy v orhanichnomu zemlerobstvi [Justification of the feasibility of using soil inoculation with microorganisms in organic farming]. *Materialy III Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii «Ovochivnytstvo i bashtannytstvo: istorychni aspekty, suchasnyi stan, problemy i perspektyvy rozvytku, 13–14 March 2017*, 1, 144–156.

21. Kumar, A. S. (2022). Impact of COVID-19 on greenhouse gases emissions: A critical review. *Science of the total environment* 806(1), 150349. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150349>
22. Malgioglio, G., Rizzo, G., Nigro, S., Lefebvre du Prey, V., Herforth-Rahmé, J., Catara, V., & Branca, F. (2022). Plant-Microbe interaction in sustainable agriculture: the factors that may influence the efficacy of PGPM application. *Sustainability*, 14(4), 2253. doi: 10.3390/su14042253
23. Manushkina, T., Drobotko, A., Kachanova, T., Heraschenko, O. (2020). Ecological features of No-till technology in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine, *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, (4), 47–53. doi: 10.31521/2313-092X/2020-4(108)
24. Masyk, I., Karabut, A., Nedielnitsyna, D., Pylypenko, Yu., & Ustymenko, V. (2021). Volohist hruntu v zalezhnosti vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya vivsa v umovakh livoberezhnoho lisostepu Ukrainy [Soil moisture depending on the elements of oat cultivation technology in the conditions of the left-bank forest-steppe of Ukraine]. *Ricerche scientifiche e metodi della loro realizzazione: esperienza mondiale e realta domestiche*, 1, 100–102. doi: 10.36074/logos-12.11.2021.v1.26
25. Matviichuk, B. V. & Matviichuk, N. G. (2018). Biologichna aktyvnist yasno-siroho lisovoho hruntu [Biological activity of clear gray forest soil for different potato fertilizer systems]. *Zemlerobstvo*, 1(94), 15–20.
26. Mishchenko, Y., Kovalenko, I., Butenko, A., Danko, Y., Trotsenko, V., Masyk, I., Radchenko, M., Hlupak, Z., Stavtyskyi, A. (2022). Microbiological activity of soil under the influence of post-Harvest siderates. *Journal of Ecological Engineering*, 23(4), 122–127. doi: 10.12911/22998993/146612
27. Mishchenko, Y. G., Zakharchenko, E. A., Berdin, S.I. et.al. (2019). Herbological monitoring of efficiency of tillage practice and green manure in potato agrocenosis. *Ukrainian journal of ecology*, 9(1), 210–219.
28. Naydyonova, O. E. (2019). Poiednane zastosuvannya biopreparativ udobriuvainoi ta zakhysnoi dii v orhanichnomu zemlerobstvi [Combined use of biopreparations with fertilizing and protective action in organic farming]. *Biologically active preparations for plant growing. Scientific background – recommendations – practical results: Materials of the XV International Scientific and Practical Conference. Kyiv, 25–29 June 2019 / eds M.V. Patyka et. al.*, 134.
29. Parfenyuk, A., Kosovska, N., Borodai, V., Turovnik, Yu. (2022). Korenevi ekzometabolity, yak ekolohichni chynnyk u vzaiemodii kulturnykh roslyn z gruntovymy mikroorhanizmy [Root exometabolites as an ecological factor in the interaction between cultivated plants and soil microorganisms]. *Agroecological journal*, 3, 62–74. doi: 10.33730/2077-4893.3.2022.266410
30. Petrenko, S. V. (2020). Soil water regime in the fields of corn fields under different tillage practices. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*, 3(41), 23–32. doi: 10.32845/agrobio.2020.3.3
31. Sharma, S., & Gobi, T. A. (2016). Impact of drought on soil and microbial diversity in different agroecosystems of the semiarid zones. In: K. Hakeem, M. Akhtar, & S. Abdullah (eds), *Plant, Soil and Microbes*, 149–162. Cham: Springer. doi: 10.1007/978-3-319-27455-3_8
32. Taranenko, S. V. (2015). Vplyv riznykh tekhnolohii vyroshchuvannya kukurudzy na gruntovi mikroorhanizmy [Influence of different corn growing technologies on soil microorganism]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu biore-sursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy*, 4. URL: https://nd.nubip.edu.ua/2015_4/16.pdf
33. Telichko, L.P. (2020). Analiz ryzosferneho mikrobiomu tsukrovoi kukurudzy za vplyvu khimichnykh i biologichnykh protruinykiv [Analysis of rhizosphere microbiome of sugar maize under the influence of chemical and biological seeds treatment pesticides]. *Scientific reports of NULES of Ukraine, Series «Biology, biotechnology, ecology»*. 4(86). doi: 10.31548/dopovidi2020.04.007
34. Tokmakova, L. M., Larchenko, I. V. & Kovpak, P. V. (2021). Mikrobiologichni protsesy transformatsii roslynnykh reshtok kukurudzy za introduktsii v ahrotsenozy mikroorhanizmiv-destruktoriv orhanichnoi rechovyiny [Microbiological processes of transformation of corn plant residues under introduction of destructing microorganisms in the agrocenoses]. *Agricultural Microbiology*, 32, 35-47. doi: 10.35868/1997-3004.32.35-47
35. Yang, T., Lupwayi, N., Marc, S., Siddique, K., & Bainard, L. (2021). Anthropogenic drivers of soil microbial communities and impacts on soil biological functions in agroecosystems. *Global Ecology and Conservation*, 27, e01521. doi: 10.1016/j.gecco.2021.e01521
36. Zakharchenko, E., Datsko, O., Shevchenko, M., & Kalnaguz, A. (2021). Cellulose-destroying bacteria's activity of chernozem soils by different methods of tillage and Leanum usage. *Book of abstracts 2nd International multidisciplinary conference for young researchers «Sustainable Development Trends and Challenges under COVID-19»*, 26–27.
37. Zakharchenko, E., Datsko, O., Mishchenko, Y., Melnyk, A., Kriuchko, L., Rieznik, S., & Hotvianska, A. (2023). Efficiency of biofertilizers when growing corn for grain. *Modern Phytomorphology*, 17, 50-56. doi: 10.5281/zenodo.2023-17-200117
38. Zhatova, H., Bondarieva, L., & Kopyk, Y. (2019). Osoblyvosti ryzosfernoi mikrobioty likarskykh roslyn. [Features of the rhiospheric microbiota of medicinal plants]. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 4(38), 61-65. doi: 10.32845/agrobio.2019.4.9
39. Zhatova, H. O., Trotsenko, V. I. (2018). The structure of micromycetes communities in crop rotations with sunflower. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 859-864. doi: 10.15421/2017_285

Datsko O. M., PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Zakharchenko E. A., PhD (Agricultural Sciences), Assistant, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Activity of cellulose-decomposing bacteria under different soil tillage and pre-sowing inoculation of corn

The activity of cellulose-destroying bacteria plays an important role in people's lives. First, these microorganisms are decomposers, it means that they decompose dead plants' residues. Secondly, during their work, they release carbon dioxide into the atmosphere, which plants, in turn, use in the process of photosynthesis. Therefore, conducting research on

the activity of this soil biota is very relevant. Especially when nowadays the agrarian industry tries by any means to increase the productivity of plants. Currently, many biofertilizers containing effective microorganisms have appeared on the global market, which should have a positive effect on the plant and soil and satisfy the needs of agricultural producers in their requests. Four methods of tillage and two way of seed treatment of biofertilizers (inoculation by liquid and powder form) were used for corn cultivation technology. Soil of research plots is black soil silty loam, Sumy, Ukraine. Among the methods used: field (gravimetric and "applications") and statistical methos were used in this research. According to the results of a three-year experiment, it was established that the soil moisture in sowing time did not dipend on tillage, except for reversible till to a depth of 25–28 cm (plowing), where starting from a depth of 50 to 100 cm and non-reversible (disking to a depth of 5–8 cm) at a depth of 30 to 70 cm, the indices were higher. Post-harvest soil moisture was slightly lower in plowing to a depth of 25–28 cm and non-reversible (disking to a depth of 5–8 cm) at a depth of 0–30 cm, while soil moisture was higher in other non-rotating treatments. When setting up an experiment with a linen cloth using all soil treatments in the 0–10 cm layer, the humidity was lower than in deeper horizons. Studies of the activity of soil biota with the use of inoculants and different types of tillage set up that inoculants had no effect on the studied indices. At the same time, tillage significantly affected the decomposition of the canvas. Thus, the least impact on the activity of the biota was irreversible tillage (disking 15–18 cm) at a depth of 0–10 and 10–20 cm. However, at a depth of 20–30 cm, the lowest indices were obtained for the tillage of plowing 25–28 cm. Other options were approximately at the same level. It should be added that a positive correlation was found between soil moisture and the activity of cellulose-degrading bacteria in the 0–30 cm soil layer.

Key words: soil moisture, seed treatment, tillage, fertilizers, biological activity, inoculants, chernozem, fertility, rhizosphere.

ВПЛИВ ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН СОЇ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Дідур Ігор Миколайович

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

ORCID: 0000-0002-6612-6592

Didurigor@gmail.com

В умовах військового стану відбулися суттєві зміни в традиційному веденні аграрного виробництва. Руйнування логістичної інфраструктури порушило існуючі шляхи постачання насіння, засобів захисту рослин та мінеральних добрив, що в свою чергу спричинило їх гострий дефіцит на ринку та стрімке зростання цін. Надзвичайно висока вартість мінеральних добрив спонукала аграріїв до пошуку альтернативних підходів до системи живлення рослин та максимального використання біологічних факторів інтенсифікації, а в першу чергу симбіотичного потенціалу, як дешевого природного джерела азоту. В даних умовах трансформаційних змін вагомим чинником стабілізації виробництва зернобобових культур є використання препаратів біологічного походження вітчизняного виробництва, а саме інокулянтів типу Біоінокулянт БТУ, Різолан + Різосейв, Андеріз та біологічних добрив для позакореневого підживлення Біокомплекс БТУ, Гуміфренд та Хелпрост соя.

Метою проведення польових досліджень було детальне вивчення впливу передпосівної інокуляції насіння та позакореневого підживлень, на формування продуктивності рослин сої, та визначення найбільш ефективної моделі їх використання. За результатами проведених досліджень встановлено, що досліджувані препарати мали суттєвий вплив на формування індивідуальної продуктивності рослин сої та урожайності зерна в цілому. Так, у середньому за роки проведення досліджень найвищі показники індивідуальної продуктивності рослин, а саме: кількість бобів на 1 рослині 28,8 шт., кількість зерен з однієї рослини 51,7 шт., маса зерна з однієї рослини 8,19 г, та маса 1000 зерен 157,5 г формувались на варіанті досліду де проводили обробку насіння перед сівбою препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та позакореневі підживлення органічно-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га) у фазі 3-трійчастий листок та бутонізації, що відповідно, на 14,6 шт., 15,9 шт., 3,06 г і 15,0 г більше абсолютного контролю досліду. Поряд із цим дана комбінація досліджуваних препаратів забезпечила максимальну у досліді урожайність зерна 3,31 т/га, що перевищувало контроль на 0,84 т/га (34,0%).

Таким чином, інокуляція насіння та позакореневі підживлення сприяли активному росту та розвитку рослин сої та максимальній реалізації генетичного потенціалу, що в свою чергу в подальшому вплинуло на формування високих показників індивідуальної продуктивності та урожайності зерна.

Ключові слова: соя, інокуляція, позакореневі підживлення, індивідуальна продуктивність рослин.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.5>

Вступ. В сучасних умовах ведення сільськогосподарського виробництва соя, як цінна білково-олійна культура, має досить широкий спектр використання в харчовій та технічній промисловості та набуває ключового значення (Matushkin et al., 2006; Shevnikov, 2007). В її зерні сконцентровано найцінніші властивості всього рослинного світу. Соя характеризується високою

адаптацією до умов регіонів вирощування, універсальністю використання, збалансованістю білка за амінокислотним складом, його функціональною активністю (Babych, 1993; Babych, 2007; Melnyk et al 2022). Завдяки цим властивостям та високій продуктивності соя займає у світовій піраміді рослинного білка перше місце як за площами посіву, так і за валовим збором зерна серед

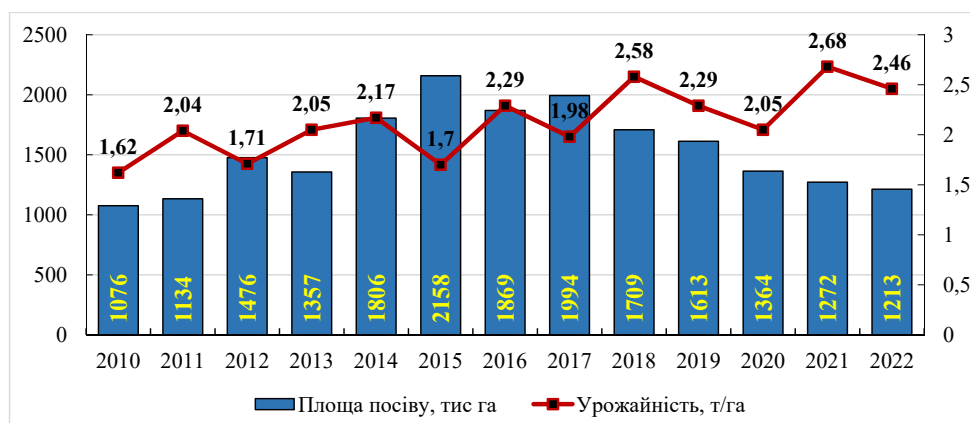


Рис. 1. Динаміка посівних площ та урожайності сої в Україні

Джерело: Побудовано автором за даними Державної служби статистики України

однорічних зернобобових і олійних культур (Hryhorieva et al., 2019; Zabolotnyi et al., 2020).

Аналіз динаміки посівних площ сої в Україні показує, що за останні три роки (2020–2022 рр.) дещо знизилася площа посіву, проте в результаті сприятливих погодних умов та особливостей вегетації середня урожайність мала позитивну тенденцію до зростання (Когобок, 2021). В 2022 році сою вирощували на площі 1,213 млн га, що забезпечило близько 3,0 млн т валового збору насіння за врожайності 2,46 т/га.

Одним із ефективних заходів підвищення виробництва зерна сої за одночасного зменшення антропогенного навантаження на екосистему та економії енергетичних ресурсів в умовах надзвичайно високих цін на мінеральні добрива є максимальне використання біологічних факторів інтенсифікації, а в першу чергу симбіотичного потенціалу, як дешевого природного джерела азоту (Didur et al., 2019; Mazur et al., 2017; Kushnir, 2013).

У цілому сьогодні на ринку України представлено досить широкий спектр інокулянтів для сої як зарубіжного так і вітчизняного виробництва. Препаративні форми азотфіксуючих біопрепаратів повинні підтримувати високі титри активних бактеріальних клітин досить тривалий час. Титр кращих сучасних американських препаратів сої становить 2–4 млрд. клітин/г (мл) субстрату до 2 років, що дозволяє використовувати залишки препарату в наступному сезоні. Препарати, що виготовляються в Україні, містять також 2–3 млрд клітин/г субстрату (Novokhatskyi et al., 2018; Kozhushko, 2016).

Результати численних досліджень, проведених в різних наукових установах, підтверджують позитивний вплив інокуляції насіння на формування продуктивності сої. Так, за результатами досліджень проведених у Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН було встановлено, що інокуляція насіння сої, навіть у несприятливі за погодними умовами роки, забезпечила приріст урожайності від 0,14 до 0,60 т/га або 6,6–28,2% порівняно з ділянками контрольного варіанту, де інокуляція не проводилась. Найвищий рівень урожаю насіння сої було відмічено на варіантах, де інокуляцію проводили бактеріальними препаратами ХайКот Супер Соя + Екстендер (2,73 т/га) та ХіСтік Соя (2,52 т/га). Приріст до контролю становив 28,2 та 18,3% (Kobak, 2016).

Дослідження проведені у Вінницькому національному аграрному університеті показали, що комплексне застосування біологічних препаратів Різолан (3 л/т насіння), Мікофренд (1,5 л/т насіння) та Граунфікс (5 л/га у передпосівну культивування) забезпечили формування найвищої у досліді урожайності зерна 4,05 т/га у сорту Медісон та 3,88 т/га у сорту Золотиста, при цьому приріст урожаю до контролю становив 17,9–18,1% (Tsyhanskyi, 2021).

Останнім часом значний науковий та практичний інтерес викликає використання на різних культурах, у тому числі й на сої, біологічних добрив та препаратів, різного механізму дії які використовуються для позакореневого підживлення та сприяють кращому використанню рослинами наявних факторів життя і відповідно забезпечують збільшення їх продуктивності (Vasylenko, 2017; Zabarna, 2019).

Таким чином, на наш погляд, досить актуальним питанням є не тільки вивчення ефективності дії інокуляції насіння, а й одночасне створення рослинам оптимальних умов для росту й розвитку шляхом її поєднання з позакореновими підживленнями, що в свою чергу посилює дію біологічно активних речовин, фотосинтетичну та симбіотичну продуктивність.

Матеріали і методи досліджень. Польові дослідження проводили впродовж 2017–2021 рр. на дослідному полі Вінницького національного аграрного університету, яке розташоване у с. Агрономічне. Обробіток ґрунту у досліді був загальноприйнятим для зони Лісостепу України і спрямований на створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин, шляхом максимального знищення бур'янів, збереження вологи, вирівнювання поверхні ґрунту. Ґрунт дослідного поля – сірий лісовий середньо-суглинковий.

У день сівби проводили інокуляцію насіння біологічними препаратами створеними на основі активних штамів бульбочкових бактерій (*Bradyrhizobium japonicum*), та на відповідних варіантах досліді проводили позакореневі підживлення відповідно схеми досліді.

Схема польового досліді: *Фактор А – Обробка насіння:* 1) контроль, 2) обробка насіння біоінокулянтом БТУ (2 л/т), 3) обробка насіння препаратом Різолан (2 л/т) + Різосейв (2 л/т), 4) обробка насіння препаратом Андеріз (1,5 л/т). *Фактор В – Позакореневе підживлення:* 1) контроль, 2) препаратом Біокомплекс БТУ (1,0 л/га), 3) препаратом Гуміфренд (1,0 л/га), 4) Хелпрост соя (2,5 л/га).

Розміри дослідної ділянки – 40 м², облікової – 25 м². Повторність чотириразова, розміщення ділянок систематичне. Погодні умови за температурним режимом та кількістю опадів по роках досліджень хоч і мали деякі відхилення від середніх багаторічних показників, проте, в цілому були сприятливими для росту і розвитку рослин сої.

У досліді висівали сорт сої Медісон. Інокулянти та препарати для позакореневого підживлення, які використовувалися у досліді, вироблені компанією БТУ Центр. Посів сої проводили коли температура ґрунту на глибині 10 см становила 12 °С, норма висіву – 650 тис./га, ширина міжрядь 45 см. Позакореневе підживлення на відповідних варіантах досліді проводили у фазах 3-трійчастий листок та бутонізації. Проведення досліджень здійснювалося за загальноприйнятими методичними вказівками.

Результати. За результатами проведених нами досліджень встановлено, що крім погодних умов, проведення інокуляції насіння та позакоренових підживлень мало безпосередній вплив на формування основних елементів структури урожаю сої, а саме, кількість бобів на одній рослині, кількість насінин у бобі, кількість насінин із рослини, маса насіння із однієї рослини та величину маси 1000 насінин.

У середньому за роки проведення досліджень найвища кількість бобів на 1 рослині 28,8 шт. була отримана на варіанті досліді де проводили обробку насіння перед сівою інокулянтом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та позакореневі підживлення органо-міне-

ральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га), що на 14,6 шт. більше абсолютного контролю. Варто відмітити, що інокуляція насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) сприяла зростанню кількості бобів на 8,0 шт., а препаратами Різолайн (2 л/т)+Різосейв (2 л/т) та Андерізі (1,5 л/т) – на 5,6–6,2 шт. відповідно (табл. 1).

Крім інокуляції насіння на формування кількості бобів на рослині позитивний вплив мало і позакореневе підживлення. Так, використання біологічного препарату Біокомплекс БТУ (1,0 л/га) підвищувало кількість бобів на 3,1–4,3 шт./рослину, позакореневе підживлення комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га) сприяло зростанню кількості бобів порівняно до контролю на 1,9–3,4 шт./рослину, проте найвищу прибавку 5,5–7,7 шт./рослину залежно від інокуляції насіння забезпечило використання органо-мінерального добрива Хелпрост соя (2,5 л/га).

За сумісного застосування інокуляції Біоінокулянтом БТУ (2 л/т) та позакореневого підживлення Хелпрост соя (2,5 л/га), також формувалась найбільша у досліді кількість насінин та їх маса. Так, на даних варіантах кількість насінин на рослину становила 51,7 шт./рослину, а маса 8,19 г, що на 15,9 шт./рослину та 3,06 г/рослину більше абсолютного контролю.

Загальновідомо, що маса 1000 насінин сої є сортовою ознакою та може коливатися від 130 до 250 г, проте в залежності від технології вирощування цей показник може варіювати у межах від 20 до 30%. За результатами багаточисельних досліджень було встановлено, що варіація розміру насінин є наслідком сприятливості умов навколишнього середовища у період наливу зерна та від якої безпосередньо залежить рівень урожайності (Egli, 1991; Babych&Babych–Poberezhna, 2011).

Маса 1000 насінин у певній мірі залежала від кількості бобів та зерен на одній рослині, більшою вона була на варіантах з передпосівною інокуляцією та позакореневими підживленнями і коливалася у межах 143,7–157,5 г, в той час як на контрольному варіанті даний показник становив – 142,5 г. Зростання маси 1000 насінин у розрізі варіантів дослідів було аналогічним іншим показникам індивідуальної продуктивності. Максимальне значення маси 1000 насінин 157,5 г. формувалось на варіанті, де проводили інокуляцію насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та позакореневе підживлення у фазі 3-ї трійчастий листок та бутонізації органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га), прибавка до контролю при цьому становила 15,0 г (10,5%).

Проведені нами дослідження свідчать про те, що величина урожайності зерна сої у значній мірі залежала від погодних умов років досліджень та факторів, що досліджувалися, а саме передпосівної інокуляції насіння та позакореневих підживлень. Так, у середньому за 2017–2021 роки урожайність зерна коливалась у межах від 2,47 до 3,31 т/га.

Максимальна урожайність зерна сої 3,31 т/га формувалася на варіантах, де перед сівбою насіння сої обробляли інокулянтом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та проводили два позакореневі підживлення добривами у фазі 3-го трійчастого листка та бутонізації органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га), що на 0,84 т/га (34,0%) більше порівняно з контролем без передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень (рис. 2).

На основі проведеного математичного аналізу встановлено, що між елементами індивідуальної продуктивності рослин сої та їх урожайністю існує позитивний зв'язок високої сили. Так, між величиною урожайності

Таблиця 1

Структура урожайності сої залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення, у середньому за 2017–2021 рр.

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Кількість, шт		Маса, г	
		бобів на одній рослині	зерен на одній рослині	зерна з однієї рослини	1000 насінин
Контроль	Контроль	14,2±2,8	35,8±5,1	5,13±1,0	142,5±9,5
	Біокомплекс БТУ	18,4±3,7	40,4±6,1	5,93±1,2	146,0±8,7
	Гуміфренд	17,6±3,5	38,8±6,0	5,61±1,1	143,7±8,7
	Хелпрост соя	21,9±4,1	43,4±6,2	6,43±1,2	147,6±7,8
Біо-інокулянт БТУ	Контроль	22,2±4,4	43,8±6,8	6,58±1,4	149,2±9,2
	Біокомплекс БТУ	25,2±5,2	48,7±7,6	7,59±1,5	154,8±9,4
	Гуміфренд	24,0±5,0	47,3±7,5	7,27±1,5	152,9±9,9
	Хелпрост соя	28,8±5,6	51,7±7,4	8,19±1,6	157,5±9,1
Різолайн + Різосейв	Контроль	19,8±4,0	41,5±6,5	6,08±1,2	145,6±8,9
	Біокомплекс БТУ	23,5±4,7	46,1±6,7	6,94±1,4	149,5±9,4
	Гуміфренд	21,9±4,6	45,6±7,4	6,78±1,4	147,8±8,9
	Хелпрост соя	25,3±5,1	49,1±7,3	7,47±1,5	151,3±9,4
Андерізі	Контроль	20,4±4,0	42,7±6,5	6,34±1,2	147,6±9,0
	Біокомплекс БТУ	23,5±4,7	48,0±7,1	7,26±1,4	150,3±8,9
	Гуміфренд	22,3±4,6	46,8±7,4	7,03±1,5	149,2±9,0
	Хелпрост соя	25,8±5,2	49,5±7,2	7,73±1,5	155,2±8,9

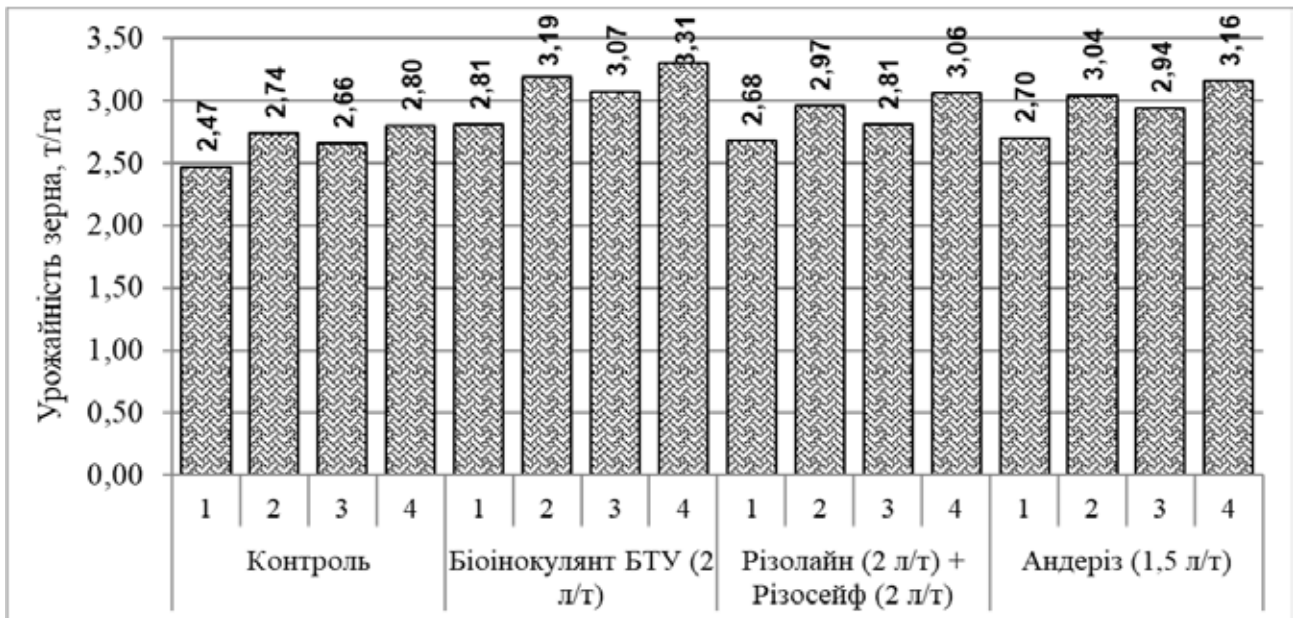


Рис. 2. Урожайність сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, у середньому за 2017–2021 рр., т/га

*Примітка: 1 – Контроль; 2 – Біокомплекс БТУ; 3 – Гуміфренд; 4 – Хелпрост соя.

та кількістю бобів на одній рослині коефіцієнт кореляції становив $r = 0,935$, при цьому скорегований коефіцієнт детермінації, відповідно, $r^2 = 875$, між величиною урожайності та масою насіння з рослини, відповідно, $r = 0,975$, $r^2 = 0,951$, поряд із цим сильний кореляційний зв'язок був відмічений між урожайністю зерна та масою 1000 насінин сортів сої, і становив, відповідно, $r = 0,910$, $r^2 = 0,828$.

Обговорення. Індивідуальна продуктивність рослин в тій чи іншій мірі показує дію факторів зовнішнього середовища на реалізацію біолого-генетичного потенціалу сортів та певною мірою дозволяє своєчасно впливати на формування зернової продуктивності (Babusch, 2012). Структура елементів урожаю сої значною мірою залежить від забезпечення рослин елементами мінерального живлення впродовж вегетаційного періоду, при цьому сорти інтенсивного типу вимогливіші до умов живлення і лише за оптимального збалансованого забезпечення поживними речовинами вони здатні формувати високу продуктивність (Vykin & Henhalo, 2011).

Як показано вище, досліджувані комбінації передпосівної інокуляції насіння та позакоренових підживлень сої, які були використані у досліді, мали позитивний вплив, як на формування індивідуальної продуктивності рослин, так і загальну продуктивність посівів. Отримані нами дані досить добре підтверджуються результатами інших досліджень.

Згідно результатів досліджень, які проводились у Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН встановлено, що використання бактеріальних добрив у вигляді листових підживлень збільшувало кількість бобів, масу насіння з однієї рослини та масу 1000 насінин, та забезпечувало формування врожайно-

сті зерна сої на рівні 2,51–2,59 т/га, при цьому приріст до контролю становив від 0,15 до 0,23 т/га. Найбільша урожайність сої зафіксована на варіантах, де використовували біоферментоване добриво та біокомплекс БТУ (Zadorozhnyi & Svytko, 2018).

У дослідженнях проведених у Подільському аграрно-технічному університеті обробка насіння сої ризоторфіном забезпечила прирости урожайності від 0,10 до 0,21 т/га (Bakhmat, 2021). За даними А. Г. Дзюбайла при проведенні інокуляції насіння на сірих лісових ґрунтах урожайність сої підвищилась на 0,33 т/га (Dziubailo & Myhal, 2011). Результати досліджень проведених у НУБіП України показали, що інокуляція насіння сорту сої Хорол препаратом ХіСтік Соя підвищувала врожайність культури на 420 кг/га (24%) (Novytska & Yunuk, 2016). Дослідження проведені в умовах Миколаївської області, показали, що інокуляція насіння препаратом Оптімайз забезпечила підвищення урожайності насіння сої на 1,8 ц/га (12,6%) у сорту Аполлон та на 2,4 ц/га (15%) у сорту Валюта (Drobotko et al., 2015).

Дослідження проведені в ННЦ Інститут землеробства НААН показують що, максимальна врожайність насіння сої сорту Єлена 4,20 т/га формувалась на варіанті з внесенням N45P45K45, проведенням інокуляції та підживленням рослин у фазі бутонізації комплексними добривами Ekolist макро 6-12-7 і азотом у дозі N15 при сівбі з шириною міжрядь 45 см (Kaminskyi & Mosondz, 2010).

Найбільша кількість бобів на одній рослині у сорту Вільшанка (24,7 шт) та Сузір'я (28,8 шт), маса насіння з однієї рослини Вільшанка (7,50 г), Сузір'я (8,11 г) та максимальний урожай Вільшанка (2,91 т/га) та Сузір'я (3,17 т/га) формували на ділянках, де вивчали взаємодію бактеризації насіння препаратом на основі штамів буль-

бочкових бактерій (*Br. japonicum*) і фосфатмобілізуємих мікроорганізмів (*B. mucilaginosus*) та внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$ в основне удобрення та N_{15} у підживлення в фазі бутонізації. Порівняно з абсолютним контролем приріст урожаю на цих варіантах становив 54,0 та 44,7% (Furman, 2021).

На дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся застосування позакореневих підживлень дозволяє збільшити врожайність посівів сої до 15%, а інокуляція препаратом «Легум Фікс» – додатково отримати 0,09–0,35 т/га зерна. Високу врожайність сорту ЕС Ментор (3,11 т/га) та сорту Кассіди (3,06 т/га) забезпечує сумісне використання обробки насіння інокулянт «Легум Фікс» та позакореневого підживлення посівів «Вуксал Оіл Сід» на початку та в повне цвітіння (ВВСН 60–66) з нормою витрати 2,0 л/га (Hadzovskiy et al., 2015).

Дослідження проведені в умовах Хмельницької ДСГДС ІКСГП НААН показали, що найвищі показники індивідуальної продуктивності (кількість бобів на рослині, насінин у бобі та масу 1000 насінин) на всіх рівнях основного мінерального живлення, в середньому за роки досліджень, отримали на варіанті, де передбачалась

обробка посівів у фазу 2–3 справжніх листки: Вимпел, 0,5 л/га + обробка посівів у фазу початку бутонізації: Вимпел, 0,5 л/га+Оракул бор, 1,0 л/га + Оракул сірка, 2,0 л/га + Оракул цинк, 1,0 л/га. Максимальну кількість бобів на одній рослині (49 шт), насінин у бобі (2,3 шт) з масою 1000 насінин 148,7 г сформували рослини сої за рівня основного мінерального живлення $N_{48}P_{48}K_{48}$ (Moldovan & Moldovan, 2022).

Отже, отримані дані дають підставу стверджувати про доцільність проведення інокуляції насіння та позакореневих підживлень за їх комплексного поєднання в системі живлення сої в умовах правобережного Лісостепу України.

Висновки. Таким чином, на основі проведених п'ятирічних досліджень встановлено, що максимальна реалізація генетичного потенціалу, а як наслідок і показників індивідуальної продуктивності рослин сої та врожайності зерна створюється за умови проведення передпосівної обробки насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) сумісно із позакореневим підживленням у фазі 3-й трійчастий листок та бутонізації органомінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га).

Бібліографічні посилання:

1. Babych, A. O. & Babych–Poberezhna, A. A. (2011) Selekcija, vyrobnyctvo, tovgivlya i vykorystannya soyi u sviti [Breeding, production, trade and use of soybeans in the world]. Agrarna nauka, Kyiv, 548 (in Ukrainian).
2. Babych, A. O. (1993) Suchasne vyrobnytstvo i vykorystannya soi [Modern production and use of soybeans]. Kyiv, Urozhai (in Ukrainian).
3. Babych, A. O. (1997) Vykorystannya soi ta produktiv yii pererobky [Use of soybean and products of its processing]. Kyiv: Urozhai. 348 s. (in Ukraine)
4. Babych, A. O. (2012) Sortovi resursy soi dlia Lisostepu [Varietal resources of soybeans for the Forest Steppe]. Ahrarnyi tyzhden. Ukraina, 15, 14 (in Ukrainian).
5. Bakhmat, O. M. (2021) Vplyv ahrotekhnichnykh zakhodiv na produktyvnist soi v umovakh zakhidnoho rehionu Ukrainy [The influence of agrotechnical measures on the productivity of soybeans in the conditions of the western region of Ukraine]. Kormy i kormovyrobnytstvo. Vinnytsia, 66, 103–108 (in Ukrainian).
6. Bykin, A. V. & Henhalo, N. O. (2011) Efektyvnist zastosuvannya dobryv i humatu kaliuu za vyroshchuvannya soi na chornozemi typovomu malo humusnomu [The effectiveness of using fertilizers and potassium humate for growing soybeans on typical low-humus black soil]. Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy, 162, 137–144 (in Ukrainian).
7. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Statystychna informatsiia. Silske, lisove ta rybne hospodarstvo. Ploshchi, valovi zbory ta urozhainist silskohospodarskykh kultur za yikh vydamy. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (data zvernennia: 17.03.2023) (in Ukrainian).
8. Drobotko, A. V., Drobotko, O. M. & Danilov, I. V. (2015) Vplyv inokuliantiv Intex i Optimaiz na vrozhaunist ta yakist sortiv soi v umovakh pivnichnoho Stepu [The effect of Intex and Optimize inoculants on the yield and quality of soybean varieties in the conditions of the Northern Steppe]. Naukovi pratsi. Ekolohiia, 244(256), 42–45 (in Ukrainian)
9. Dziubailo, A. H. & Myhal, I. B. (2011) Formuvannya produktyvnosti sortiv soi zalezno vid norm vysivu nasinnia, udobrennia ta inokulivannya [The formation of the productivity of soybean varieties depending on the norms of seed sowing, fertilization and inoculation]. Kormy i kormovyrobnytstvo. Vinnytsia, 69, 129–132 (in Ukrainian).
10. Egli, D. B. (1991) Crop growth rate and seed number per unit area in soybean. Crop Science, 31, 439–442.
11. Furman O. V. (2021) Vplyv mineralnykh dobryv ta inokuliatcii na formuvannya indyvidualnoi ta nasinnievoi produktyvnosti soi v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [The influence of mineral fertilizers and inoculation on the formation of individual and seed productivity of soybeans in the conditions of the Right-bank Forest Steppe]. Kormy i kormovyrobnytstvo, 91, 82–92 (in Ukrainian).
12. Hadzovskiy, H. L., Novytska, N. V. & Martynov, O. M. (2020) Urozhai i yakist zerna soi pid vplyvom inokuliatcii ta pozakorenevoho pidzhyvlennia [Yield and quality of soybean grain under the influence of inoculation and foliar fertilization]. Tavriiskiy naukovyi visnyk. Kherson, 111, 44–48 (in Ukrainian).
13. Hryhorieva, O. M., Dimova, S. B. & Almaieva, T. M. (2019). Efektyvnist biopreparativ u tekhnolohii vyroshchuvannya soi na chornozemi zvychainomu vazhkosuhlynkovomu Pravoberezhnoho Stepu Ukrainy. [Effectiveness of biologics in the technology of growing soybeans on ordinary hard loamy black soil of the Right-Bank steppe of Ukraine]. Silskohospodarska mikrobiolohiia, 29, 46–55 (in Ukrainian). doi: 10.35868/1997-3004.29.46-55
14. I.M. Didur, V.I. Tsyhanskyi, O.I. Tsyhanska, L.V. Malynka, A.O. Butenko and T.I. Klochkova (2019) The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. Ukrainian Journal of Ecology. 9 (1), 76–80.

15. Kaminskyi, V. F. & Mosondz, N. P. (2010) Formuvannia produktyvnosti soi zalezno vid ahrotekhnichnykh zakhodiv v umovakh pivnichnoho Lisostepu Ukrainy [Formation of soybean productivity depending on agrotechnical measures in the conditions of the Northern Forest Steppe of Ukraine]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 67, 45–50 (in Ukrainian).
16. Kobak, S. Ya. (2016) Yakisna inokuliatsiia – pershyi krok do vysokoho vrozhaiu [High-quality inoculation is the first step to a high yield]. *Ahronomiia sohodni*, 1–2, 53–55 (in Ukrainian).
17. Korobko, A. A. (2021) Dynamika vyrobnytstva soi v Ukraini ta sviti [Dynamics of soybean production in Ukraine and the world]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, 4, 125–134 (in Ukrainian).
18. Kozhushko, M. (2016). Efektyvnist zastosuvannia biopreparativ u tekhnologii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur u Zakhidnomu rehioni Ukrainy [The effectiveness of biological products in the technology of growing crops in the Western region of Ukraine]. *Tekhnika i tekhnologii*, 5(80), 37–42 (in Ukrainian).
19. Kushnir, M. V. (2013) Vplyv peredposivnoi obrobky nasinnia ta pozakorenevnykh pidzhyvlen na formuvannia produktyvnosti sortiv soi v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [The influence of pre-sowing seed treatment and foliar fertilization on the formation of productivity of soybean varieties in the conditions of the Pravoberezhny Forest Steppe]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 77, 167–173 (in Ukrainian).
20. Matushkin, V. O. Mahomedov, R. D. & Moshkova, O. M. (2006) Sorty soi i yikh ahrobiolohichni osoblyvosti vyroshchuvannia. [Soybean varieties and their agrobiological cultivation features]. *Instytut roslynnytstva im. Yurieva, Kharkiv*. 60 (in Ukrainian)
21. Mazur, V. A., Palamarchuk, V. D., Polishchuk, I. S. & Palamarchuk, O. D. (2017). Novitni agrotekhnologii u roslynnytstvi. Pidruchnyk. [The latest agricultural technologies in crop production]. *Vinny'cya. FOP Rogal' s'ka I.O.*, 588 (in Ukrainian).
22. Melnyk, A., Romanko, Y., Dudka, A., Chervona, V., Brunyov, M. & Sorokolit, E. (2022) Ecological elasticity of soy varieties' performance according to climatic factors in Ukraine. *AgroLife Scientific Journal*, 11(2), 91–99. doi: 10.17930/AGL2022212
23. Metodyka derzhavnogo sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti roslynnytsoi produktsii [Methods of state varietal testing of crops. Methods for determining the quality of plant products]. *Kyiv*. 2000, 7, 144 (in Ukrainian).
24. Moldovan, Zh. A. & Moldovan, V. H. (2022) Vplyv pozakorenevoho pidzhyvlennia na formuvannia biometrychnykh pokaznykiv soi za riznykh rivniv mineralnogo zhyvlennia [The influence of foliar feeding on the formation of biometric indicators of soybeans at different levels of mineral nutrition]. *Visnyk Sums'koho natsionalnogo ahrarynogo universytetu. Seriia «Ahronomiia i biolohiia»*, 1(47), 91–96 (in Ukrainian).
25. Novokhatskyi, M., Tarhonia, V. & Bondarenko, O. (2018). Kontsepsiia intensyfikatsii biolohichnoho ahrovyrobnytstva [The concept of intensification of organic farming]. *Tekhniko–tekhnolohichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannia novoi tekhniki i tekhnologii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy*. 22, 132–140 (in Ukrainian)
26. Novytska, N. V. & Yunyk, A. V. (2016) Vplyv inokuliatsii nasinnia preparatom KhiStik Soia na rist, rozvytok i produktyvnist roslyn soi vitchyznianoj selektsii [The effect of inoculation of seeds with HiStic Soybean on the growth, development and productivity of soybean plants of domestic selection]. *The Ukrainian Farmer*, 100 (in Ukrainian).
27. *Osnovy naukovykh doslidzhen v agronomiyi* (2005). [Fundamentals of scientific research in agronomy]. K., Diya, 288 (in Ukrainian).
28. Shevnikov, M. Ya. (2007) Naukovi osnovy vyroshchuvannia soi v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Scientific basis of soybean cultivation in the conditions of the left-bank forest-steppe of Ukraine]. *Monohrafiia. Poltava*. 208 (in Ukrainian).
29. Tsyhanskyi, V. I. (2021). Optyimizatsiia systemy udobrennia soi na osnovi vykorystannia preparativ biolohichnoho pokhodzhennia v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho. [Optimization of the soybean fertilization system based on the use of drugs of biological origin in the conditions of the Forest-Steppe of the Right Bank]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*, 21, 69–81 (in Ukrainian). doi: 0.37128/2707-5826-2021-2-6
30. Vasylenko, M. H. (2017). Orhano–mineralni dobryva i rehulatory rostu roslyn v orhanichnomu zemlerobstvi [Organo–mineral fertilizers and plant growth regulators in organic farming]. *Visnyk ahrarynoi nauky*, 8, 11–18 (in Ukrainian).
31. Zabarna, T. A. (2019). Dynamika hustoty stoiannia ta vyzhyvanist soi zalezno vid pozakorenevnykh pidzhyvlen v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu. [Dynamics of standing density and survival of soybeans depending on foliar top dressing in the conditions of the Right-Bank forest-steppe]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*, 14, 88–94 (in Ukrainian). doi: 10.37128/2707-5826-2019-3-7
32. Zabolotnyi, H. M., Mazur, V. A., Tsyhanska, O. I., Didur, I. M., Tsyhanskyi, V. I. & Pansyryeva, H. V. (2020). Ahrobiolohichni osnovy vyroshchuvannia soi ta shliakhy maksimalnoi realizatsii yii produktyvnosti: monohrafiia [Agrobiological bases of soybean cultivation and ways of maximum realization of its productivity]. *VNAU, Vinnytsia*, 276 (in Ukrainian).
33. Zadorozhnyi, V. S. & Svytko, S. M. (2018) Vplyv lystkovykh pidzhyvlen bakterialnymi dobryvamy na produktyvnist soi [Effect of foliar fertilization with bacterial fertilizers on soybean productivity]. *Kormy i kormo vyrobnytstvo*, 86, 87–94 (in Ukrainian).

Didur I. M., PhD (Agricultural Sciences), Dean of the Faculty of Agronomy and Forestry, Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, Ukraine

The influence of seed treatment and extra-root nutrition on the formation of the productivity of soybean plants in the conditions of the Right-Bank Forest Steppe of Ukraine

In the conditions of martial law, there were significant adjustments in the traditional management of agro-industrial production. The destruction of the logistics infrastructure disrupted the existing supply routes for seeds, plant protection products and mineral fertilizers, which in turn caused their acute shortage on the market and a rapid increase in prices. The extremely high cost of mineral fertilizers prompted farmers to search for alternative approaches to the plant nutrition system and the maximum use of biological factors of intensification, and primarily symbiotic potential, as a cheap natural source of nitrogen. In these conditions of transformational changes, an important factor in stabilizing the production of leguminous crops is the use of preparations of biological origin of domestic production, namely inoculants such as Bioinoculant BTU, Rizoline + Rhizosev, Anderiz and biological fertilizers for foliar feeding Biocomplex BTU, Gumifrend and Helprost soy.

The purpose of the field research was to study in detail the impact of pre-sowing seed inoculation and foliar fertilization on the productivity of soybean plants, and to determine the most effective model of their use. According to the results of the conducted research, it was found that the studied drugs had a significant impact on the formation of individual productivity of soybean plants and grain yield as a whole. So, on average, over the years of research, the highest indicators of individual productivity of plants, namely: the number of beans per 1 plant 28.8 pcs., the number of grains per plant 51.7 pcs., the mass of grain per plant 8.19 g, and the weight of 1000 grains of 157.5 g was formed on the experimental version where seed treatment was carried out before sowing with the preparation Bioinoculant BTU (2 l/t) and foliar fertilizing with organo-mineral fertilizer Helprost soybean (2.5 l/ha) in the 3–triplet leaf phase and budding, which, respectively, is 14.6 pcs., 15.9 pcs., 3.06 g and 15.0 g more than the absolute control of the experiment. Along with this, this combination of the researched preparations provided the maximum grain yield in the experiment of 3.31 t/ha, which exceeded the control by 0.84 t/ha (34.0%).

Thus, seed inoculation and foliar fertilization contributed to the active growth and development of soybean plants and the maximum realization of genetic potential, which in turn further influenced the formation of high indicators of individual productivity and grain yield.

Key words: Soybean, inoculation, foliar feeding, individual plant productivity.

ПОЛЕЗАХИСНІ ЛІСОВІ СМУГИ УКРАЇНИ: ОГЛЯДОВО-АНАЛІТИЧНА ОЦІНКА ТА ПЛАН ДІЙ

Дубина Дмитро Васильович

доктор біологічних наук, професор

Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного Національної академії наук України, м. Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-0490-4774

ddub@ukr.net

Устименко Павло Митрофанович

доктор біологічних наук, провідний науковий співробітник

Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного Національної академії наук України, м. Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-6477-5954

paust@ukr.net

Дзюба Тетяна Павлівна

кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник

Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного Національної академії наук України, м. Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-8621-0890

tdziuba2014@gmail.com

Смельянова Світлана Миколаївна

кандидат біологічних наук, науковий співробітник

Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного Національної академії наук України, м. Київ, Україна

ORCID: 0000-0001-5885-3186

yemelianova.sv@gmail.com

Дацюк Вадим Вікторович

кандидат біологічних наук, молодший науковий співробітник

Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного Національної академії наук України, м. Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-4680-6902

vdacuk@ukr.net

Сучасна наука розглядає лісосмуги як культурфітоценози – міжсегетальні або природно-антропогенні екотони зі своєрідними видовими складом і структурою та складними взаємозв'язками біоти. Вони вносять зміни в екологічну й біологічну рівновагу території формуванням особливого мікроклімату, поглинанням частини поверхневого стоку, що в кінцевому результаті впливає на продуктивність, якість та формування різноманітності спонтанної фітобіоти агрофітоценозів. Виконуючи біотопічні функції, полезахисні лісосмуги створюють середовище існування для природних представників флори та фауни і сприяють збереженню біотичного різноманіття та слугують розвитку еволюційних процесів. З плином часу окремі з них набувають рис природних екосистем, перебирають на себе роль місць існування та міграційних шляхів біорізноманіття серед антропогенно змінених ландшафтів.

Для різних ґрунтово-кліматичних умов України за понад майже сторічний період були сформульовані принципи поєднання видів дерев і кущів, визначені оптимальні конструкції лісових смуг, параметри ширини, видовий склад та розміщення посадкових груп, розташування на полях, агротехнічні та лісівничі заходи з їхнього догляду, які в комплексі при мінімальній ширині насаджень забезпечували б максимальний екологічний і економічний ефект.

Існуюча ситуація з лісосмугами і усвідомлення негативних незворотних змін, що відбулися за останні тридцять років, посилили збільшення наукових досліджень, метою яких є відновлення колишньої ролі і статусу лісосмуг України у захисті довкілля. Зокрема, розроблені методичні рекомендації з екологічної паспортизації, збереження, реконструкції існуючих та створення нових захисних лісових насаджень в Україні (Інститут агроєкології і природокористування НААН України), опрацьовані питання впровадження в Україні концепції оцінки економічного значення екосистем, визначення результатів їхнього функціонування як екосистемних товарів та послуг (Інститут еволюційної екології НАН України), визначені загальні положення набуття права власності на лісосмуги в об'єднаних територіальних громадах (Національний університет «Одеська юридична академія»). Виконано також багато інших дослідницьких робіт. Серед них – започатковані (Інститут агроєкології і природокористування НААН України, Канівський природний заповідник МОН України) дослідження синтаксономії полезахисних лісових смуг (Середнє Придніпров'я, Північне Причорномор'я). З 2021 р. вони продовжені у лівобережному Лісостепу і в інших регіонах України (Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України).

Незважаючи на проведену роботу і зростаючий інтерес до лісосмуг, зумовлений новітніми екологічними викликами, пов'язаними насамперед зі змінами сільськогосподарського виробництва, дослідження стану та їхнього біо-

різноманіття досі носять фрагментований характер. Залишається відсутнім інтегральний аналіз та оцінка їхнього стану і змін, що відбулися в умовах проведених воєнних дій. Досі не надається достатньої уваги лісосмугам вздовж залізниць та інших транспортних шляхів, які крім основної захисної аеродинамічної відіграють важливі агроеліоративну, природоохоронну, екологічну та багато інших функцій.

Мета роботи – доповнити оцінку нинішнього стану лісосмуг України та аргументувати необхідність проведення першочергових заходів з відновлення їхнього функціонування як лісомеліоративних об'єктів у зв'язку з новітніми обставинами, що склалися.

Ключові слова: лісосмуга, синтаксон, синантропізація, інвентаризація, війна, відновлювальні заходи.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.6>

Вступ. Полезахисні лісові смуги стали істотним ландшафтним компонентом переважно Лісостепу та Степу України. Історія полезахисного лісорозведення в Україні та використання насаджень з метою поліпшення умов навколишнього середовища та врожайності сільськогосподарських культур налічує понад 200 років.

Наукове обґрунтування використання насаджень, як складової протиерозійної системи, нараховує 100-літній досвід і низку успішних експериментів (Vysotska et al., 2018; Stadnik, 2018; Furdychko & Tymochko, 2020; Mykolaiko et al., 2021; Yakuba & Gorban, 2021 та ін.). Для різних ґрунтово-кліматичних умов України були сформульовані принципи поєднання видів дерев і кущів, визначені оптимальні конструкції лісових смуг, параметри ширини, видовий склад та розміщення посадкових ділянок, розташування на полях, агротехнічні та лісівничі заходи з їхнього догляду, які у комплексі при мінімальній ширині лісової смуги забезпечували б максимальний екологічний і економічний ефект (Liulchuk et al., 2020; Tkachuk & Pankova, 2021; Zvorska & Shlapak, 2022; Solomakha I. et al., 2022 та ін.).

У світовій практиці полезахисне лісорозведення є частиною новітнього напрямку ведення господарства – агролісівництва (agroforestry), що поєднує у собі одночасне вирощування на одній і тій же ділянці деревно-чагарникових видів і сільськогосподарських, включаючи плодіві, з метою отримання екологічних, економічних та соціальних вигод (Lobchenko, 2020).

Обґрунтування агролісівничих систем спирається на безліч екологічних переваг. Однією із найважливіших є підвищення багатства біорізноманіття за рахунок створення осередку для існування живої природи та їхнього розповсюдження як елементів екомережі (Burda & Petrovych, 2012; Petrovych, 2015).

Глобальні ініціативи з відновлення лісів на планеті, зокрема Боннський виклик (Bonn Challenge), який передбачає створення 350 млн га лісів до 2030 року, ставлять на меті боротьбу зі змінами клімату. Агролісівничим системам відведена суттєва роль, оскільки їх не можна порівняти із плантаційним вирощуванням енергетичних культур чи монокультур. Агролісівництво – це різноманітна, продуктивна, регуляторна та стійка система землекористування, що розвивається, і на яку нині орієнтуються у світі при переході на екологічно збалансоване природокористування (Lobchenko, 2020).

Слід відзначити, що в Україні накопичені знання та досвід зі створення ефективних лісових смуг досі використовуються недостатньо. Фінансування формування і догляду за лінійними насадженнями є обмеже-

ним. Пріоритетність стійкості лісоаграрних ландшафтів знижувалась господарською невизначеністю лісосмуг. Охорона, догляд та поновлення не переданих у власність смуг не здійснюється. Результатом є їхня руйнація та втрата захисних функцій (Vysotska et al., 2019). Нерідко лісові смуги стають місцем для звалищ сміття та розташування відходів виробництва промислових і сільськогосподарських підприємств, розсадниками бур'янів. Лісосмуги масово вирубуються, страждають від пожеж під час випалювання стерні та сухої рослинності на полях, сінокосах і пасовищах у весняний та осінній періоди (Ayubova & Koshelyev, 2019). Відсутність лісівничого догляду за захисними насадженнями призводить до втрат агролісомеліоративних функцій і, як результату – зниження врожайності сільськогосподарських культур. Підвищується водна та вітрова ерозія ґрунтів польових угідь (Blaha et al., 2017; Tarasov, 2018; Praktychne kerivnytstvo..., 2020; Dubyna et al., 2022). Це ставить актуальним, *для забезпечення максимально позитивного регулюючого впливу на сільськогосподарські угіддя та біотопічного ефекту*, проведення, зокрема у післявоєнний період, *ревізії існуючих лісосмуг, розроблення плану дій щодо покращення їхнього стану та відновлення, подальше проєктування та формування нових і регенерація трансформованих війною полезахисних лісосмуг, а також здійснення різних за напрямками наукових досліджень.*

Матеріали і методи досліджень. Використано загальнонаукові методи (спостереження, аналіз, синтез, порівняння, системний підхід); бібліографічний пошук; дослідження характеристик полезахисних лісосмуг та різноманіття судинних рослин. Назви таксонів наведено згідно із чеклістом (Mosyakin & Fedoronchuk, 1999). Назви синтаксонів наведені на основі сучасних розробок щодо синтаксономії рослинних угруповань (Dubyna et al., 2019).

Результати. Пропонована стаття є продовженням попередньої (Dubyna et al., 2022), у якій авторами проаналізовано сучасний стан полезахисних лісосмуг, їхню структуру, асортимент деревних та кущових видів, рекомендованих для відповідних умов місцевиростання, охарактеризовані лісосмуги, створені основними лісотвірними видами, встановлено сучасний склад і особливості видового багатства та різноманіття судинних рослин, охарактеризовані сучасні загрози їхньому існуванню. Запропоновано план необхідних досліджень, якими буде з'ясовано ценотичне багатство, визначено рівень ценорізноманіття, ценотаксономічна

специфіка, особливості ценоструктури, провідні фактори територіальної та екологічної диференціації, динаміки і напрямків розвитку рослинних угруповань лісосмуг України. Незважаючи на широке коло висвітлених, залишається низка актуальних питань, які пропонуються для розгляду.

Більшість створених лісосмуг України пройшли тривалий шлях формування угруповань з пристосуванням видів деревних та кущових рослин до різноманітних екологічних умов з поступовою організацією флористичних комплексів їхніх фітоценозів. При постійній наявності угруповань рудеральних видів, які найбільше розвиваються на закраїнах полів, уздовж лісосмуг й у межах прилеглих доріг, тривале існування полезахисних лісосмуг призводить до поступового потрапляння до їхнього складу і природних видів дерев, кущів та трав'яних видів і розвитку процесів сільватизації. Тому особливої актуальності набувають питання формування та структурно-функціональної організації існуючих і новітніх угруповань (Dubyna et al., 2022), а також, що необхідно відзначити, – синтаксономічні дослідження лісосмуг (Lukisha, 2018).

Дослідження рослинності на еколого-флористичних засадах в Україні було розпочате у 80-х роках минулого сторіччя. На початку застосування еколого-флористичного методу в Україні основні синтаксономічні дослідження були спрямовані на вивчення природного рослинного покриву регіонів чи окремих територій. Згодом, з накопиченням фітосоціологічного матеріалу й досвіду застосування методу Браун-Бланке, в Україні почали з'являтися праці з дослідження синтаксономії окремих класів рослинності (Dubyna et al., 2019). Фітоценотичні дослідження полезахисних лісосмуг України на еколого-флористичних засадах нині знаходяться на початковому етапі. Відомі дослідження синтаксономії полезахисних лісових смуг Середнього Придніпров'я та Північного Причорномор'я (Solomakha et al., 2015; Solomakha & Shevchuk, 2020). Цими дослідженнями запропонована синтаксономічна схема таких угруповань Середнього Придніпров'я, яка представлена класом *Robinieta* Jurko ex Hadač et Sofron 1980, порядком *Chelidonio-Robinieta* Jurko ex Hadač et Sofron 1980 і союзами *Chelidonio majoris-Robinion pseudoacaciae* Hadač et Sofron ex Vitková in Chytrý 2013 (з асоціацією *Chelidonio-Robinetum* Jurko 1963), *Chelidonio-Acerion negundi* L. Ishbirdina et A. Ishbirdin 1989 (асоціація *Chelidonio-Aceretum negundi* L. Ishbirdina et A. Ishbirdin 1991 nom. inval.), *Balloto nigrae-Robinion pseudoacaciae* Hadač et Sofron 1980 (асоціація *Chelidonio-Pinetum sylvestris* (Gorelov 1997) Davydov 2019), *Geo-Acerion platanoidis* L. Ishbirdina et A. Ishbirdin 1991 nom. inval. (асоціації *Elytrigio repentis-Aceretum platanoidis* Vorobyov & I. Solomakha in I. Solomakha & al. 2015, *Poo nemoralis-Tilietum cordatae* Solomakha I. et Shevchuk 2020 prov., *Geo urbano-Fraxinetum* I. Solomakha et Shevchuk 2020 prov., *Balloto nigrae-Ulmetum* I. Solomakha et Shevchuk 2020 prov.), *Sambuco nigrae-Quercion robori* I. Solomakha et Shevchuk 2020 (асоціації *Alliario petiolatae-Ptelietum trifoliatae* I. Solomakha et Shevchuk 2020, *Elytrigio repentis-Quercetum robori* I. Solomakha et Shevchuk 2020, *Sambuco*

nigrae-Quercetum robori I. Solomakha et Shevchuk 2020) порядку *Chelidonio-Robinieta* Jurko ex Hadač et Sofron 1980 класу *Robinieta* Jurko ex Hadač et Sofron 1980 (Solomakha & Shevchuk, 2020). Нові синтаксони рівня союзу та асоціації I. Соломахою та В. Шевчиком були виділені на основі твердження про те, що ці фітоценози є результатом спонтанного становлення екониш популяцій аллохтонних та автохтонних видів регіональної флори Лісостепу України за умов едифікаторного впливу штучно створених деревостанів (Solomakha & Shevchuk, 2020). Найпоширенішими у дослідженому, вказаними авторами, регіоні є угруповання саме ново-виділеної асоціації *Sambuco nigrae-Quercetum robori*. Ценози були описані у 2–6-рядних між польових і придорожніх полезахисних лісових смугах, зарослих підрослом дерев і кущів, завширшки 6–20 м, на сірих лісових та чорноземних ґрунтах. Загальний стан лісосмуг характеризується здебільшого як задовільний. Деревостан сформований *Quercus robur*, особини якого трапляються не часто, оскільки були зрубані чи всохли. У віці 40–70 років сягають висоти 15–25 м. Місцями тут ростуть *Ulmus laevis*, *Morus nigra*. У чагарниковому ярусі представлені *Sambucus nigra* та *Acer negundo*, участь якого в останні роки невпинно збільшується. Під деревно-чагарниковим наметом трапляються *Anthriscus sylvestris*, *Ballota nigra*, *Urtica dioica*, *Chelidonium majus*, *Geum urbanum*, *Impatiens parviflora*, *Elytrigia repens*, *Chaerophyllum temulum*, *Crataegus pseudokyrstostyla*, *Polygonatum odoratum*, *Leonurus villosa* та інші.

Досить поширеними є і угруповання асоціації *Elytrigio repentis-Quercetum robori* з подібними характеристиками. Встановлені тенденції до розширення площ спонтанних угруповань союзу *Chelidonio-Acerion negundo* асоціації *Chelidonio-Aceretum negundi* на акумулятивно-зумовлених ґрунтах через порушення внаслідок різних причин структури вихідних угруповань, здебільшого на місці деградованих лісосмуг, сформованих *Ulmus laevis*. У результаті досліджень полезахисних лісових смуг Середнього Придніпров'я як лівого, так і правого берегів було встановлено їхнє синтаксономічне різноманіття на еколого-флористичних засадах. З великою вірогідністю можна передбачити, що на більшій частині Лісостепу України в малопорушених і добре збережених полезахисних лісових смугах, створених типовими лісотвірними видами регіону – *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Ulmus laevis*, можна очікувати таке ж синтаксономічне різноманіття. Деградовані лісосмуги будуть залишатися стабільно синантропізованими угрупованнями, утвореними при заміщенні головного деревного компонента на *Acer negundo*.

На території Північного Причорномор'я усі досліджені угруповання I. Соломахою зі співавторами віднесені до класів *Robinieta* і *Rhamno-Prunetea* Rivas Goday et Borja Carbonell ex Tx. 1962, підтвердженням чого є наявність антропогенно залежної флори у досить широкому спектрі екологічних умов цих територій. Все різноманіття полезахисних лісових смуг цього регіону було зведено у три нові, описані авторами, асоціації (*Anisantho sterilis-Quercetum roboris* Vorobyov et I. Solomakha in I. Solomakha

et al. 2015, *Anisantho sterilis-Gleditsietum caspici* Vorobyov et I. Solomakha in I. Solomakha et al. 2015, *Elytrigio repentis-Aceretum platanoidis* Vorobyov et I. Solomakha in I. Solomakha et al. 2015) і п'ять дериватних угруповань союзу *Balloto nigrae-Robinion pseudoacaciae*. Одне дериватне угруповання віднесене до союзу *Chelidonio-Acerion negundo* класу *Robinietae* і одне дериватне угруповання умовно віднесене до класу *Rhamno-Prunetea* (Solomakha et al., 2015). Ці фітоценози складені переважно світлолюбними породами дерев. Трапляються на відносно сухих супіщаних та суглинистих ґрунтах Одеської та Херсонської областей.

На території Лівобережного Лісостепу України дослідженнями антропогенних деревних угруповань, у тому числі лісосмуг, Д. Давидовим описана нова асоціація *Poo angustifoliae-Fraxinetum pennsylvanicae* Davydov 2020 та зафіксовано поширення асоціацій *Sambuco nigrae-Aceretum negundo* Exner in Exner & Willner 2004, *Aristolochio clematidis-Robinietae pseudoacaciae* Scepka 1982, *Chelidonio majoris-Robinietae pseudoacaciae* Jurko 1963 і *Elymo repentis-Robinietae pseudoacaciae* (Smetana 2002) Davydov 2020, що належать до союзу *Chelidonio majoris-Robinion pseudoacaciae* класу *Robinietae* (Davydov, 2020).

Як вже відзначено у попередній публікації (Dubyna et al., 2022), такі дослідження слід продовжувати. Необхідно з'ясувати ценотичне багатство, визначити рівень ценорізноманіття, ценотаксономічну специфіку, особливості ценоструктури, провідні фактори територіальної та екологічної диференціації, динаміки і напрямків розвитку рослинних угруповань. Особливої уваги потребуватимуть специфічні лісосмуги, сформовані неаборигенними видами, зокрема *Gleditsia triacanthos* – чисті та у складі із *Armeniaca vulgaris*, *Morus nigra* та *M. alba*, *Prunus amygdalus*, *Elaeagnus angustifolia*, видами роду *Populus* тощо. Має бути розроблена класифікаційна схема лісосмуг України з використанням еколого-флористичних принципів, розвинених послідовниками Ж. Браун-Бланке. Особливу увагу необхідно приділити рідкісним, зникаючим і вразливим угрупованням. Не менш важливим, як вже відзначалося, є продовження досліджень динаміки рослинності під впливом новітніх антропогенних чинників.

Мають здійснюватися також дослідження структури травостою за його життєвими формами (екоморфами) полезахисних лісових смуг. Встановлено, що їхній трав'яний ярус складається із силвантів, пратантів, степантів, рудерантів, розподіл яких залежить від параметричної структури деревостану, господарських заходів та кліматичних умов. Високе видове різноманіття та його рівномірний розподіл притаманні здебільшого насадженням щільної, ажурно-щільної, ажурно-помірно продувної конструкції, деревостан яких представлений автохтонними видами: *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides* (Lobchenko, 2015).

Дослідження сучасного стану та функціональної відповідності полезахисних лісових смуг України досі проводяться не достатньо. На сьогодні місцезнаходження лісосмуг в Україні війною поділені на території вільні від

військових дій і охоплені нею. У зв'язку з сучасними реаліями лісосмуги характеризуються суттєвими відмінностями їхнього нинішнього стану. У першому випадку лісосмуги у більшості випадків знаходяться у стані руйнацій та втрати ними захисних функцій через природні причини та відсутність господарського догляду. Серед природних причин їхній стан погіршується переважно через зниження рівня ґрунтових вод і збільшення чергування та тривалості посух. В екстремальних лісорослинних умовах Степу для лісосмуг притаманне прискорене проходження стадій розвитку насаджень, загальне скорочення тривалості їхнього життя і зменшення періоду ефективного виконання ними захисних функцій (Vysotska et al., 2019).

Відсутність лісівничого догляду за лісосмугами призводить до поступової втрати агролісомеліоративної функції. Основними показниками незадовільного їхнього стану є недосконалість конструкції через утворення густих непродувних узлісь із самосіву деревно-кущових видів, незадовільний санітарний стан, посилення процесів сильватизації прилеглих сільськогосподарських угідь, різке збільшення їхньої ширини майже вдвічі за рахунок однобічного розростання крон дерев з крайніх рядів, погіршення умов росту і розвитку головних деревних видів.

Проведені дослідження лісосмуг на Лівобережжі Лісостепу дозволили встановити, що надмірне розростання другорядних та кущових видів призводить до зменшення ажурності вертикального профілю. Видовий склад упродовж розвитку насаджень зазнає змін, його трансформація пов'язана зі зменшенням частки *Quercus robur* (до двох одиниць) та збільшенням частки супутніх видів – *Fraxinus excelsior* та *Acer platanoides*. Санітарний стан полезахисних лісових смуг характеризується як ослаблений та дуже ослаблений (Sydorenko & Sydorenko, 2018).

Сучасними дослідженнями встановлено, що основними показниками незадовільного санітарного стану та структурного складу досліджених полезахисних лісосмуг є:

- відсутність господарського догляду та охорони насаджень;
- інтенсивне антропогенне навантаження;
- регулярні низові пожежі та самовільне вирубування дерев;
- наростання процесів засолення ґрунтів (Vysotska et al., 2019).

Встановлено, що сучасні конструкції лісосмуг відрізняються від запроєктованих, їх класифіковано як щільні та ажурні. Вони досягли останнього вікового періоду, отже частково або повністю втратили свою функціональну здатність. Більшість з них, як вже відзначалося, є розладнаними, характеризуються нерівномірним розміщенням дерев та кущів на площі, незадовільним санітарним станом. Це свідчить про необхідність проведення повної реконструкції насаджень і інвентаризації стану усього лісомеліоративного фонду України. Підставою для проведення інвентаризації земель має бути рішення відповідного органу виконавчої влади. Інвентаризацією

лісосмуг має бути насамперед встановлена відповідність до вихідних параметрів лісосмуг щодо їхньої конструкції (продувні, ажурні, непродувні (щільні)) та форми (прості одноярусні і складні: дво- і триярусні). Слід також встановити кількісні (ширина, довжина, рядність) і якісні (визначення умов місцевиростання, видовий склад деревостану, підліску та підросту, травостою, таксаційні характеристики, санітарний стан) показники. За результатами здійснюється поділ на групи за їхнім сучасним станом з необхідними першочерговими заходами:

1. Стійкі насадження, оптимальні для існуючих умов місцевиростання за складом видів дерев, досягають найбільшої висоти, повністю відповідають своєму призначенню за станом, конструкцією і меліоративними якостями.

2. Насадження оптимального складу видів дерев і кущів, мають добрий ріст і загальний стан, але відзначаються недостатніми захисними якостями. Вони потребують покращення конструкції або здійснення інших заходів для підвищення їхньої меліоративної ефективності.

3. Насадження із задовільним існуючим складом видів, але мають слабкий або недостатній ріст через відсутність догляду. Вони потребують здійснення лісогосподарських заходів для підвищення їхньої меліоративної ефективності.

4. Насадження з незадовільним складом порід, малостійкі, у яких захисні якості виражені недостатньо. Для їхнього підвищення потрібна зміна конструкції і проведення систематичного лісотехнічного догляду.

5. Захарашені, розладнані насадження, що відмирають через відсутність догляду, з незадовільним складом деревних видів та з слабкими захисними якостями. Потребують часткової реконструкції з відновленням лісотехнічного догляду.

6. Відмираючі насадження будь-якого складу з низькою повнотою та суттєвими обсягами сухоостою із суцільним або куртинним задернінням ґрунту. Ушкоджені, повністю втратили свої захисні якості, потребують заходів щодо реконструкції або повної заміни.

7. Насадження незадовільного складу і стану, розміщені на місцевості не відповідно до проектної схеми, які не виконують захисної ролі і не підлягають відновленню. Потребують заходів щодо повної заміни та створення на лісосмуги відповідно до проектної схеми (Praktychne kerivnytstvo ..., 2020).

Для першої–третьої груп наступним етапом є проведення робіт з синтаксономії лісосмуг. Набувають особливої актуальності питання формування та структурно-функціональної організації існуючих і новітніх угруповань. Результати з синтаксономії рослинності отримують широке застосування для розв'язання практичних завдань збереження біорізноманіття, опрацювання питань вдосконалення системи природоохоронних територій, картографування, формування регіональних і локальних екомереж (Postanova ..., 2020; Vysotska et al., 2021).

Відсутність можливостей проведення інвентаризації та досліджень у межах непідконтрольної території України та теренах воєнних дій не дозволяють об'єктивно

оцінити шкоду, нанесену лісосмугам за період війни. Визначення масштабів руйнувань, екологічних ризиків та заподіяної шкоди лісосмугам для розроблення комплексної програми їхнього відновлення має бути здійснене у найближчому майбутньому після відновлення контролю на тимчасово окупованих територіях. Є очевидним, що зволікання з вирішенням екологічних проблем може обернутися значно більшими негативними екологічними та економічними наслідками.

Оскільки провести безпосереднє обстеження лісосмуг цих територій нині представляється неможливим, був здійснений аналіз комплексу доступних для авторів даних: відео- та фотоматеріалів, усного опитування, використання інших наявних документів, тощо. Було встановлено, що до початку військових дій екологічна ситуація з лісосмугами на сході та півдні України була кризовою через їхні вирубки, ушкодження внаслідок пожеж, захарашеність сміттям тощо. У ході військових дій лісосмуги стали своєрідними фортифікаційними спорудами – однією з характерних рис позиційних військових протистоянь є риття окопів, траншей та створення інших комунікацій. Це призвело до руйнування верхнього шару ґрунту названими спорудами і густо вкритими вирвами від розривів снарядів і мін. Окрім того, вони стали місцем з великою кількістю нерозірваних мін, снарядів, гільз від різноманітної зброї; сталося значне забруднення довкілля хімічними токсичними речовинами і важкими металами внаслідок артилерійських обстрілів та застосування вибухівки (Vasyliuk & Norenko, 2019).

У післявоєнний період дослідження мають бути сфокусовані одночасно як на оцінці завданої шкоди, так і стану лісосмуг. Цим діям має передувати робота з видалення небезпечних залишків війни: очищення, вилучення, знищення мінних полів, мін, мінних пасток, вибухових засобів та інших пристроїв, утилізація токсичних речовин, ліквідація окопів і траншей тощо. Наступним етапом має бути відновлення лісосмуг з урахуванням їхнього поточного стану на основі пріоритетної оцінки перспектив відтворення захисно-меліоративних функцій.

Лісосмуги, що зазнали мілітарного впливу, залежно від загального рівня порушень, спричинених внаслідок військових дій, поділяються на групи:

- 1) лісосмуги, що зазнали суттєвого ушкодження;
- 2) лісосмуги, що зазнали помірного ушкодження;
- 3) лісосмуги, що отримали незначні ушкодження.

Лісові смуги, які втратили свої захисно-меліоративні функції, підлягають відновленню. Відновлення лісосмуг – це комплекс лісівничих та агротехнічних заходів, спрямованих на поліпшення стану або складу насаджень з метою відродження чи посилення їхніх захисно-меліоративних функцій.

Повне відновлення лісосмуг вимагатиме певного відрізка часу. За цей період на місці зруйнованих лісосмуг сформуються фітоценози, у яких більшість структурних елементів будуть представлені популяціями синантропних видів, оскільки зайняті ними території не мають прямого контакту з природними лісами. Це є однією з причин їхньої вразливості до інвазій синантропної компоненти через руйнування верх-

нього шару ґрунту та відсутності чи наявності мало зімкнутого і порушеного деревного та чагарникового ярусів. Саме на цьому етапі функціонування порушених лісосмуг виникають умови покращеного забезпечення світлом поверхні ґрунту та підвищеної мінералізації його верхніх горизонтів за умов послаблення або унеможливлення дії механізмів розповсюдження діаспор аллохтонних видів. Беззаперечно перевагу отримуватимуть антропохорні, анемохорні та зоохорні синантропні види (Fedoronchuk et al., 2020). Фітозабруднення відбуватиметься насамперед за рахунок укорінення у деревний ярус видів адвентивних рослин *Acer negundo*, *Padus serotina*, *Parthenocissus quinquefolia* та ін., у чагарниковий – *Amorpha fruticosa*, *Sambucus nigra*, трав'яний – *Solidago canadensis*, *Impatiens parviflora*, *Torilis japonica*, а з апофітів – *Chelidonium majus*, *Anthriscus sylvestris*, *Urtica dioica*, *Geum urbanum* (Solomakha et al., 2022).

Синантропні види рослин стануть на тривалий час стійким компонентом структури порушених війною лісосмуг. Лише у лісосмугах Лісостепу України виявлено 212 видів судинних рослин адвентивної фракції флори (Інститут агроекології та природокористування НААН України). Слід також відзначити, що дослідження рослинного світу лісосмуг на видовому рівні перебувають на першому інвентаризаційному етапі і відрізняються фрагментарністю. Якщо судинні рослини вивчені повніше, то іншим групам – водоростям, мохам, лишайникам і грибам – дотепер приділено значно менше уваги. Майже немає досліджень популяцій раритетних, ресурсних, особливо фітотерапевтичних видів, стрессолерантів і видів-трансформерів. Це, крім вирішення багатьох інших завдань, унеможлиблює встановлення існуючого багатства фіторізноманіття лісосмуг.

Як вже відзначалося, досі поза увагою залишаються лісосмути вздовж залізниць та транспортних магістралей (Bedrytskyi, 2000; Pisotska, 2020; Pisotska & Yaros, 2021 та ін.). Першочерговими заходами, крім перерахованих для агроеліоративних лісосмуг, мають бути також виявлення особливостей видового і ценотичного складу

та здатності до виконання основних функцій – інженерних (снігозатримання, захист від вітру і піску, ґрунтозакріплення, водорегулювання, протиерозійне), а також агроеліоративних. Надзвичайно важливим є також встановлення фітосанітарних властивостей лісових насаджень від техногенного забруднення ґрунту і атмосферного повітря.

Висновки. Нинішня проблема полезахисних лісосмуг – відсутність достовірних відомостей про їх реальний стан. Остання інвентаризація була здійснена у 2011 р. Тому загальне уявлення про їхній стан, динаміку можна буде отримати лише проведенням інвентаризації усіх лісосмуг.

Сучасні полезахисні лісосмути слід розглядати не лише з огляду їхнього утилітарного значення як об'єктів безпосереднього захисту угідь від дії несприятливих природно-антропогенних чинників, а й як сформовані угруповання з пристосуванням видів деревних рослин до наявних екологічних умов з поступовою організацією флористичних комплексів їхніх фітоценозів. Вивчення останніх знаходиться на початковому етапі. Тому нагальною необхідністю стануть збагачені сучасними методиками дослідження теперішнього стану рослинності лісосмуг України, виявлення їхньої синтаксономічної різноманітності, встановлення закономірностей формування і диференціації та розроблення наукових основ оптимізації, що забезпечить максимальну ефективність формування умов для екологічної реабілітації лісосмуг та збільшення їхньої екологічної ємності, а в цілому – сталого розвитку агроекосистем.

Мають бути забезпечені прозорі і дійові механізми набуття прав власності лісосмуг та розроблені нормативи їхнього утримання у належному стані. Не менш важливим є розроблення нормативно-правових документів, основним завданням яких є збереження лісосмуг. Впорядкування правовідносин, що стосуються користування землями, зайнятими полезахисними лісовими смугами, потребує внесення відповідних змін у Земельний і Лісовий кодекси України.

Бібліографічні посилання:

1. Ayubova, Ye. M., & Koshelyev, V. A. (2019). Efekt pirohennoi suksesii pro hnizduvannya ptakhiv zakhysnykh smuh pivnichno-zakhidnoi chastyny Pryazov'ya [The effect of pyrogenic succession on the nesting of birds in the protective strips of the northwestern part of the Azov region]. *Visnyk zoolohii*, 53 (2), 149–154 (in Ukrainian).
2. Bedrytskyi, A. S. (2000). Osoblyvosti rubok, pov'yazanykh z vedennyam lisovoho hospodarstva, u lisovykh nasadzhenyakh uzdovzh zaliznyts Ukrainy [Peculiarities of felling related to forest management farms, in forest plantations along the railways of Ukraine]. *Naukovyi visnyk NAU. Zb. nauk. prats. Ser. Lisivnytstvo Kyiv*, 25, 294–302 (in Ukrainian).
3. Blaha, A. B., Zahorodnyuk, I. V., Korotkyi, T. R., Martynenko, O. A., Medvyedyeva, M. O., & Parkhomenko, V. V. (2017). Na mezhi vyzhvannia: znyshchennia dovkillia pid chas zbroinoho konfliktu na skhodi Ukrainy [On the edge of survival: destruction of the environment during the armed conflict in eastern Ukraine]. *Bushchenko A. P. (ed.) Ukrainska Helsinska spilka z prav liudyny. KYT, Kyiv*, 88 (in Ukrainian).
4. Burda, R. Y., & Petrovych, O. Z. (2012). Ekotonnyi effekt lesnykh polezashchytnykh polos v Prychernomorskykh raznotravno-tyrchakovo-kovylnykh stepyakh [Ecotone effect of forest shelterbelts in the Black Sea forb-fescue-feather grass steppes]. *Ekolohiya ta noosferolohiya*, 23 (3–4), 16–27 (in Russian).
5. Davydov, D. A. (2020). Syntaksonomiya antropohennykh derevnykh uhrupovan Livoberezhnoho Lisostepu Ukrayiny [Syntaxonomy of antropogenic forest communities of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Biolohiya ta ekolohiya*, 6(1–2), 8–18 (in Ukrainian).
6. Dubyna, D. V., Dziuba, T. P., Iemeljanova, S. M., Bahrikova, N. O., Borysova, O. V., Borsukevych, L. M., Vynokurov, D. S., Hapon, S. V., Hapon, Yu. V., Davydov, D. A., Dvoret'skyi, T. V., Didukh, Ya. P., Zhmud, O. I., Kozyr, M. S., Konishchuk, V. V., Kuzemko, A. A., Pashkevych, N. A., Ryff, L. E., Solomakha, V. A., Felbaba-Klushyna, L. M., Fitsailo, T. V., Chorna, H. A.,

- Chornei, I. I., Shelyag-Sosonko, Yu. R., & Yakushenko, D. M. (2019). Prodrumus roslinnosti Ukrainy [Prodrome of the vegetation of Ukraine]. Naukova dumka, Kyiv, 784 (in Ukrainian).
7. Dubyna, D. V., Ustymenko, P. M., Datsiuk, V. V., Vakarenko, L. P., Dziuba, T. P., Yemelianova, S. M., Davydov, D. S., Davydova, A. O., & Tymoshenko, P. M. (2022). Polezakhysni lisovi smuhy Ukrainy: stan, problemy i rishennia [Protected forest belts of Ukraine: state, problems and solutions]. In: Populiatsiina ekolohiia roslin: suchasnyi stan, tochky rostu: Mat-ly Druhoho mizhn. sympoziumu do 90-richchia z dnia narodzhennia Zlobina Yuliana Andriiovycha, doktora biologichnykh nauk, profesora, Zasluzhenoho diiacha nauky i tekhniky Ukrainy (16 chervnia 2022). Sumy, Sumskiy natsionalnyi ahrarynyi universytet, 58–64 (in Ukrainian).
8. Fedoronchuk, M. M., Protopopova, V. V., Shevera, M. V., Shevchyk, V. L., Dzhuran, V. V., Kretsul, N. I., & Yarova, O. A. (2020). Synantropizatsiia lisovoho ta chaharnykovoho florokompleksiv serednoho Prydniprovia (Ukraina) [Synanthropization of forest and shrub florocomplexes of the Middle Cis-Dnipro Region (Ukraine)]. *Biologichni systemy*, 12(2), 263–278 (in Ukrainian). doi: 10.31861/biosystems2020.02.263
9. Furdychko, O. I., & Tymochko, I. Ya. (2020). Metodolohichni osnovy kontseptsii stvorennia stabilnoho ekolohichno stiyyoho prostoru v ahrolandshaftakh [Methodological bases of the concept creating a stable ecologically sustainable space in agrolandscapes]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya*, 2, 60–66 (in Ukrainian). doi: 10.33730/2310-4678.2.2020.208809
10. Liulchyk, V., Rusina, N., Kyiko, N., Kushniruk, O., & Rudko, O. (2020). Naukovo-metodychni pidkhody do rozroblennya robochykh proektiv zemleustroyu shchodo stvorennia polezakhysnykh lisovykh smuh [Scientific and methodological approaches to the development of land management working projects connected with the creation field protective forest strips]. *Ekolohichni nauky*, 4(31), 150–155 (in Ukrainian).
11. Lobchenko, G. O. (2015). Tsenotychna struktura travianoho yarusu fitotsenozu polezakhysnykh lisovykh smuh [Cenotic Structure of Grass Tier of Windbreak Forest Bars Phytocenosis]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 25.1, 130–136 (in Ukrainian).
12. Lobchenko, G. O. (2020). Polezakhysni smuhy – radianskyi Perezhytok chy svitovyi trend? [Elektronnyi resurs]. Access mode: <https://superagronom.com/blog/674-polezahisni-smugi--radyanskiy-perejitok-chi-svitoviy-trend> (in Ukrainian).
13. Lukisha, V. V. (2018). Struktura fitotsenoziv polezakhysnykh lisosmuh v Livoberezhnomu Lisostepu [The structure of phytocenoses of forest shelter belts in the Left Bank Forest-Steppe]. *Ekolohichni nauky*, 3(22), 57–63 (in Ukrainian).
14. Mosyakin, S. L., & Fedoronchuk, M. M. (1999). Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kyiv, 345.
15. Mykolaiko, V. P., Kyryliuk, V. P., & Kozynska, I. P. (2020). Polezakhysni lisovi smuhy yak zemli silskohospodarskoho pryznachennia [Field protective forest belts as the land of agricultural purpose]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya*, 2, 84–93 (in Ukrainian).
16. Petrovych, O. Z. (2015). Porivnyalna otsinka riznomanityta fitobioty polezakhysnykh lisosmuh yak strukturnoho elementu ekomerezhi [Comparative assessment of the phytobiota diversity of field protection forest strips as a structural element of the ecosystem]. *Zapovidna sprava*, 1(21), 24–28 (in Ukrainian).
17. Pisotska, V. V. (2020). Osoblyvosti formuvannya ornitokompleksiv zaliznychnykh lisosmuh Kharkivskoi oblasti [Peculiarities of the formation of bird complexes in railway forest strips of Kharkiv region]. *Bioriznomanityta, ekolohiya ta eksperymentalna biolohiya*, 2, 91–97 (in Ukrainian).
18. Pisotska, V. V., & Yaros, O. O. (2021). Analiz vydovoho skladu ta chyselnosti ornitofauny lisosmuh vzdovzh avtoshlyakhiv Kharkivskoi oblasti [Analysis of the species composition and abundance of avifauna of forest strips along highways in the Kharkiv region]. *Colloquium-journal*, 18(105), 3–9 (in Ukrainian). doi: 10.24412/2520-6990-2021-17104-3-9.
19. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy «Pro zatverdzhennia Pravyl utrymannia ta zberezhennia polezakhysnykh lisovykh smuh, roztashovanykh na zemlyakh silskohospodarskoho pryznachennia» vid 22 lypnya 2020 roku № 650 [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine “On approval of the Rules for maintaining and preserving field protection forest strips located on agricultural lands” dated July 22, 2020] (in Ukrainian).
20. Praktychne kerivnytstvo dlia vprovadzhennia modelei efektyvnoho upravlinnia polezakhysnykh lisovymy smuhamy [Practical guidance for the implementation of models of effective management of field protection forest belts]. (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Kyiv, 96 (in Ukrainian).
21. Solomakha, I. V., Vorobyov, Ye. O., & Moysiienko, I. I. (2015). Roslynni pokryv lisiv ta chaharnykh Pivnichnoho Prychornomoria [Vegetation cover of forests and shrubs of the Northern Black Sea region]. Kyiv, *Fitosotsiotsentr*, 387 (in Ukrainian).
22. Solomakha, I. V., & Shevchyk, V. L. (2020). Syntaksonomiia polezakhysnykh lisovykh smuh Serednoho Prydniprovia [Syntaxonomy of Middle Dnieper windbreak forest strips]. *Chornomorsk. bot. zh.*, 16(1), 40–54 (in Ukrainian). doi: 10.32999/ksu1990-553X/2020-16-1-2
23. Solomakha, I. V., Konishchuk, V. V., Solomakha, V. A., Tymochko, I. Ya., Ilyenko, T. V., & Kuchma, T. L. (2022). Ekolohichna pasportyzatsiia, zberezhennia, rekonstruktsiia isnuuyuchykh ta stvorennia novykh zakhysnykh lisovykh nasadzen v Ukraini (metodychni rekomendatsii) [Environmental certification, conservation, reconstruction of existing and creation of new protective forest plantations in Ukraine (methodological recommendations)]. Kyiv, Instytut ahroekolohii i pryrodokorystuvannya NAAN, 41 (in Ukrainian).
24. Solomakha, V. A., Solomakha, I. V., & Martsenyuk, O. P. (2022). Kadastr adventyvnnykh ta invazyynykh vydiv roslin polezakhysnykh lisovykh smuh Lisostepu Ukrainy [Cadastre of adventive and invasive plant species of field protection forest strips of the Forest Steppe of Ukraine]. Kyiv, Instytut ahroekolohii i pryrodokorystuvannya NAAN, 35 (in Ukrainian).
25. Stadnik, A. P. (2018). Optyimizatsiia struktury zakhysnykh lisovykh nasadzen ta yikh system v ahrolandshaftakh Ukrainy [Optimization of the structure of protective forest plantations and their systems in agricultural landscapes of Ukraine]. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy*, 16, 70–80 (in Ukrainian).

26. Sydorenko, S. V., & Sydorenko, S. H. (2018). Suchasnyi stan i rist polezakhysnykh lisovykh smuh Kharkivskoi oblasti ta yikhnia melioratyvna efektyvnist [Current status and growth of shelterbelts in the Kharkiv region and their meliorative efficiency]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia*, 133, 39–53 doi: 10.33220/1026-3365.133.2018.39 (in Ukrainian).
27. Tarasov, V. (2018). Vplyv pryvaruzhno-balkovykh lisosmuh na eroziyno-akumulyatyvnyi protses na ulohovnykh skhylakh [By ravines and gullies forest belts influence on the erosion and accumulation process on hollow slopes]. *Visnyk aharnoi nauky*, 96(12), 65–70 (in Ukrainian).
28. Tkachuk, O. P., & Pankova, S. O. (2021). Sklad i biometrychni pokaznyky polezakhysnykh smuh Tsentralnoho Lisostepu [Composition and biometric indicators of field protective forest belts of the Central Forest-Steppe]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya*, 4, 117–124 (in Ukrainian). URL: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2021.253095>
29. Vasyliuk, O., & Norenko, K. (2019). Vplyv viiskovoi diialnosti na pryrodu Ukrainy [The influence of military activity on the nature of Ukraine]. *Kompaniia «Manuskrypt»*, Lviv, 68 (in Ukrainian).
30. Vysotska, N. Y., Sydorenko, S. V., & Sydorenko, S. H. (2018). Вплив рекреації на стан і структуру полезахисних лісових смуг [Recreational influence on the condition and structure of forest shelter belts]. *Forestry and forest melioration*, 132, 84–93 (in Ukrainian).
31. Vysotska, N. Yu., Tarnopil'skyi, P. B., Sydorenko, S. V., Solomakha, N. H., Korotkova, T. M., Fomin, V. I., Zubov, O. R., Zubova, L. H., Yelisavenko, Yu. A., & Yurchenko, V. A. (2019). Otsinka suchasnoho stanu zakhysnykh lisovykh smuh riznoho tsilovoho pryznachennia ta ob'ektiv lisovoi rekultyvatsii [Assessment of the current state of protective forest strips for various purposes and objects of forest reclamation]. *Kharkiv*, 21 (in Ukrainian).
32. Vysotska, N. Yu., Zubov, O. R., Zubova, L. H., & Fomin, V. I. (2019). Stan zakhysnykh lisovykh smuh riznoho tsilovoho pryznachennia v Oleshkivskomu rayoni Khersonskoi oblasti [State of the protective forest belts of various purposes in the Oleshky district of Kherson Region]. *Forestry and Forest Melioration*, 135, 85–97. doi: 10.33220/1026-3365.135.2019.85 (in Ukrainian).
33. Vysotska, N., Kalashnikov, A., Sydorenko, S., Sydorenko, S., & Yurchenko, V. (2021). Ekosystemni posluhy polezakhysnykh lisovykh smuh yak osnova kompensatsiynykh mekhanizmiv yikhnoho stvorennia ta utrymannya [Ecosystem services of shelterbelts as the basis of compensatory mechanisms of their creation and maintenance]. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy*, 22, 199–208 <https://doi.org/10.15421/412118> (in Ukrainian).
34. Yakuba, M. S., & Gorban, V. A. (2021). Istorychni aspekty stvorennia ta osoblyvosti funktsionuvannya polezakhysnykh nasadzen stepovoi zony Ukrainy [Historical creations aspects and functioning features of field protective forest plantations in the steppe zone of Ukraine]. *Pytannya stepovoho lisoznavstva ta lisovoi rekultyvatsii zemel*. 50, 33–43 (in Ukrainian).
35. Zvorska, N. V., & Shlapak, V. P. (2022). Vplyv polezakhysnykh lisovykh smuh u mezhakh dii ekotonu na vrozhaynist sonyashnyku u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. [Influence of field windbreaks within ekoton effect on sunflower yield on the Right Bank Forest Steppe of Ukraine] *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 32(2), 13–18 doi: 10.36930/40320202 (in Ukrainian).

Dubyna D. V., Doctor (Biological Sciences), Professor, M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Ustyomenko P. M., Doctor (Biological Sciences), Senior Researcher, M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Dziuba T. P., PhD (Biological Sciences), M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Iemelianova S. V., PhD (Biological Sciences), M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Datsyuk V. V., PhD (Biological Sciences), M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Protective forest belts of Ukraine: review and analysis assessment and action plan

Modern science considers forest strips as cultural-phytocoenoses-intersegetal or natural-anthropogenic ecotones with a unique species composition and structure and complex interrelationships of biota. They make changes to the ecological and biological balance of the territory by forming a special microclimate, absorbing part of the surface runoff, which ultimately affects the productivity, quality, and formation of the diversity of the spontaneous phytobiota of agrophytocoenoses. By performing biotope functions, field protective forest strips create a habitat for natural representatives of flora and fauna and contribute to the preservation of biotic diversity and serve the development of evolutionary processes. changed landscapes. For the different soil and climatic conditions of Ukraine, over a period of almost a hundred years, the principles of the combination of tree and shrub species were formulated, the optimal constructions of forest strips, width parameters, species composition and placement of planting groups, location in the fields, agrotechnical and forestry measures for their care were determined, which in a complex with the minimum width of plantations would provide the maximum ecological and economic effect.

The existing situation with forest belts and awareness of the negative irreversible changes that have occurred over the past thirty years have intensified the increase in scientific research aimed at restoring the former role and status of forest belts in Ukraine in environmental protection. creation of new protective forest plantations in Ukraine (Institute of Agroecology and Nature Management of the National Academy of Sciences of Ukraine), the issue of introducing the concept of assessing the economic value of ecosystems in Ukraine was worked out the results of their functioning as ecosystem goods and services

(Institute of Evolutionary Ecology of the National Academy of Sciences of Ukraine), the general provisions for acquiring ownership of forest strips in united territorial communities (Odesa Law Academy National University) were determined. Many other research tasks were also performed. Among them are studies of the syntaxonomy of field-protective forest strips (Middle Dnieper, Northern Black Sea Region) initiated (Institute of Agroecology and Nature Management of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kaniv Nature Reserve of the Ministry of Education and Culture of Ukraine). Since 2021, these studies have been continued in the left-bank Forest Steppe and in other regions of Ukraine (Institute of Botany named after M.H. Kholodny of the National Academy of Sciences of Ukraine). Despite the work done and the growing interest in forest strips, due to the latest environmental challenges related, first of all, to changes in agricultural production, research on the biodiversity of forest strips is still fragmented. An integral analysis and assessment of their current state remains missing. Still not enough attention is paid to forest strips along railways and transport routes, which, in addition to the main protective aerodynamic function, play important agromelioration, nature protection, ecological and many other functions.

The purpose of the work is to supplement the assessment of the current state of forest belts of Ukraine and to argue the need for priority measures to restore their functioning as forest improvement objects in connection with the latest circumstances that have developed.

Key words: forest strip, syntaxon, synanthropization, inventory, war, restoration measures.

ВПЛИВ РІСТРЕГУЛЮЮЧИХ ПРЕПАРАТІВ НА РІСТ І РОЗВИТОК СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР (ОГЛЯДОВА)

Свтушенко Ольга Тарасівна

кандидат сільськогосподарських наук

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Кропивницький-Херсон, Україна

ORCID: 0000-0002-0895-2407

semen_olga@ukr.net

Скок Світлана Вікторівна

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Кропивницький-Херсон, Україна

ORCID: 0000-0003-3178-0292

skoksvitlanavictorivna@gmail.com

Важливим аспектом дії регуляторів росту є посилення стійкості рослин до несприятливих чинників навколишнього середовища – високих і низьких температур, нестачі вологи, фітотоксичної дії пестицидів, пошкодження шкідниками та ураження хворобами, що в кінцевому результаті сприяє значному підвищенню врожайності та поліпшенню якості продукції. Найбільш ефективними та економічно вигідними способами застосування регуляторів росту є передпосівна обробка насіння і проведення позакорневих підживлень вегетуючих рослин в основні фази вегетації. Потрапляючи на поверхню листка, регулятори росту проникають у його тканини і залучаються в біохімічні реакції обміну в рослині.

Відповідно до санітарно-гігієнічної класифікації регулятори росту нового покоління відносяться до малотоксичних речовин третього і четвертого класів безпеки. У результаті їх використання не спостерігається негативного впливу на мікрофлору ґрунту, гідробіоти, вони не акумулюються у ґрунті, швидко нейтралізуються ґрунтовими сапрофітними організмами. Окрім цього, вони впливають на процес інтенсифікації фосфат мобілізуючих бактерій, різних форм симбіотичних мікроорганізмів та азотрофів, не шкодять кохам-опилювачам і компонентам навколишнього середовища.

У сучасний період господарювання слід використовувати новітні методи агровиробництва, які сприяють зниженню негативного антропогенного впливу на ґрунти, витрат енергії та природних ресурсів. За таких умов необхідно розробляти та запроваджувати технології вирощування сільськогосподарських культур, які дозволили б знизити собівартість та оптимізувати живлення рослин. Одним з них є застосування рістрегулюючих речовин. Важливою характеристикою дії рістрегулюючих препаратів є підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів середовища, нестачі вологи, різних перепадів температурного режиму, ураження рослин хворобами і шкідниками тощо. Багатьма дослідниками, у т.ч. України та інших країн світу, встановлено, що сучасні регулятори росту здатні підвищувати врожай основних сільськогосподарських культур на 10–30%.

Ключові слова: *навколишнє середовище, ресурсозберігаючі технології, передпосівна обробка, живлення рослин, урожайність.*

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.7>

Вступ. В Україні і за кордоном проблема підвищення врожайності сільськогосподарських культур – одна із ключових в агропромисловому комплексі. Науковці удосконалюють прийоми вирощування агротехнічного процесу сільськогосподарських культур і одним із пріоритетних напрямів є зменшення хімічного навантаження на агроценози (Ohurtsov, 2015).

Впровадження у виробництво регуляторів росту рослин, які є природними або синтетичними гормоноподібними препаратами і в малих дозах прискорюють ріст і розвиток рослин, підвищують продуктивність, поліпшують якість сільськогосподарських рослин, збільшують адаптивність до стресових екологічних чинників навколишнього природного середовища. Проникаючи в рослини покращують обмін речовин, активізують біохімічні процеси та підвищують життєдіяльність рослин. Регулятори впливають на гормональну систему рослин в результаті чого прискорюють утворення нових органів рослин, починається більш раннє цвітіння та дости-

гання (Ohurtsov, 2015; Yeremko et al., 2009; Shevchenko, 1998; Anishyn et al., 2000). Завдяки регуляторам росту у рослин повністю розкривається генетичний потенціал, який створила природа та селекційна робота науковців (Ohurtsov, 2015; Ponomarenko, 2008).

Потрапляючи на поверхню рослинної тканини регулятори росту транспортуються в її клітини де виникає взаємодія з білками та рецепторами фітогормонів, які можуть впливати на конформаційний стан хроматину, який підвищує ендогенні РНК-полімераза. Під їх впливом запускається синтез рибонуклеїнової кислоти білків, і як наслідок посилюють ростові процеси у рослин (Kovtuniuk, 2018; Troian et al., 1991).

Основними складовими регуляції росту є раціональна система живлення та чітке застосування регуляторів росту рослин. Зважаючи на тенденції глобальної зміни клімату та виникнення стресових ситуацій, які відчутно проявляються в Україні, застосування комплексного використання позакореневого підживлення та сучасних

регуляторів росту рослин, здатних підвищити толерантність до стресових факторів як біотичних, так і абіотичних, є на сьогодні актуальним питанням (Butenko & Tszia, 2022; Anishyn, 2002; Humeniuk & Polyvani, 2021; Kozina, 2014; Polyvani & Holunova, 2020).

Проблема впливу рістрегулюючих препаратів на ріст і розвиток сільськогосподарських культур розглядалася у наукових працях В. В. Гамаюнової, О. А. Коваленко, Є. О. Домарацького, Ю. Є. Огурцова, С. П. Пономаренко, Л. А. Анішина, А. В. Панфілової та інші (Domaratskyi et al., 2018; Gamayunova et al., 2018; Panfilova et al., 2019; Kovalenko, 2021; Ohurtsov, 2015; Ponomarenko, 1999; Anishyn, 2008). Аналіз літературних джерел показав, що в країнах Західної Європи посіви зернових культур обробляють комплексом біорегуляторів росту рослин, що в результаті підвищує рівень їх продуктивності на 15–30%. На думку вчених саме застосування біологічних факторів інтенсифікації виробництва сільськогосподарської продукції в майбутньому сприятиме до 50% приросту та якості урожаю (Viniukov et al., 2017).

За даними Кочмарського В. та ін., протруювання насіння пшениці озимої рістрегулюючими речовинами сприяло підвищенню густоти стояння рослин при повних сходах на 29,0–32,2%, збільшенню вмісту цукрів у вузлах кушення на 2,0–2,8%, зменшенню вилягання озимини в осінньо-зимовий період на 12,6–27,8%, росту врожайності на 0,32 т/га (7,1%) (Kochmarskii et al., 2011).

Анішин Л. вказує, що під впливом дозволених та перспективних регуляторів росту врожаї досліджуваних культур зросли: ячменю ярого – на 4,4–6,0 (14,1–19,3%), гороху – на 3,1–3,6 (18,8–21,8%), насіння соняшнику – на 3,2–3,9 (16,8–18,8%) (Anishyn, 2004).

Як вказує Гринчук І. О., при застосуванні регуляторів росту (морфорегуляторів) їх рекомендують використовувати для покращення врожаїв зерна польових культур. Вони сприяють скороченню довжини міжвузлів і висоти стебла. Регулятори росту також впливають на процес кушення рослин, за рахунок формування бокових стебел, які можуть розвиватися і не відставати у рості від основного стебла, тобто кушення стає більш синхронним. При внесенні регулятору росту діаметр соломини, товщина стінок збільшується і це дає змогу рослинам ячменю ставати стійкішими до вилягання (Hrunchuk, 2017).

Внесення морфорегуляторів підвищує інтенсивність кушення, запобігає вилягання, сприяє рівномірному цвітінню і досягання зерна, підвищує стійкість до хвороб, покращує якість зерна, сприяє повній реалізації продуктивного потенціалу сорту, зменшує фінансові затрати на збирання врожаю (Kolesnikov & Ponomarenko, 2016; Kuvshynova et al., 2018).

На основі даних Карпенка В. П. доведено, що при внесенні регуляторів росту рослин посилюється ріст листового апарату, а також вони впливають на біосинтез хлорофілів, утворення хлоропластів, транспорт фотоасимілянтів та інтенсивність фотосинтезу (Karpenko, 2009).

Гамаюною В. В. та ін. встановлено, що оптимізуючі харчування рослин, використовують ресурсозберігаючі елементи, в потрібній кількості, органічні та мінеральні

добрива при вирощуванні озимих і ярих зернових культур. Для цього підбирають сучасні рістрегулюючі препарати і обробляють культури перед їх висівом в основні періоди органогенезу, як наслідок виникають сприятливі умови живлення рослин, і стійкість до несприятливих факторів навколишнього природного середовища (Gamayunova et al., 2018).

Мета статті – проаналізувати вплив рістрегулюючих препаратів на ріст і розвиток сільськогосподарських культур.

Результати. Рістрегулятори – це природні та синтетичні сполуки, які містять збалансований комплекс фіторегуляторів біологічно активних речовин, мікроелементів. Це препарати, які залежно від дозування можуть або стимулювати, або навпаки, пригнічувати процеси життєдіяльності рослин на різних етапах розвитку. Використовуючи внутрішній потенціал культур регулятори росту стимулюють їх розвиток. До природних рістрегуляторів належать гормони та інгібітори росту. Найважливіші це – ауксини, гібереліни, цитокініни. Ауксини незамінні для утворення коренів, листків та стебла. Гібереліни продовжують цей перелік корисних властивостей стимулюючи проростання насіння, порушення спокою рослин, активізують ріст стебел. Цитокініни працюють при поділі клітин, підтримують життєздатність листка та продовжують період цвітіння (Skok & Almashova, 2022; Hamaiunova et al., 2020; Skliar, 2015).

Фітогормони впливають на фізіологічні процеси, приймають участь в метаболізмі, в загальній системі регуляції, чим забезпечують функціональну цілісність рослинного організму. Всі процеси, які протікають в рослинах стимулюються регуляторами росту: цвітіння, плодоношення, дозрівання, корегують ріст рослин та інші життєві процеси (Hamaiunova et al., 2020; Konuk & Lykhochvor, 2016).

Регулятори росту в значній мірі сприяють підвищенню врожайності та поліпшують якість продукції, а саме, посилюють стійкість рослин до коливань температури навколишнього середовища, водного режиму, згладжують фітотоксичну дію пестицидів. Як правило, регулятори росту впливають в основні фази вегетації: передпосівна обробка насіння та позакореневе підживлення вегетуючих рослин, через поверхню листка, проникаючи в біохімічні реакції обміну в рослині (Hamaiunova et al., 2020).

В Україні створені регулятори росту, які своїми якостями не поступаються іноземним аналогам, а деякі за економічними та екологічними показниками перевищують закордонні, що неодноразово доведено науково-дослідними установами. Біосил, Біолан, Радостим, Емістим С та багато інших вітчизняних рістрегулюючих речовин нового покоління, які зарекомендували себе як екологічно безпечні, і в багатьох країнах визнані як високоєфективні (Ohurtsov, 2015; Ponomarenko, 2008; Ostapchuk et al., 2015).

Розробляючи екологічно безпечні ресурсозберігаючі технології для вирощування пшениці озимої в першу чергу приділяється увага застосуванню регуляторів росту та мікродобрив. Науково-виробничі дослідження

підтверджують, що їх внесення підвищує урожай зерна на 0,20–0,92 т/га або від 4 до 22%, покращує його якість та вміст сирого протеїну на 2,4%. Крім того, прискорюються біохімічні процеси, ріст рослин, польова схожість, ранні появи сходів, потовщення стебел на 15–20% збільшується площа листа за рахунок збільшення клітин в 1,4 рази, а в 1,6 рази прискорюється процес фотосинтезу, збільшенню кількості продуктивних стебел на 16,1–17,1% (Ohurtsov, 2015; Korchmarskyi & Kavunets, 2008; Popov, 2013).

Відповідно до санітарно-гігієнічної класифікації регулятори росту нового покоління відносяться до малотоксичних речовин третього і четвертого класів безпеки. У результаті їх використання не спостерігається негативного впливу на мікрофлору ґрунту, гідробіоти, вони не акумулюються у ґрунті, швидко нейтралізуються ґрунтовими сапрофітними організмами. Окрім цього, вони впливають на процес інтенсифікації фосфат мобілізуючих бактерій, різних форм симбіотичних мікроорганізмів та азотрофів, не шкодять комахам-опилювачам і компонентам навколишнього середовища (Harmash et al., 2010).

При застосуванні рістрегулюючих препаратів враховують, що кожен з них створений для інтенсифікації росту і розвитку рослин та підвищення продуктивності сільськогосподарських культур при відповідних дозах і термінах їх внесення (Mars-U – rehulator rostu roslyn, 2010). Регулятори росту дозволяють не тільки підвищити врожай, поліпшити його якість, але й прискорити строки дозрівання, підвищити стійкість рослин до несприятливих факторів середовища, зменшити і кількість використання пестицидів та добрив, значно покращити екологічний стан ґрунтів та навколишнього середовища, знизити вплив радіонуклідів. Найбільш ефективними є регулятори росту виготовлені на основі гумінових кислот (Shevchenko, 2003).

Серед регуляторів росту рослин значного поширення та попиту набули гумінові добрива, які представляють собою натуральні регулятори росту і розвитку рослин. У сільському господарстві вони використовуються на багатьох культурах і у різних ґрунтово-кліматичних умовах з метою стимулювання схожості та енергії проростання насіння, утворення й подальшого розвитку кореневої системи та надземної маси рослин, прискорення термінів дозрівання та покращення якості продукції (Riasnyi & Margenych, 2021; Stepaniuk, 2012).

Регулятори росту здатні підвищувати врожай основних польових культур на 10–30%. Застосування регуляторів росту покращує складові продуктивності рослин (висоту рослин, кількість зерен в колосі, масу 1000 зерен), підвищує врожайність культури (Billitiuk & Skurotivska, 2000; Romaniuk, 2002).

Розглянемо більш детально дію рістрегулюючих препаратів на ріст і розвиток деяких сільськогосподарських культур.

Горох. Горох – найбільш поширена кормова і продовольча культура, яка відіграє важливе агротехнічне значення у підвищенні родючості ґрунту та поліпшенні його структури. Ця культура є найкращим симбіотичним

фіксатором азоту та має потужний фітомеліоративний потенціал. Горох один з найкращих попередників колосових культур, який підвищує родючість ґрунтів, має цінні кормові і харчові якості, використовується як незамінне джерело рослинного білка. Працює як типовий азотфіксатор, особливо в умовах дефіциту мінеральних та органічних речовин, за допомогою коренів може використовувати малорозчинні та важкодоступні для злакових культур мінеральні сполуки з більш глибоких шарів ґрунту. Завдяки цьому покращується живлення рослин азотом, в ґрунті залишається понад 100 кг/га зв'язаного азоту, посилюється біологічна діяльність корисних мікроорганізмів, екологічний стан агроландшафтів відновлюється, показник мінералізації гумусу знижується (Hamaionova & Tuz, 2016; Prokopenko, 2015; Shevchuk & Didur, 2019).

Рядом вчених встановлено, що горох сорту Альфа, насіння якого перед посівом обробляють стимулюючими препаратами Івіном і Гетероауксином, в лабораторних умовах показав підвищену схожість, на 0,5–1,0 см збільшувався відсоток проростків. Оброблюючи насіння бобових кормових сорту Візир препаратами Гетероауксин, Реастим, Епінекстра і бурштинова кислота тощо, якісні показники насіння значно зростали (Shevchuk & Didur, 2019; Surzhyk et al., 2017).

На основі узагальнених даних Шевчук В. В. і Дідур І. М. встановлено, що морфогенез проростків культури гороху озимого сорту НС Мороз змінюється під впливом препаратів стимулюючої дії: подовжують і збільшують сиру масу і гіпокотиль коренів гороху озимого. Препарати Ендофіт-Л і Гуміфілд, в лабораторних умовах, підвищують схожість та енергію проростання насіння. Досліджено, що природний стимулятор росту рослин Гуміфілд ефективніше сприяє схожості та енергії проростання насіння гороху озимого сорту НС Мороз на 4%, ніж біостимулятор росту рослин широкого спектру дії Ендофіт-Л (Shevchuk & Didur, 2019).

Згідно досліджень Калитки В. В. та ін. з'ясовано, що обробка насіння гороху біологічним препаратом Ризогуміном та регулятором росту рослин Емістимом С сприяли приросту врожайності гороху на 33,4% порівняно з контролем (Karinos & Kalytka, 2016; Ishchenko, 2009).

У період гетеротрофного живлення найбільший ефект на процеси проростання насіння гороху мали препарат АКМ та його суміш з Ризобіотом. Рівень інтенсивності повного набубнявіння насіння гороху посівного був вищим при передпосівній інкрустації регулятором росту рослин АКМ порівняно із інокуляцією мікробним препаратом Ризобіот (Karinos & Kalytka, 2016).

Дослідженнями Гамаюнової В. В. підтверджено зростання врожайності зерна при передпосівній обробці насіння. Рівень врожайності гороху при використанні препарату Мочевин-К6 збільшується на 0,17 т/га, Ескорт-біо на 0,23 т/га. Підвищення врожайності сорту Оплот до 2,66–2,93 т/га, відмічається при позакореновому підживленні біопрепаратами у фазі 5–6 листків та бутонізації, і як результат – більш інтенсивна схожість насіння рослин гороху та виживаність, утворення бульбочок на коренях, покращення основних показників

якості зерна гороху, водоспоживання тощо (Hamaiunova et al., 2018).

Ячмінь ярий. Однією з провідних зернових культур півдня України є ячмінь ярий, зерно якого широко використовують для продовольчих, технічних і кормових цілей, у тому числі для виробництва перлової і ячмінної круп, але основну його кількість використовують на кормові цілі (Hamaiunova & Panfilova, 2019; Kren et al., 2015). Зростаючі потреби сучасного аграрного виробництва визначають необхідність пошуку нових шляхів і способів підвищення продуктивності сільськогосподарських культур та якості їх продукції. На формування рівнів урожайності впливають умови навколишнього середовища і наявність ресурсів, найважливішими з яких є поживні речовини, вода і світло (Hamaiunova & Panfilova, 2019; Gamayunova et al., 2018; Panfilova et al., 2019).

В. П. Карпенко і Р. М. Притуляк стверджують, що застосування Емістиму С підвищувало активність антиоксидантних ферментів у листках ячменю ярого, зокрема активність каталази зростала до контролю на 34,4%, пероксидази – 12%, аскорбатоксидази – 11,4%, поліфенолоксидази – 13,4% відповідно (Karpenko & Prytuliak, 2014).

У дослідженнях Г. А. Карпова доведено, що активність амілази підвищується в результаті екзогенної обробки насіння регулятором росту рослин Мелафен. Отримані дані перевищували контрольні на 24,9%. Посилення реакції окиснення свідчить про збільшення інтенсивності дихання, який являється показником активізації фізіологічних процесів у зародку і цілому організмі. У міру набухання насіння виявлено також посилення активності каталази. У варіанті із застосуванням Мелафену активність каталази збільшилась на 86,7%. За обробки насіння Пірофеном і Пектином контрольні дані були перевищені на 30,1 і 40,1% відповідно (Karпова & Mironova, 2008).

Соняшник. Україна залишається найбільшим виробником насіння соняшнику, який характеризується продуктивністю та прибутковістю. Нині великого значення приділяють упровадженню технології вирощування соняшнику із застосуванням елементів, якими в землеробстві є регулятори росту рослин (Almashova & Skok, 2022).

Проведення аналізу дослідження щодо внесення різних доз фунгіцидного регулятора Архітект у посівах польових культур, зокрема соняшнику, за твердженням вчених дає найкращі умови розвитку рослини, використання ними світла, поживних речовин, води та здатний усунути джерела фітопатогенів. Застосування рістрегулюючого препарату у різні фази розвитку гібридів соняшнику дає можливість формувати високі врожаї і є одним із чинників умов розвитку рослин (Kovalenko et al.).

На основі аналізу літературних джерел встановлено, що позакореневі обробки комбінованим рістрегулюючим препаратом Архітект сприяли підвищенню продуктивності усіх досліджуваних гібридів соняшнику. Найвища врожайність 2,65 т/га гібриду соняшнику Оплот спостерігалася внаслідок обробки рослин Архітектором у дозі 2 л/га у фазу 6–8 справжніх листків (Kovalenko et al.).

Результати досліджень О. Коваленка та ін. підтверджують, що обробка рослин соняшнику регулятором росту сприяла збільшенню діаметру кошиків на 6–19%. Найбільшим цей показник відмічено за обприскування посівів у фазу 6 справжніх листочків препаратом Архітект у дозі 2 л/га (Kovalenko et al.).

За результатами дослідів проведених Анішиним Л. встановлено, що серед перевірених для посівів соняшнику регуляторів росту рослин найефективнішими виявились препарати Радостим, Трептолем, Агростимулін, Протоностим, Альфастим, Біолан, Сукцин. Обробка насіння цими препаратами у дозі 20–25 мл/т сприяє підвищенню польової схожості, забезпечує ранній появі сходів, збільшує висоту рослин на 10–16 см і діаметр кошика на 4–6 см. Одночасно доведено, що під впливом даних препаратів збиральна вологість врожаю соняшника знижується на 4–8%, а швидкість та енергія проростання вирощеного насіння підвищуються порівняно з контролем на 4–6%. Завдяки зниженню збиральної вологості насіння витрати енергоносіїв на його сушіння значно скорочуються (Anishyn, 2008).

Ю. Ткаліч та А. Кохан стверджують, що обробка рослин соняшника регуляторами росту рослин протягом вегетації підвищує олійність насіння на 2,6%. Авторами доведено, що застосування регуляторів росту рослин у фазі трьох-чотирьох пар справжніх листків дає можливість рослині максимально реалізувати свій генетичний потенціал, закласти максимальну кількість квіток у зачатку кошика, процес якого завершується до фази утворення п'яти-шести пар листків (Tkalic & Kokhan, 2011).

Дослідження Л. Анішина щодо ураження рослин соняшника хворобами під впливом регуляторів росту показало, що обробка насіння препаратами Емістим, Триман і Сукцин зменшила ураження соняшнику іржею у 2,7–4,0 рази, за обприскування посівів Сукцином, Трептолемом та Агростимуліном ураження білою гниллю знизилася у 1,8–11,3 разів (Anishyn, 2004).

Згідно досліджень В. М. Сендецького встановлено, що передпосівна обробка насіння та одноразове обприскування рослин соняшнику гібриду НК Бріо регуляторами росту Вермимаг та Вермийодіс сприяла збільшенню врожайності на 9,7–12,6%, дворазове обприскування на 14,2–16,4%. За подвійної обробки насіння соняшнику регулятором росту Вермийодіс у дозі по 4 л/га врожайність збільшилась на 0,52 т/га (Sendetskyi, 2017).

Досліджено, що регулятори росту рослин Хелафіт комбі та Міфосат за одноразового обприскування під час вегетації у фазі 6–8 листків на дослідному полі ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», забезпечило кращу активність росту, збільшилась висота соняшника на 5–7 см та кількість листків – 22 шт. на 1 рослину порівняно з контролем (Domaratkyi et al., 2018).

Домарацький Є. О. та ін. вказують, що після обробки рослин регулятором росту Хелафіт комбі діаметр кошика склав 26 см, що на 40% вище за контроль. Крім того розмір кошиків залежить від фенотипічних особливостей гібриду. Крупність насіння, яке характеризується показ-

ником маса 1000 насінин, при застосуванні регуляторів росту, покращили показники якості насіння соняшнику. Так, при внесенні стимулятора Міфосат маса 1000 насінин стала більшою на 6 г ніж контроль (Domaratskyi et al., 2018).

За даними Ласло О. О., обробка насіння соняшнику регуляторами росту Поліміксобактерин, Фосфоентерин та Вимпел-К активує ґрунтову мікрофлору, сприяє мобілізації та оптимізації живлення рослин соняшнику азотом і фосфором, покращенню у них ростових процесів, підвищенню урожайності. Урожайність на гібриді Босфора підвищилася на 9–14%, на гібриді Екстрада – на 10–13%, що практично доводить ефективність інкрустації насіння (Laslo, 2022).

Комплексний рістрегуляторний препарат Хелафіт комбі при позакореновому підживленні рослин соняшника сприяв збільшенню рівня біомаси без втрат гідролізованого нітрогену в ґрунті. Це пояснюється антистрессовою дією препарату. Зменшуючи час дії стресу для рослин соняшника, можливо оптимізувати умови живлення агроценозу та зменшити винос нітрогену із ґрунту (Domaratskyi, 2018).

При 3-х кратному обробітку препаратом Нано-Гро соняшнику у всіх фазах розвитку врожайності становила 1,6 ц/га, що на 22% більше від контролю. Особливо, на початкових етапах, за рахунок збільшення кореневої системи та збільшення абсорбції поживних речовин із ґрунту (Almashova & Skok, 2022).

Пшениця озима. Пшениця озима майже в усіх областях України є основною культурою зернового господарства і використовується як для продовольчих, так і для фуражних цілей. Ще більшого значення ця культура набула після того, коли стала предметом експорту. Виникає необхідність розробки та запровадження ресурсозберігаючих елементів у технології живлення рослин сучасними препаратами у основні періоди їх вегетації (Karashchuk & Polishchuk, 2019).

Дані А. О. Шевченка свідчать, що при допосівному застосуванні біостимуляторів польова схожість насіння пшениці озимої в середньому зростає на 5%. Насіння пшениці вирощене на дослідних ділянках мало більшу абсолютну вагу, вищі показники лабораторної схожості та енергії проростання (Shevchenko & Tarasenko, 1998).

С. П. Пономаренко вважає, що при застосуванні Емістиму С зростає енергія проростання та схожість зерна пшениці озимої, формується більш розгалужена коренева система (Ponomarenko, 1999).

Із досліджень Паламарчука С. П. та ін., відомо, що Емістим С, сприяє розвитку в зоні росту кореня пшениці озимої симбіотичної мікрофлори. Прискорюються процеси розвитку рослин, раніше дозріває врожай (Palamarchuk et al., 2010).

У досліді С. А. Шумік та ін. вивчався вплив Агростимуліну, Триману та Емістиму на функціонування ферментних систем рослин пшениці озимої під час колосіння. Було встановлено, що препарати активізують нітратредуктазну систему верхівкового листка, що сприяє кращому засвоєнню рослинами азоту (Shumik et al., 1998).

Вчені Маренич М. М. та Юрченко С. О. (Marenych & Yurchenko, 2017) вважають, що агрокліматичні умови, найчастіше це дефіцит ґрунтової вологи, несприятливі для сівби пшениці озимої. Щоб отримати сильні і дружні сходи важливо застосувати стимулятори росту ще на виробництві. В своїх дослідженнях вони встановили, що обробка насіння такими препаратами як Радостим, лігнугумат калію, Гуміфілд, 1R Seedtreatment істотно збільшує шанси отримати дружні і добре розвинені сходи, які мають перспективу в подальшому покращити зимостійкість посівів і сформувати високий рівень продуктивності культури. Додавання таких препаратів до сумішей з хімічними протруйниками насіння також сприяє підвищенню польової схожості, кількості вузлових коренів порівняно з контролем та інтенсивності наростання надземної біомаси рослин (Marenych, 2017).

Алмашова В. С. при дослідженні рістрегулюючого препарату Грейнактив-С встановила, що найбільший приріст врожаю пшениці озимої був зафіксований за обробки посів у фазі кущіння, врожайність склала 2,9 ц/га, це +16% до контролю (Almashova & Skok, 2022).

С. Авраменко та ін. стверджують, що в середньому рослинна клітина пшениці озимої росте та ділиться упродовж 24 годин. Проте під час застосування розчину ВПТ, який володіє регуляторними властивостями, процес поділу клітин скорочується майже вдвічі – до 12–13 годин та прискорюється наростання біологічної маси: зокрема процес утворення корневих волосків на кореневій системі. Як результат, упродовж встановленого проміжку часу збільшується всисна ефективність кореня та зростає ефективність застосування органічних і мінеральних добрив (Avramenko et al., 2012).

Результати досліджень і виробничої перевірки підтверджують, що застосування рістрегулюючих речовин у рослинництві – це високорентабельний та один з найдоступніших агрозаходів, що забезпечує підвищення продуктивності та якості основних сільськогосподарських культур (Bairak, 2006; Vuzunnyi, 2014).

Висновки. У сучасний період господарювання слід використовувати новітні методи агровиробництва, які сприяють зниженню негативного антропогенного впливу на ґрунти, витрат енергії та природних ресурсів. За таких умов необхідно розробляти та запроваджувати технології вирощування сільськогосподарських культур, які дозволили б знизити собівартість та оптимізувати живлення рослин. Одним з них є застосування рістрегулюючих речовин. Важливою характеристикою дії рістрегулюючих препаратів є підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів середовища, нестачі вологи, різних перепадів температурного режиму, ураження рослин хворобами і шкідниками тощо. Багатьма дослідниками, у т.ч. України та інших країн світу, встановлено, що сучасні регулятори росту здатні підвищувати врожай основних сільськогосподарських культур на 10–30%.

Отже, застосування в сільськогосподарській практиці регуляторів росту рослин із різними механізмами дії є економічно вигідним і в довгостроковій перспективі забезпечує високий економічний ефект. При застосуванні

рістрегуляторів необхідно враховувати токсикологічні оцінки діючих речовин і препаратів, а також необхідно звертати увагу на надходження та трансформацію пре-

паратів у рослину, ґрунт, воду, їх вплив на мікрофлору ґрунту, хімічні показники та біологічну цінність сільсько-господарської продукції.

Бібліографічні посилання:

1. Almashova, V. S. & Skok, S. V. (2022). Efektyvnist vykorystannia biolohichnykh ta ristrehuliuiuchykh preparativ dlia vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur u zoni Pivdennoho Stepu Ukrainy [Effectiveness of application of biological preparations and plant growth regulators for growing agricultural crops in the southern steppe zone of Ukraine]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya «Ahronomiia i biolohiia»*, 1 (47), 11–17 doi: 10.32845/agrobio.2022.1.2 (in Ukrainian).
2. Andrusevich, K. V., Nazarenko, M. M., Lykholat, T. Yu. & Grigoryuk, I. P. (2018). Effect of traditional agriculture technology on communities of soil invertebrates. *Ukrainian journal of Ecology*, 8 (1), 33–40. doi: 10.15421/2017_184
3. Anishyn, L. A., Ponomarenko, S. P. & Gritsaenko, Z. M. (2008). Regulyatoryi rosta v rastenievodstve. Rekomendatsii po primeneniyu [Growth regulators in crop production. Recommendations for use]. K.: Ahrobyotekh, 31 (in Russian).
4. Anishyn, L. A. (2002). Rehulatoryi rostu roslyn: sumnivy i fakty [Plant growth regulators: doubts and facts]. *Propozytsiia*, 5, 64–65 (in Ukrainian).
5. Anishyn, L. A., Zhylkin, V. A. & Ponomarenko, S. P. (2001). Rekomendatsii po zastosuvanniu rehulyatoriv rostu roslyn u silskohospodarskomu vyrobnytstvi Ukrainy [Recommendations for the use of plant growth regulators in agricultural production of Ukraine]. *Vysokyi urozhai, K.*, 20 (in Ukrainian).
6. Anishyn, L. A., Zhylkin, V. O. & Ponomarenko, S. P. (2000). Rekomendatsii z vprovadzhennia rehulyatoriv rostu roslyn u silskohospodarske vyrobnytstvo [Recommendations on the introduction of plant growth regulators in agricultural production of Ukraine]. Kyiv: *Vysokyi vrozhai*, 32 (in Ukrainian).
7. Anishyn, L. (2004). Vitchyzniani biolohichno aktyvni preparaty prosiatsia na polia Ukrainy [Domestic biologically active drugs used in the fields of Ukraine]. *Propozytsiia*, 10, 48–50 (in Ukrainian).
8. Anishyn, L. (2008). Biostymulatory na dopomohu [Biostimulants to help]. *Ahroperspektyva*, 3, 46–47 (in Ukrainian).
9. Averchev, O. V. & Kovshakova, T. S. (2022). Vplyv biostymulyatoriv ta mikroelementiv na fenolohichni pokaznyky sortiv horokhu v umovakh pivdnia Ukrainy [The influence of biostimulants and micronutrients on the phenological characteristics of the southern varieties of peas]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 123, 3–8 doi: 10.32851/2226-0099.2022.123.1 (in Ukrainian).
10. Avramenko, S., Popov, S. & Tsekhmeistruk, M. (2012). Biostymulatory na ozymii pshenytsi [Biostimulants on winter wheat]. *Ahrobiznes sohodni*, 7, 24–26 (in Ukrainian).
11. Bailly, C. (2000). Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Seeds as affected by priming. *Seed Science Research*, 10, 35–42.
12. Bairak, N. M. (2006). Humisol – element bioorhanichnoho zemlerobstva [Humisol is an element of organic farming]. *Propozytsiia*, 4, 8–11 (in Ukrainian).
13. Bakai, I. D. & Vasylenko, M. H. (2013). Efektyvnist preparativ Humisol, Baikal, Embionik ta yikh vplyv na urozhai pshenytsi ozymoi i yaroi v umovakh pivnichnoho lisostepu Ukrainy [Effectiveness of Gumisol, Baikal, and Embionik drugs and their effect on the yield of winter and spring wheat in the conditions of the Northern Forest-Steppe of Ukraine]. *Zakhyst i karantyn roslyn*, 59, 31–36 (in Ukrainian).
14. Bakhmat, M. I., Bakhmat, O. M. & Khmelianchyshyn, Yu. V. (2022). Tekhnolohichni osnovy orhanichnoho zemlerobstva i roslynnytstva [Technological foundations of organic farming and crop production]: navchalnyi posibnyk. Kamianets-Podilskiy: TOV «Drukarnia «Ruta», 336 (in Ukrainian).
15. Barabash, M. & Krukovska, H. (2003). Vykorystannia biolohichnykh preparativ – krok do biolohichnoho zemlerobstva [The use of biological preparations is a step towards biological agriculture]. *Propozytsiia*, 4, 65–66 (in Ukrainian).
16. Bilitiuk, A. P. & Skurotivska, O. V. (2000). Rehulatoryi rostu u formuvanni vrozhaivosti [Growth regulators in yield formation]. *Zakhyst roslyn*, 10, 21–23 (in Ukrainian).
17. Bilousova, Z. V. (2019). Tekhnolohichni vlastyosti zerna pshenytsi ozymoi zalezho vid dii rehulyatora rostu ta rivnia azotnoho zhyvlennia [Technological properties of winter wheat grain depending on growth regulator and level of nitrogen nutrition]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 110(1), 19–24 doi: 10.32851/2226-0099.2019.110-1.3 (in Ukrainian).
18. Biorehulatoryi roslyn: rekomendatsii po zastosuvanniu [Plant bioregulators: recommendations for use] (2015). Kyiv: DP «Ahrobiotekh», 35 (in Ukrainian).
19. Butenko, S. O. & Tszia, PeiPei (2022). Vplyv rehulyatoriv rostu roslyn na yakist nasinnia hirchytsi v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [The influence of plant growth regulators on the quality of mustard seeds in the conditions of the north-eastern Forest steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 124, 10–18 doi: 10.32851/2226-0099.2022.124.2 (in Ukrainian).
20. Buzynnyi, M. V. (2014). Reaktsiia henotypiv ozymoi pshenytsi miakoi na stresovi umovy vehetatsii pry pidzhyvleni roslyn u rizni fazy rozvytku [Reaction of winter soft wheat genotypes to the stress conditions of the growing season in case of application fertilizers in different phases of development]. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya Ahronomiia i biolohiia*, 3 (27), 192–196 (in Ukrainian).
21. Cherenkov, A. V., Benda, R. V. & Priadko, Yu. M. (2012). Vplyv strokiv sivby ta mineralnoho zhyvlennia na formuvannia pokaznykiv yakosti zerna yachmeniu ozymoho [Impact of sowing time and mineral nutrition on the formation of grain quality indicators of winter barley]. *Biuletyn Instytutu silskoho gospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*, 2, 72–75 (in Ukrainian).

22. Chernobai, S. V. (2014). Formuvannya pokaznykiv yakosti zerna yachmeniu yaroho za vplyvu normy vysivu ta pozakorenevnykh pidzhyven [Formation of quality Indicators of spring barley under the influence of sowing rate and foliar fertilization]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia*, 4, 163–169 (in Ukrainian).
23. Domaratskyi Ye. O., Bazalii V. V. & Domaratskyi O. O. (2019). Produktyvniest ripaku ozymoho zalezno vid azotnoho zhyvlennia ta ristrehuliuiuchykh preparativ za umov klimatychnykh zmin [The productivity of winter rape depending on nitrogen nutrition and growth regulating fertilizers under climate change conditions]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia*, 1, 53–62 doi: 10.31521/2313-092X/2019-1(101)-8 (in Ukrainian).
24. Domaratskyi, O. O., Revto, O. Ia. & Khomyn, I. O. (2018). Vplyv rehulatoriv rostu na rist, rozvytok ta formuvannya vrozhnosti soniashnyku hibryda Forward v umovakh nedostatnoho zvolozhennia Pivdennoho Stepu Ukrainy [Influence of growth regulators on the development and forming of crop capacity of the sunflower of Forward hybrid under conditions of insufficient moisture of Southern Steppe in Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 100(1), 51–56 (in Ukrainian).
25. Domaratskyi, Ye. O. (2018). Vplyv ristrehuliuiuchykh preparativ ta mineralnykh dobryv na pozhyvnyi rezhym soniashnyka [Impact of growth regulators and mineral fertilizers on the nutritional regime of sunflower]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*, 1 (71). URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2018_1_20 (in Ukrainian).
26. Gamayunova, V. (2018). Znachenie optimizatsii pitaniya v stabilnosti formirovaniya urozhnosti zernovykh kultur v zone Yuga Ukraini [Role of nutrition optimization in the stability of grain yield formation in the Southern Region of Ukraine]. *Stiinta agricola*, 2, 24–29 (in Russian).
27. Hamaiunova, V. ta in. (2020). Vplyv optymizatsii zhyvlennia na produktyvnist yarykh oliinykh kultur na chornozemi pivdennomu v zoni Stepu Ukrainy pid vplyvom biopreparativ [The influence of nutrition optimization on the productivity of spring oil crops on the southern chernozem in the zone of Ukrainian steppe under the influence of biopreparations]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho aharnoho universytetu*, 24, 112–118 doi: 10.31734/agronomy2019.01.112 (in Ukrainian).
28. Hamaiunova, V. V. & Kudrina, V. S. (2018). Vodospozhyvannya soniashnyku zalezno vid zastosuvannya biopreparativ za vyroshchuvannya v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Water consumption of sunflower, depending on the use of biological products when grown in the Southern Steppe of Ukraine]. *Naukovi horizonty*, 7–8(70), 27–35 (in Ukrainian).
29. Hamaiunova, V. V. & Panfilova, A. V. (2019). Efektyvnist zastosuvannya ristrehuliuivalnykh preparativ za vyroshchuvannya yachmeniu yaroho v Pivdennomu Stepu [The effectiveness of the use of growth-regulating drugs when growing spring barley in the conditions of the Southern Steppe]. *Zemlerobstvo*, 1 (96), 40–46 (in Ukrainian).
30. Hamaiunova, V. V. & Tuz M. S. (2016). Vplyv elementiv tekhnologii vyroshchuvannya na produktyvnist elementiv tekhnologii vyroshchuvannya na produktyvnist elementiv vyroshchuvannya na produktyvnist sortiv horokhu v Pivdennomu Stepu [Impact of cultivation technology elements on the capacity of cultivation technology elements on the yielding capacity of pea varieties in the Southern Steppe]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*, 1, 46–57 (in Ukrainian).
31. Hamaiunova, V. V., Kasatkina, T. O. & Baklanova, T. V. (2021). Otsinka efektyvnosti vykorystannya biopreparativ u vyroshchuvanni yachmeniu yaroho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Agroeconomic assessment of utilization biologics in the cultivation of spring barley in the conditions of the southern Steppe of Ukraine]. *Agrology*, 4, 2, 65–70 doi: 10.32819/021008 (in Ukrainian).
32. Hamaiunova, V. V., Tuz, M. S., Bazalii, S. Yu, Antonov, A. F., Lopatina, H. Yu. & Kyselov, A. O. (2018). Zhyvlennia bobovykh kultur z vykorystanniam suchasnykh ristrehuliuiuchykh preparativ na Pivdni Ukrainy [Nutrition of leguminous crops with the application of modern growth regulators in the South of Ukraine]. *Svitovi roslynni resursy: stan ta perspektyvy rozvytku: materialy IV Mizhnar. nauk.-prak. konf., prysviachenoj 95-richchuu sortovyprobuвання v Ukraini, 7 chervnia 2018 r. Kyiv, 197–199* (in Ukrainian).
33. Harmash, S. N. (2010). Perspektivi vnedreniya prirodnogo regulatora rosta biogumata v selskom khozyaistve [Prospects for the Introduction of BioGumat, as a Natural Growth Regulator, in Agriculture]. *Huminovi rehovyny i fitohormony v silskom hospodarstvi: materialy V Mizhnar. konf. Radostim-DDAU*, 102–103 (in Russian).
34. Hrynychuk, I. O. (2017). Vplyv vodorozchyennykh dobryv na urozhnist yachmeniu yaroho v umovakh doslidnoho polia VNAU [Impact of water-soluble fertilizers on yielding capacity of spring barley in the conditions of the experimental field of Vinnitsa National Agrarian University]. *Napriamy doslidzhen v ahrarnii nautsi: stan ta perspektyvy: zbirnyk naukovykh prats Vseuk. nauk. konf. aspirantiv, mahistriv ta studentiv, 23 bereznia 2017 r., Vinnytsia*, 18–19 (in Ukrainian).
35. Humeniuk, I. O. & Polyvanyi, S. V. (2021). Diia khloremkvatkhloridu na morfohenez ta produktyvnist roslyn hirschytsi biloi [Effect of chloremkvatkhloride on morphogenesis and productivity white mustard plant]. *Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal «Hraal nauky»*, 7, 134–136 doi: 10.36074/grail-of-science.27.08.2021.023 (in Ukrainian).
36. Hutsol, V. H. (1998). Efektyvnist rehulatoriv rostu na posivakh ozymoi pshenytsi ta kukurudzy [Effectiveness of growth regulators on winter wheat and corn crops]. *Rehulatory rostu v zemlerobstvi*. K.: Nauka, 44–48 (in Ukrainian).
37. Ishchenko, V. A. (2009). Urozhnist nasinnia horokhu pry zastosuvanni biologichno aktyvnykh rehovyn v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy [Yielding capacity of pea seeds with the application of biologically active substances in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine]. *Visnyk Donetskoho natsionalnoho universytetu. Ser. A: Pryrodnychi nauky*, 1, 557–561 (in Ukrainian).
38. Iskakova, O. & Gamajunova, V. (2021). Using Biopreparations to optimize potato nutrition in the Southern Steppe of Ukraine. *AgroLife Scientific Journal*, 10, 1, 109–115. doi: 10.48077/sciHor.24(8).2021.47-55
39. Kalenska, S. M. (2002). Rehulatory rostu roslyn ta formuvannya adaptivnykh reaktsii roslyn do posukhy [Plant growth regulators and formation of adaptive responses of plants to drought]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 58, 11–17 (in Ukrainian).

40. Kalenska, S. M., Tokar, B. Yu. & Tasheva, Yu. V. (2015). Upravlinnia stiikistiu roslyn zernovykh kultur do vyliahannia [Management of plant resistance of grain crops to lodging]. *Nauk. Visnyk NUBIP. Seria Ahronomiia*, 210, 1, 22–30 (in Ukrainian).
41. Kalytka, V. V. & Zolotukhina, Z. V. (2012). Produktivnist pshenytsi ozymoi za peredposivnoi obrobky nasinnia antystresovoiu kompozytsiieiu [Yielding capacity of winter wheat after pre-sowing seed treatment with anti-stress composition]. *Naukovi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Ser. Ahronomiia*, 162, 1, 93–99 (in Ukrainian).
42. Kapinos, M. V. & Kalytka, V. V. (2016). Vplyv rehulatoriv rostu roslyn i mikrobynykh preparativ na prorostannia nasinnia ta pochatkovyi rist horokhu posivnoho (*Pisum sativum* L.) [Influence of growth regulators and microbial preparations on seed germination and initial growth of peas (*Pisum sativum* L.)]. *Tavriiskyi naukovi visnyk*, 96, 66–73 (in Ukrainian).
43. Karashchuk, H. V. & Polishchuk, O. V. (2019). Urozhai i yakist zerna sortiv pshenytsi ozymoi zalezho vid rehulatoriv rostu roslyn pid chas zroshennia na Pivdni Ukrainy [Yield and quality of the grain of varieties of the winter wheat depending on plant growth regulators under irrigation in the South of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovi visnyk*, 105, 90–94 (in Ukrainian).
44. Karpenko, V. P. & Prytuliak, R. M. (2014). Fiziologichni zminy u roslynakh yachmeniu yarocho za dii biologichno aktyvnykh rehovyn [Physiological changes in plants of spring barley under the influence of biologically active substances]. *Visnyk Umanskoho NUS*, 1, 60–65 (in Ukrainian).
45. Karpenko, V. P. (2009). Intensyvni protsesiv lipoperoksydatsii ta stan antyoksydantnykh system zakhystu yachmeniu yarocho za dii herbitsydu Hranstar 75 i rehulatora rostu roslyn Emistym S [Intensity of lipid peroxidation processes and state of antioxidant defense systems of spring barley under the action of Granstar 75 herbicide and Emistym C plant growth regulator]. *Zbirnyk nauk. prats Umanskoho DAU*, 72, 1, 30–39 (in Ukrainian).
46. Karpova, G. A. & Mironova, M. Ye. (2008). Effektivnost obrabotki semyan yachmenya regulyatorami rosta i bakterialnimi preparatami [Effectiveness of treatment of barley seeds with growth regulators and bacterial preparations]. *Zemlerobstvo*, 3, 39–40 (in Russian).
47. Klymenko, I. I. (2015). Vplyv rehulatoriv rostu roslyn i mikrobdobryv na urozhainist nasinnia linii ta hibrydiv soniashnyku [Influence of plant growth regulators and microfertilizers on yield of seed lines and hybrids of sunflower]. *Selektsiia ta nasinnystvo. Vyp.*, 107, 183–188 (in Ukrainian).
48. Kochmarskii, V., Solenaya, V. & Khomenko, V. (2011). Yarovaya pshenitsa: adaptivnost k stressam [Spring wheat: adaptability to stress]. *Zerno*, 12, 14–17 (in Russian).
49. Kohut, I. M., Shchetinikova, L. A. & Valentiuk, N. O. (2021). Rehulatory rostu yak faktor vplyvu na produktivnist yachmeniu ozymoho v umovakh Pivdennoho Stepu [Growth regulators as a factor of influence on winter barley productivity under the conditions of the Southern Steppe]. *Tavriiskyi naukovi visnyk*, 119, 40–48 doi: 10.32851/2226-0099.2021.119.6 (in Ukrainian).
50. Kolesnikov, M. O. & Ponomarenko, S. P. (2016). Vplyv biostymulatoriv Stympe ta Rehoplant na produktivnist yachmeniu yarocho [The effect of Stympe and Rehoplant biostimulators on spring barley productivity]. *Ahrobiolohiia*, 1, 81–86 (in Ukrainian).
51. Kolpakova, O. S. (2014). Ozyma pshenytsia v umovakh pivdnia: vplyv pryiomiv sortovoi ahrotekhniki na vrozhainist [Winter Wheat in the conditions of the South: impact of varietal farming techniques on yield]. *Ahronom*, 1, 84–85 (in Ukrainian).
52. Konyk, H. S. & Lykhochvor, A. M. (2016). Porivnialna produktivnist yarykh oliinykh kultur na temno-siromu grunti Zakhidnoho Lisostepu [Comparative efficiency of spring oilseed crops in dark gray soil of Western Steppe]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*, 49–58 (in Ukrainian).
53. Korchmarskyi, V. S. & Kavunets, V. P. (2008). Biologizatsiia elementiv nasinnyskoi tekhnologii ozymoi ta yarei pshenytsi yak sposobu adaptatsii do umov vyroshchuvannia [Biologization of elements of seeding technology of winter and spring wheat as a method of adaptation to growing conditions]. *Visnyk Bilotserkivskoho derzhavnogo ahrarynogo universytetu*, 52, 31–35 (in Ukrainian).
54. Kovalenko, O., Shapovalova, S., Neroda, R. & Vasyliev, Ye. (2021). Vplyv rehulatoriv rostu roslyn na produktivnist hibrydiv soniashnyku [The influence of plant growth regulators on the productivity of sunflower hybrids]. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/11634/1/Sbornik-1-61-65.pdf> (in Ukrainian).
55. Kovtuniuk, Z. I. (2018). Dynamika narostannia biometrychnykh pokaznykiv roslyn kapusty kolrabi pid dieiu rehulatoriv rostu [Dynamics of growth of biometric parameters of kohlrabi plants under the action of growth regulators]. *Tavriiskyi naukovi visnyk*, 103, 69–74 (in Ukrainian).
56. Kozina, T. V. (2014). Vplyv rehulatora rostu «Vermibiomag», strokiv sivby i norm vysivu na nasinnievu produktivnist hirchytis biloi v umovakh Lisostepu zakhidnoho [Impact of «Vermibiomag» growth regulator, sowing dates and sowing rates on seeding capacity of white mustard (*Sinapis alba*) in the conditions of the Western Forest-Steppe]. *Zbirnyk naukovykh prats PDATU*, 22, 77–81 (in Ukrainian).
57. Kren, J. (2015). Influence of sowing, nitrogen nutrition and weather conditions on stand structure and yield of spring barley. *Cereal research communications*, 43(2), 326–335.
58. Kuvshynova, A. O. (2018). Znachennia suchasnykh biopreparativ u formuvanni vrozhaiu zerna sortiv yachmeniu ozymoho na pivdni Ukrainy [Role of modern biological drugs in the formation of yielding capacity of winter barley varieties in the South of Ukraine]. *Efektivne funktsionuvannia ekolohichnostabilnykh terytorii u konteksti stratehii stiikoho rozvytku: ahroekolohichni, sotsialni ta ekonomichni aspekty: zbirnyk materialiv II-oi Mizhnar. nauk.-prakt. inter.-konf.*, 28 lyst. 2018 r. Poltava, 95–97 (in Ukrainian).
59. Laslo, O. O. (2022). Pokaznyky efektyvnosti zastosuvannia rehulatoriv rostu roslyn u tekhnologii vyroshchuvannia soniashnyku za umov hlobalnykh klimatychnykh zmin [Indicators of efficiency of application of plant growth regulators

- in sunflower growing technology in the conditions of global climate change]. *Visnyk PDAA*, 2, 107–112 doi: 10.31210/visnyk2022.02.12 (in Ukrainian).
60. Lisetskiia, F. & Pichura, V. (2016). Steppe Ecosystem Functioning of East European Plain under Age-Long Climatic Change Influence. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(18), 1–9. doi: 10.17485/ijst/2016/v9i18/93780.
61. Lykhochvor, V. (2003). Zastosuvannia rehulatoriv rostu roslyn (morforehulatoriv, retardantiv) na posivakh zernovykh kultur [Application of plant growth regulators (morphoregulators and retardants) on grain crops]. *Propozytsiia*, 4, 56–57 (in Ukrainian).
62. Marenych, M. M. & Yurchenko, S. O. (2017). Vplyv doposivnoi obrobky nasinnia biolohichno aktyvnymy rehovynamy na rist i rozvytok roslyn pshenytsi ozymoi na pochatkovykh stadiiakh [Influencing of pre-sowing seed treatment with the biologically active substances on growth and development of plants of wheat winter on the initial stages]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1–2, 38–42 (in Ukrainian).
63. Marenych, M. M. (2017). Peredposivna obrobka nasinnia yak element upravlinnia produktyvnym potentsialom pshenytsi ozymoi [Presowing treatment of seeds as an element of management of the productive potential of winter wheat]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 4, 42–46 (in Ukrainian).
64. Mars-U – rehulator rostu roslyn [Mars-U is a plant growth regulator] (2010). *Ahrarnyk*, 14, 34 (in Ukrainian).
65. Mykhailenko, S. V. (2008). Tekhnolohiia vyroshchuvannia pyvovarnoho yachmeniu z vykorystanniam rehulatoriv rostu [Technology of malting barley growing with the application of growth regulators]. *Zakhyst i karantyn roslyn*, 54, 299–305 (in Ukrainian).
66. Ohurtsov, Yu. Ye. (2015). Zastosuvannia rehulatoriv rostu roslyn ta mikrodbryvya pry vyroshchuvanni pshenytsi ozymoi v umovakh skhidnoi chastyny Lisostepu Ukrainy [Application of plant growth regulators and trace fertilizers in the cultivation of winter wheat in the conditions of the Eastern Part of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*, 91, 62–66 (in Ukrainian).
67. Ostapchuk, M. O. (2015). Vykorystannia biopreparativ – perspektyvnyi napriamok vdoskonalennia tekhnolohii [The use of biological preparations is a promising direction of technology improvement]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo. Roslynytstvo, suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku*, 2, 5–17 (in Ukrainian).
68. Ostapov, V. I., Lorynets, F. A. & Rudakov, Yu. M. (2001). Urozhainist ozymoi pshenytsi v zalezhnosti vid poperednykiv, obrobittu gruntu ta dobryv na zvychainomu chornozemi pivnichnoho Stepu Ukrainy [Yielding capacity of winter wheat depending on predecessors, tillage and application of fertilizers on ordinary black soil of the Northern Steppe of Ukraine]. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu*, 1, 75–77 (in Ukrainian).
69. Palamarchuk, V. D. (2010). Ekoloho-biolohichni ta tekhnolohichni pryntsyipy vyroshchuvannia polovykh kultur [Ecological, biological and technological principles of field crops growing]. *Vinnytsia: FOP Danyliuk*, 636 (in Ukrainian).
70. Panfilova, A. (2019). Formation of photosynthetic and grain yield of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) depend on varietal characteristics and plant growth regulators. *Agronomy Research*, 17(2), 608–620. doi: 10.15159/AR.19.099
71. Polyvani, S. V. & Holunova, L. A. (2020). Anatomichni osoblyvosti budovy lystkovoho aparatu roslyn hirchtytsi biloi za dii stymulatoriv rostu [Anatomical peculiarities of leaf apparatus structure of white mustard under the action of growth regulators]. *Biolohiia ta ekolohiia*, 1–2, 6, 48–50 (in Ukrainian).
72. Ponomarenko, S. P. (1999). Rehulatory rostu. Ekolohichni aspekty zastosuvannia [Growth regulators. Environmental aspects of application]. *Zakhyst roslyn*, 12, 15 (in Ukrainian).
73. Ponomarenko, S. P. (2008). Biostymulatsiia v roslynytstvi – ukrainskyi proryv [Biostimulation in crop production is a Ukrainian breakthrough]. *Biologicheskie preparaty v rastenievodstve: materialy Mezhdunar. konf., Radostim. K.*, 45–48 (in Ukrainian).
74. Popov, S. I., Buriak, Yu. I., & Ohurtsov, Yu. Ye. (2013). Zastosuvannia rehulatoriv rostu roslyn u nasinytstvi zernovykh kolosovykh ta krupianykh kultur [Application of plant growth regulators in the seeding of grain and cereal crops]. *Metodychni rekomendatsii. Kharkiv*, 78 (in Ukrainian).
75. Prokopenko, O. M. (2015). Silske hospodarstvo Ukrainy [Agriculture of Ukraine]. *Statystychnyi zbirnyk za 2014 rik. Kyiv*, 552 (in Ukrainian).
76. Riasnyi, B. Yu. & Marenych, M. M. (2021). Zastosuvannia rehulatora rostu roslyn u posivakh pshenytsi ozymoi [Application of plant growth regulator in winter wheat crops]. *Suchasni aspekty i tekhnolohii u zakhysti roslyn: materialy Mizhnar. nauk.-prakt. intern.-konf., 26 lystop. 2021 r. Poltava, PDAA*, 92–93 (in Ukrainian).
77. Romaniuk, N. ta in. (2002). Vplyv rehulatoriv rostu lvinu ta Emistymu S na rist ta vrozhainist roslyn morkvy (*Daucus sativus*) [The effect of growth regulators lvin and Emistim C on the growth and yield of carrot plants (*Daucus sativus*)]. *Visnyk Lvivskoho universytetu*, 31, 283–292 (in Ukrainian).
78. Rudnyk, O. I. & Karazhbei, H. M. (2013). Stan i perspektyvy sortovykh resursiv soniashnyku v Ukraini [Status and prospects of varietal resources of sunflower in Ukraine]. *Ahronom*, 1, 186–188 (in Ukrainian).
79. Sendetskyi, V. M. (2017). Vplyv rehulatoriv rostu na vrozhainist soniashnyku za vyroshchuvannia v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Sunflower yields death from the application of growth regulators in the conditions of the forest-steppe of the West]. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Serii: Ahronomiia*, 269, 53–61 (in Ukrainian).
80. Shevchenka, A. O. (1998). Rehulatory rostu roslyn v zemlerobstvi [Plant growth regulators in agriculture]. *Zbirnyk naukovykh prats., K.*, 143 (in Ukrainian).
81. Shevchenko, A. O. & Tarasenko, V. O. (1998). Rehulatory rostu v roslynytstvi – efektyvnyi element silskohospodarskykh tekhnolohii. Stan i perspektyvy [Growth regulators in crop production are an effective element of agricultural technologies. Status and prospects]. *Rehulatory rostu roslyn u zemlerobstvi. K. : Nauka*, 8–14 (in Ukrainian).

82. Shevchenko, A. O. (2003). Osoblyvosti posivnoi ozymoi pshenytsi v osinnii period 2003 r. [Features of sowing winter wheat in the autumn period of 2003]. *Propozytsiia*, 8/9, 36–37, 39 (in Ukrainian).
83. Shevchuk, V. V. & Didur, I. M. (2019). Diia rehulatoriv rostu roslyn na morfohenez prorostkiv i laboratornu skhozhist nasinnia horokhu ozymoho sortu NS Moroz [Influence of plant growth regulators on seedlings morphogenesis and laboratory seed germination of winter pea of variety NS Moroz]. *Visnyk Umans'koho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*, 2, 48–53 doi: 10.31395/2310-0478-2019-2-48-53 (in Ukrainian).
84. Shumik, S. A. (1998). Vyvchennia osoblyvostei dii rehulatoriv rostu na adaptivni vlastyvoli zernovykh kultur [Study of the peculiarities of the effect of growth regulators on the adaptive properties of grain crops]. *Rehulatory rostu roslyn u zemlerobstvi: zb. nauk. prats. Kyiv*, 40–44 (in Ukrainian).
85. Skachok, L. M., Potapenko, L. V. & Yarosh, T. M. (2008). Efektyvnist biolohichnykh dobryv i stymulatoriv rostu na polovykh kulturakh [Effectiveness of biological fertilizers and growth stimulants on field crops]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*, 7, 122–130 (in Ukrainian).
86. Skliar V. H. (2015). *Ekolohichna fiziolohiia roslyn [Ecological physiology of plants]. Universytetska knyha, Sumy*, 271 (in Ukrainian).
87. Skok, S. V. & Almashova, V. S. (2022). Dotsilnist zastosuvannia fitohormoniv ta mikro-dobryv u silskohospodarskomu vyrobnytstvi [Reasonableness of applying phytohormones and micro-fertilizers in agricultural production]. *Ahrarni innovatsii*, 14, 103–108. doi: 10.32848 agrar.innov.2022.14.15 (in Ukrainian).
88. Stepaniuk, O. (2012). Humaty – pohliad suchasnosti [Humat is a view of modernity]. *Ahrobiznes sohodni*, 12, 24–26 (in Ukrainian).
89. Surzhyk, O. P. (2017). Produktyvnist roslyn redysu sortu Speka za dii rehulatoriv rostu [Yielding capacity of Speka radish under the Influence of growth regulators]. *News of science and education*. 8. 2. 52–54 (in Ukrainian).
90. Tkalenko A. & Serhyenko V. (2010). Rehulatory rosta y sfera ykh vliianyia [Growth regulators and their sphere of influence]. *Ohorodnyk*, 4, 16–18 (in Russian).
91. Tkalich, Yu. & Kokhan, A. (2011). Fiziolohichno aktyvni rehovyny v tekhnolohii vyroshchuvannia soniashnyku [Physiologically active substances in sunflower cultivation technology]. *Propozytsiia*, 5, 86–87 (in Ukrainian).
92. Troian, V. M., Yavorska, V. K., Ponomarenko, S. P. (1991). Teoretychni osnovy zastosuvannia rehulatoriv rostu 2,6 dymetylpiry-dyn-Noksydu v roslynnytstvi [Theoretical principles of the application of growth regulators 2,6 dimethylpyridine n-oxide in crop production]. *Fiziologiia i biokhimiia kulturnykh rastenii: Kyev*, 5, 23. 468–473 (in Ukrainian).
93. Vasylenko, M. H. (2017). Orhano-mineralni dobryva i rehulatory rostu roslyn v orhanichnomu zemlerobstvi [Organic and mineral fertilizers and plant growth regulators in organic farming]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 2, 11–18 (in Ukrainian).
94. Viniukov, O. O. (2018). Vplyv orhanichnykh dobryv ta biostymulatoriv na rist i rozvytok roslyn yachmeniu yaroho v umovakh Donetskoi oblasti [Effect of organic fertilizers and biostimulants on the growth and development of spring barley plants in the Donetsk region]. *Tavriiskyi naukovi visnyk*, 103, 10–16 (in Ukrainian).
95. Viniukov, O. O., Korobova, O. M., Bondareva, O. B. & Konovalenko, P. V. (2017). Vykorystannia bio ta ristrehuliuichnykh preparativ dlia pidvyshchennia produktyvnosti ta yakosti zerna yachmeniu yaroho [Application of biostimulants and growth regulators to increase the yielding capacity and quality of spring barley]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, 3, 46–50 (in Ukrainian).
96. Yarchuk, I. I., Melnyk, T. V. & Morhun, O. V. (2020). Vplyv polikomponentnykh ristrehulatoriv na zymostiikist i produktyvnist pshenytsi tverdoi ozymoi [Influence of multicomponent growth regulators on winter resistance forming and productivity of winter wheat]. *Zernovi kultury*, 2, 4, 263–271 doi: 10.31867/2523-4544/0134 (in Ukrainian).
97. Yastrub, T. O. (2016). Toksykolo-hihienichna otsinka rehulatoriv rostu roslyn na osnovi hibereliniv [Toxicological-hygienic evaluation of plant growth regulators based on gibberellins]. *Ukrainskyi zhurnal z problem medytsyny pratsi*, 3(48), 20–29 (in Ukrainian).
98. Yeremenko, O. A. (2017). Osoblyvosti fotosentetychnoi diialnosti hibrydiv soniashnyku (*Helianthus annuus* L.) (F1) zalezno vid dii rehulatora rostu roslyn v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Features of photosynthetic activity of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) (F1) depending on the effect of a plant growth regulator under the conditions of the southern Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovi visnyk*, 98, 57–63 (in Ukrainian).
99. Yeremko, L. S. ta in. (2009). Produktyvnist okremykh silskohospodarskykh kultur za zastosuvannia rehulatoriv rostu roslyn [Yielding capacity of certain agricultural crops with the use of plant growth regulators]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 1, 43–45 (in Ukrainian).
100. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Butylo, A. P. & Opryshko, V. P. (2013). *Zemlerobstvo [Farming]. Kyiv: Lazuryt-Polihraf*, 376 (in Ukrainian).
101. Zaiets, S. O. (2018). Pidzhyvlennia ozymoho yachmeniu riznymy vydamy azotnykh dobryv [Fertilization of winter barley with various types of nitrogen fertilizers]. *Ahronom*, 2018, 4 (62), 76–78 (in Ukrainian).

Yevtushenko O. T., PhD (Agricultural Sciences), Kherson State Agrarian and Economic University, Kropyvnytskyi-Kherson, Ukraine

Skok S. V., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Kherson State Agrarian and Economic University, Kropyvnytskyi-Kherson, Ukraine

The impact of growth regulators on growth and development of agricultural crops (Overview)

An important aspect of the mode of action of growth regulators is increase in the plants persistence to such adverse environmental factors as high and low temperatures, lack of moisture, phytotoxic effects of pesticides, damage caused by pests and diseases, which ultimately contributes to a significant increase in yield and improvement of product quality. The most effective and cost-efficient ways of the usage of growth regulators are pre-sowing seed treatment and foliar fertilization of crop plants in the main phases of vegetation. Being on the leaf surface, growth regulators penetrate into its tissues and are involved in the biochemical exchange reactions in the plant.

According to the sanitary and hygienic classification, growth regulators of new generation belong to low-toxic substances of the third and fourth toxicity categories. There is no negative impact on soil microflora and soil hydrobiota in the result of their application as they do not accumulate in the soil and are quickly neutralized by soil saprophytic organisms. Besides, they affect the process of intensification of phosphate mobilizing bacteria, various forms of symbiotic microorganisms and azospirillum and do not harm pollinating insects and environment.

The technological elements with a significant reduction in energy consumption should be used at the modern stage of economy management. Under such conditions, it is necessary to develop and introduce the technological elements that would allow improving and optimizing plant nutrition at low costs. One of them is application of growth regulators. An important characteristic of the mode of action of growth regulators is increase in the plant resistance to adverse environmental factors, lack of moisture, temperature dropping, plants damages and affects caused by diseases and pests, etc. Many researchers, including in Ukraine and in other countries of the world, have established that modern growth regulators are capable to increase a yielding capacity of major agricultural crops by 10–30%.

Key words: environment, resource-saving technologies, pre-sowing treatment, plant nutrition and yielding capacity.

ВИДОВІ ТА СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Колосок Володимир Григорович

аспірант

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0001-5550-6058

kolosok.vova@ukr.net

Бутенко Сергій Олександрович

доктор філософії, асистент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-9925-3029

serg101983@ukr.net

У статті наведено особливості формування показників якості насіння залежно від виду та сорту гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України. Об'єкт дослідження – процес формування якості насіння гірчиці білої, сизої та чорної залежно від сортових особливостей та погодно-кліматичних умов. Предмет дослідження – сорти гірчиці білої (Біла принцеса, Еталон, Запоріжанка, Підпечерецька, Ослава), сорти гірчиці сизої (Деметра, Мрія, Пріма, Ретро, Роксолана, Росава, Феліція, Чорнява, Романтика), сорти гірчиці чорної (Вікторія, Софія), погодно-кліматичні умови, вміст білку та олії.

Експериментальні дослідження проводилися в польових умовах навчально-науково-виробничого комплексу (ННВК) Сумського НАУ впродовж 2020–2022 рр. Грунт дослідної ділянки – чорнозем типовий глибоко середнього-мусовий крупнопилувато-середньосуглинковий на лесових породах.

За результатами розрахунку гідротермічного коефіцієнта було встановлено, що періоди вегетації 2020 р. та 2021 р. слід класифікувати як нормальні (ГТК=1,02–1,03). Водночас надмірна кількість опадів у квітні та червні 2022 року обумовила загальний ГТК на рівні 1,32, що відповідає вологим умовам. Найвищий показник маси 1000 шт. насінин був у гірчиці білої (4,6 г). У розрізі сортів: Біла принцеса та Запоріжанка (4,9 г); Талісман (4,8 г). Суттєво менші показники отримали у гірчиці чорної (3,8 г) та гірчиці сарептської (3,2 г). Доведено, що умови вологого 2022 року сприяли формуванню більш виповненого насіння (4,8 г) гірчиці білої, ніж у сухі 2020 та 2021 роки (4,3–4,6 г). Гірчиці сарептської та гірчиці чорної більш сприятливим виявились посушливий 2021 рік (маса 1000 насінин 3,3 та 4,0 г відповідно). Виявлено, що більший вміст протеїну було сформовано в насінні гірчиці чорної (32,3%) та гірчиці білої (32,4%). Максимальні значення (понад 33,0% протеїну) отримано в сортів Запоріжанка, Підпечерецька та Еталон. Мінімальний вміст білку розраховано у гірчиці сарептської (середньому по сортам – 28,0%). Максимальний показник вмісту жиру отримано у гірчиці сарептської (38,0%). Істотно менші середні значення розраховано у гірчиці чорної (30,5%) та гірчиці білої (28,2%). В розрізі досліджуваних сортів найвищу олійність мало насіння сортів Пріма та Ретро (понад 40,0%). За метеорологічних умов 2021 року отримано вищий вміст жиру: гірчиці білої – 28,6%; гірчиці сарептської – 39,5%. У гірчиці чорної максимальна олійність (31,1%) виявлена в умовах найбільш посушливого 2020 року.

Ключові слова: гірчиця, види, сорти, погодні умови, якість насіння, маса 1000 насінин, вміст протеїну, вміст жиру.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.8>

Вступ. За сучасних умов інтенсифікації агропромислового виробництва сьогоденні реалії життя все більше переконують людство у необхідності використання не тільки високоенергетичних продуктів а і з певним складом жирних кислот (Poliakov, 2009; Jia & Melnyk, 2021).

Погодно-кліматичні умови України дозволяють вирощувати гірчицю сизу, гірчицю білу та гірчицю чорну. Універсальність культури гірчиці обумовлюється широким спектром використання, як вегетативної маси на зелений корм, так і насіння. Зелена маса є добрим кормом для тварин та відмінним сидератом. З насіння отримують олії, гірчичний порошок, тощо (Kozina, 2015; Li, 2015). Поряд з цим, рослини гірчиці відіграють важливу роль в парфумерії та традиційній медицині. Широке використання гірчичної олії в маргариновій та миловар-

ній промисловості. Антисептичні властивості, які базуються на специфічному хімічному складі та наявності ефірної олії обумовлюють широке використання для консервування продуктів. Рядом науковців доведено високоефективне використання гірчичного шроту, як джерела природного харчового консервування (Din et al., 2011; Butenko et al., 2022).

Головним продуктом переробки насіння гірчиці є олія. Важливою особливістю її є найвищий кислотний показник і довше за інші рослинні олії зберігання, вона повільно окислюється. Також особливістю є – багатий на жиророзчинні вітаміни склад (A, B₆, PP, D, T, R та P).

Гірчична олія складається в основному з ненасичених жирних кислот. Домінуючою кислотою є лінолева кислота (яка відноситься до групи Омега – 6) та ліноленова кислота, аналогічна за своєю дією на організм людини полі-

ненасичених кислот Омега – 3, що містяться в риб'ячому жиру та лляній олії (Наврусьиук, 2001; Butenko & Jia, 2022).

Таким чином, якість продукції гірчиці залежить як вивченості насіння, так і від хімічного складу. Слід наголосити, що вивченням видових та сортових особливостей гірчиці (біла, сиза та чорта) в умовах північно-східного Лісостепу України не проводився. Отже, аналіз даного питання є досить важливим і робить актуальними дослідження в цьому напрямку.

Метою досліджень є визначення показників якості насіння залежно від виду та сорту гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України.

Матеріали і методи досліджень. Об'єкт дослідження – процес формування якості насіння гірчиці білої, сизої та чорної залежно від сортових особливостей та погодно-кліматичних умов. Предмет дослідження – сорти гірчиці білої (Біла принцеса, Еталон, Запоріжанка, Підпечерецька, Ослава), сорти гірчиці сизої (Деметра, Мрія, Пріма, Ретро, Роксолана, Росава, Феліція, Чорнява, Романтика (озима)), сорти гірчиці чорної (Вікторія, Софія), погодно-кліматичні умови, вміст білку та олії.

Експериментальні дослідження проводилися в польових умовах навчально-науково-виробничого комплексу (ННВК) Сумського НАУ впродовж 2020–2022 рр. Грунт дослідної ділянки – чорнозем типовий глибоко середньогумусовий крупнопилувато-середньосуглинковий на лесових породах.

Метеорологічні дані отримані від Інституту сільського господарства Північного Сходу НААНУ. За аналізом погодних умов період вегетації 2020 року відрізнявся від

інших дефіцитом опадів у квітні (12,0 мм) та особливо у серпні (0,9 мм). Температурний режим весною був нижчим за середньобогаторічні параметри. Влітку зафіксовано збільшення середньомісячних температур порівняно з багаторічними даними на 1,7–4,54,5°C. За період квітень–серпень сума активних температур (понад 10°C) – 2096,2°C (рис. 1). Протягом даного періоду випало 214,1 мм опадів (рис. 2).

2021 рік в цілому характеризувався більшою кількістю опадів та дещо вищим тепловим режимом. Слід зазначити надмірну кількість опадів в травні (168,3 мм), в порівнянні з середньобогаторічним значенням (54,0 мм). Відмічалось динамічне підвищення температурного режиму, починаючи з червня і до серпня. Розрахована сума активних температур – 2685,6°C, сума опадів – 277,2 мм.

Також 2022 рік відрізнявся суттєво більшою кількістю опадів в квітні (106,6 мм) та травні (155,3 мм), що обумовило загальне збільшення вологозабезпечення протягом вегетації (342,3 мм). Надмірне зволоження та низький температурний режим обумовили уповільнення розвитку рослин та відповідно запізнення з календарним настанням основних фенологічних фаз. За період квітень–серпень випало 342,3 мм опадів, а сума активних температур була на рівні 2598,1 мм.

За результатами розрахунку гідротермічного коефіцієнта було виявлено, що періоди вегетації 2020 та 2021 рр. слід класифікувати, як нормальні (ГТК=1,02–1,03). Водночас надмірна кількість опадів у квітні та червні 2022 року обумовили загальний ГТК на рівні 1,32, що відповідає вологим умовам (табл. 1).

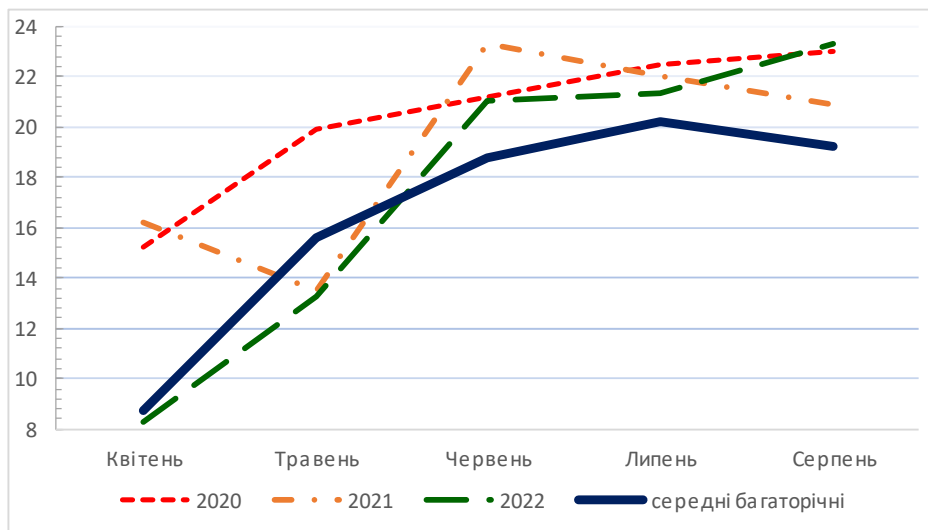


Рис. 1. Середньомісячна температура повітря за роки досліджень, °C

Таблиця 1

Температурний режим та умови зволоження за роки досліджень (квітень–серпень, 2020–2022 рр.)

Рік	Сума активних температур, °C	Сума опадів, мм	ГТК	Рік за зволоженням
2020	2096,2	214,1	1,02	Нормальний
2021	2685,6	277,2	1,03	Нормальний
2022	2598,1	342,3	1,32	Вологий
Середнє багаторічне (1989–2019)	2568,0	294,0	1,21	Нормальний

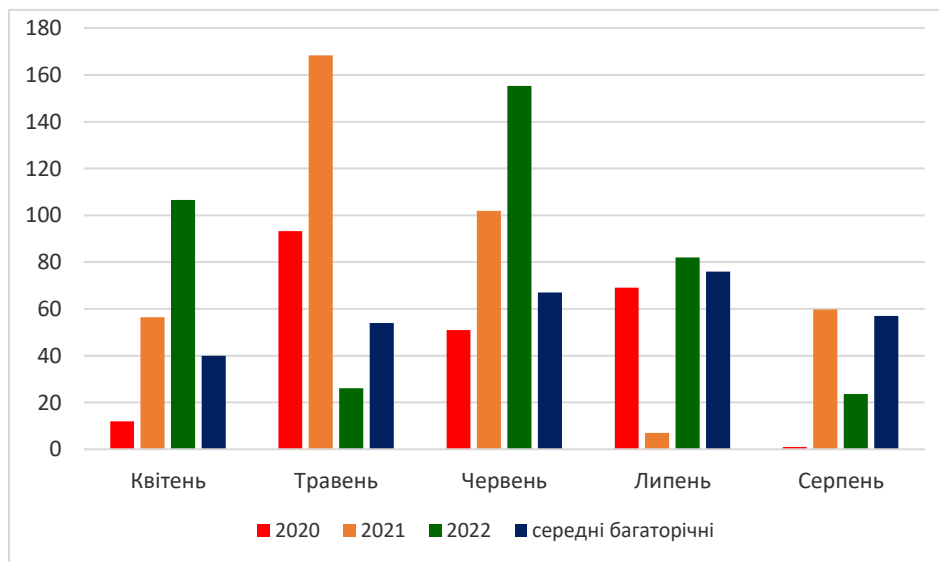


Рис. 2. Середньомісячна сума опадів за роки досліджень, мм

Під час проведення досліджень технологія вирощування була загальноприйнятою для зони досліджень, окрім елементів, що вивчались. Облік урожаю проводили суцільно з кожної облікової ділянки. Елементи структури врожаю визначали за «Методикою державного сортопробування сільськогосподарських культур». Збирання і облік врожаю проводили шляхом обмолочування кожної ділянки (Metodyka derzhavnoho..., 2001). Масу 1000 насі-

нин визначали згідно з ДСТУ 4138-2002 (Nasinnia silskohospodarskykh kultur..., 2002). Вміст олії та жирних кислот визначали на інфрачервоному аналізаторі SupNir 2750 згідно з ДСТУ 4117:2007 «Зерно та продукти його переробки» відкаліброваного на дану культуру (Zerno ta produkty yoho pererobky, 2007).

Результати. Основним показником крупності насіння є маса 1000 штук (табл. 2). Серед досліджуваних видів

Таблиця 2

Маса 1000 насінин гірчиці залежно від видових та сортових особливостей в умовах північно-східного Лісостепу України, г (2020–2022 рр.)

Вид гірчиці	Сорт	Роки			
		2020	2021	2022	Середнє
1	2	3	4	5	6
Гірчиця біла (яра) (<i>Sinapis alba</i>)	Біла принцеса	4,7	4,8	5,2	4,9
	Еталон	3,8	4,2	4,5	4,2
	Запоріжанка	4,7	4,8	5,1	4,9
	Ослава	4,3	4,7	4,9	4,6
	Підпечерецька	3,6	4	4,3	4,0
	Талісман	4,5	4,8	5	4,8
	Середнє по виду	4,3	4,6	4,8	4,6
Гірчиця сарептська (яра) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Деметра	3	3,5	3,1	3,2
	Мрія	2,9	3,4	2,9	3,1
	Пріма	3,3	3,5	3,4	3,4
	Ретро	3,2	3,5	3,1	3,3
	Роксалана	2,9	3,1	3	3,0
	Росава	3,2	3,5	3,3	3,3
	Феліція	3	3,4	3,2	3,2
	Чорнява	2,8	2,8	2,6	2,7
	Середнє по виду	3,0	3,3	3,1	3,2

1	2	3	4	5	6
Гірчиця сарептська (озима) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Романтика	4,9	5,0	5,3	5,1
Гірчиця чорна (яра) (<i>Brassica nigra</i> Koch.)	Софія	3,6	3,9	3,8	3,8
	Вікторія	3,9	4,0	3,3	3,7
	Середнє по виду	3,8	4,0	3,6	3,8
НІР _{0,05}					0,34

найбільш виповнене насіння було в гірчиці білої (4,6 г.). Суттєво менші показники отримали у гірчиці чорної (3,8 г) та гірчиці сарептської (3,2 г). Окремим кластером можна охарактеризувати озиму форму гірчиці сарептської. Сорт Романтика, в середньому за досліджувані роки, сформував насіння максимальною вагою 1000 шт (5,1 г). У розрізі решти сортів найбільші значення були отримані відповідно: Біла принцеса та Запоріжанка (4,9 г); Талісман (4,8 г). Сорти гірчиці чорної формували насіння з вагою 3,7–3,8 г. Серед сортів гірчиці сарептської найвиповнініше насіння – у Пріми (3,4 г), Ретро та Росави (3,3 г). Найдрібніше насіння – у сорту Чорнява (2,7 г). Середні по виду показники маси 1000 насінин (3,0–3,2 г) були у сортів Роксолана, Мрія, Деметра, Феліція.

Цікавим фактором було визначення видових та сортових відмінностей в формуванні показника маси 1000 залежно від погодних умов. Так, для гірчиці білої, умови вологого 2022 року сприяли формуванню більш виповненого насіння (4,8 г), ніж у сухі 2020 та 2021 рр.

(4,3–4,6 г). А от для гірчиці сарептської та гірчиці чорної більш сприятливим виявились посушливий 2021 рік. Маса 1000 насінин в даний рік становила 3,3 та 4,0 г відповідно для вищенаведених видів гірчиці.

На нашу думку дана тенденція обумовлюється біологічними особливостями видів *Brassica juncea* та *Brassica nigra*, що має підтвердження у ряді наукових праць, зокрема: Вовченка Ю. В. та Фурсової Г. К. (Vovchenko & Fursova, 2008), Полякова О. І. та Журавля В. М. (Poliakov & Zhuravel, 2009), Жуйкова О. Г. (Zhuikov, 2015).

Наступним важливим показником якості насіння гірчиці є вміст протеїну. Відомо, що протеїн – це білок, який сприяє росту і відновленню клітин всіх систем організму людини. Термін «протеїн» походить від грецького слова «protos», що означає «перший, базовий», отже, це підтвердження важливості для життя людини.

За результатами лабораторних досліджень виявлено, що даний показник варіював від 22,1 до 33,3% (табл. 3).

Таблиця 3

Вміст протеїну в насінні гірчиці залежно від видових та сортових особливостей в умовах північно-східного Лісостепу України, % (2020–2022 рр.)

Вид гірчиці	Сорт	Роки			
		2020	2021	2022	Середнє
1	2	3	4	5	6
Гірчиця біла (яра) (<i>Sinapis alba</i>)	Біла принцеса	28,9	29,6	30,2	29,6
	Еталон	31,8	33,9	34,1	33,3
	Запоріжанка	32,3	32,9	34,0	33,0
	Ослава	32,1	32,4	33,8	32,8
	Підпечерецька	32,6	32,9	33,9	33,1
	Талісман	32,1	32,6	33,9	32,9
	Середнє по виду	31,6	32,4	33,3	32,4
Гірчиця сарептська (яра) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Деметра	33,3	25,3	30,1	29,6
	Мрія	24,8	34,0	28,8	29,2
	Пріма	23,5	24,5	25,7	24,6
	Ретро	25,7	26,4	28,4	26,8
	Роксолана	25,5	26,5	30,3	27,4
	Росава	32,3	32,0	33,1	32,5
	Феліція	24,9	25,1	26,4	25,5
	Чорнява	27,9	28,3	29,9	28,7
Середнє по виду	27,2	27,8	29,1	28,0	
Гірчиця сарептська (озима) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Романтика	21,9	21,8	22,5	22,1

1	2	3	4	5	6
Гірчиця чорна (яра) (<i>Brassica nigra</i> Koch.)	Софія	29,0	34,4	33,2	32,2
	Вікторія	32,2	33,3	32,1	32,5
	Середнє по виду	30,6	33,8	32,6	32,3
HIP _{0,05}					3,2

Істотна різниця була виявлена і в межах видів гірчиць (табл. 3). Так, більший вміст протеїну сформовано в насінні гірчиці чорної (32,3%) та гірчиці білої (32,4%). Мінімальними значеннями характеризувались сорти гірчиці сарептської, що обумовила найменше середнє значення по виду (28,0%). Також слід зазначити, що в насінні озимого сорту Романтика було накопичено лише 22,1% протеїну. В розрізі сортів перші місця за даним показником у сортів Запоріжанка, Підпечерецька та Еталон в насінні яких було накопичено понад 33,0% протеїну.

Головним показником якості насіння гірчиці є вміст жиру. Серед досліджуваних видів максимальним показником за олійністю було виявлено у гірчиці сарептської (табл. 4).

Так середній показник у ярих форм *Brassica juncea* становив 38,0%. Істотно менші середні значення було

розраховано у гірчиці чорної (30,5%) та гірчиці білої (28,2%). В насінні озимого сорту Романтика було накопичено 33,2% жиру. В розрізі досліджуваних сортів найвищу олійність мало насіння сортів Пріма та Ретро (понад 40,0%). Вище середнього значення (33,2%) за вмістом жиру характеризувались сорти Росава (37,2%), Деметра (37,4%), Мрія (37,6%), Феліція (37,7%) та Роксалана (39,0%). Слід відзначити подібну тенденцію впливу погодних умов на накопичення олії в насінні гірчиці білої та сарептської. Максимальний вміст жиру виявлено в насінні сформованому за метеорологічних умов 2021 року. Цей показник у гірчиці білої – 28,6%; гірчиці сарептської – 39,5%. Дещо інша ситуація була у гірчиці чорної де вищу олійність (31,1%) мало насіння сформоване в умовах найбільш посушливого 2020 року.

Таблиця 4

Вміст олії в насінні гірчиці залежно від видових та сортових особливостей в умовах північно-східного Лісостепу України, % (2020–2022 рр.)

Вид гірчиці	Сорт	Роки			
		2020	2021	2022	Середнє
Гірчиця біла (яра) (<i>Sinapis alba</i>)	Біла принцеса	31,5	31,2	29,7	30,8
	Еталон	27,1	27,2	26,5	26,9
	Запоріжанка	28,4	28,5	27,9	28,3
	Ослава	29,7	29,9	28,9	29,5
	Підпечерецька	26,5	26,8	25,9	26,4
	Талісман	27,1	27,8	27,0	27,3
	Середнє по виду	28,4	28,6	27,7	28,2
Гірчиця сарептська (яра) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Деметра	37,1	38,2	36,9	37,4
	Мрія	38,1	38,2	36,5	37,6
	Пріма	41,9	41,2	37,8	40,3
	Ретро	40,9	41,2	38,1	40,1
	Роксалана	40,2	40,8	36,1	39,0
	Росава	35,7	41,1	34,9	37,2
	Феліція	38,1	38,5	36,5	37,7
	Чорнява	35,5	36,5	32,2	34,7
	Середнє по виду	38,4	39,5	36,1	38,0
Гірчиця сарептська (озима) (<i>Brassica juncea</i> Czern)	Романтика	34,0	33,5	32,1	33,2
Гірчиця чорна (яра) (<i>Brassica nigra</i> Koch.)	Софія	31,2	31,8	30,1	31,0
	Вікторія	31,0	27,3	31,6	30,0
	Середнє по виду	31,1	29,6	30,9	30,5
HIP _{0,05}				2,1	

Обговорення. Отже, одними з важливих поставлених завдань за виробництва гірчиці є отримання високоякісної продукції, зокрема насіння. Вирішення даного завдання можна розглядати в двох напрямках: по перше, це проведення селекційної роботи на поліпшення біохімічного складу олії, що має позитивні результати роботи ряду вітчизняних селекціонерів (Poliakov & Zhuravel, 2009; Zhuravel & Liakh, 2014). В Україні основними оригінаторами гірчиці є: Інститут олійних культур НААН (м. Запоріжжя), Науково-дослідний центр «Інститут землеробства НААН», Інститут кормів НААН, Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НААН, Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаніка, Івано-Франківський інститут аграрного виробництва НААН, Хмельницький інститут агропромислового виробництва НААН, ТОВ «НДВАП «Українська гірчиця», ПСП «Агротехсервіс», ТОВ «АНДІ» Аграрний науково-дослідний інститут, деякі іноземні селекційні установи: П. Х. Петерсон Заатцхт Лундегард, Піонер Хай Бред Світцерленд СА та інші (Zhuikov, 2015; Derzhavnyi Reiestr sortiv, 2022).

Друга складова – це відпрацювання елементів технології вирощування з метою отримання насіння високої якості (маси 1000 насінин, вмісту олії, білку та клітковини, жирнокислотному складу). Подібні дослідження частково висвітлені в ряді наукових праць, зокрема: Вишнівського П. С. (Vyshnevskiy, 2014), Оксимець О. Л. (Oksymets, 2007), Вовченко Ю. В. та Фурсова Г. К. (Vovchenko & Fursova, 2008), Мельника А. В. та Жердецької С. В. (Melnyk & Zherdetska, 2017) для умов Лівобережного Лісостепу; Козіної Т. В. (Kozina, 2015) для Правобережного Лісостепу; Мазур В. О. та ін. (Mazur et al., 2009) – для Прикарпаття; Чехова А. В. та Жердової Н. П. (Chekhov & Zhernova, 2009), Жуйкова О. Г.

(Zhuikova, 2014), Полякова О. І. та ін. (Poliakov et al., 2016), Гамаюнової В. В. та ін. (Hamaiunova et al., 2014) для Степової зони України.

Висновки. За результатами розрахунку гідротермічного коефіцієнта було виявлено, що періоди вегетації 2020 та 2021 років слід класифікувати, як нормальні (ГТК=1,02–1,03). Водночас, надмірна кількість опадів у квітні та червні 2022 року обумовили загальний ГТК на рівні 1,32, що відповідає вологим умовам. Найвищий показник маси 1000 насінин був у гірчиці білої (4,6 г), а у розрізі сортів – Біла принцеса та Запоріжанка (4,9 г), Талісман (4,8 г). Суттєво менші показники отримали у гірчиці чорної (3,8 г) та гірчиці сарептської (3,2 г). Доведено, що умови вологого 2022 року сприяли формування більш виповненого насіння (4,8 г) гірчиці білої, ніж у сухі 2020 та 2021 роки (4,3–4,6 г). Для гірчиці сарептської та гірчиці чорної більш сприятливим виявились посушливий 2021 рік (маса 1000 насінин 3,3 та 4,0 г відповідно). Виявлено, що більший вміст протеїну було сформовано в насінні гірчиці чорної (32,3%) та гірчиці білої (32,4%). Максимальні значення (понад 33,0% протеїну) отримано в сортів Запоріжанка, Підпечерецька та Еталон. Мінімальний вміст білку розраховано у гірчиці сарептської (середньому по сортам – 28,0%).

Максимальний показник вмісту жиру отримано у гірчиці сарептської (38,0%). Істотно менші середні значення розраховано у гірчиці чорної (30,5%) та гірчиці білої (28,2%). В розрізі досліджуваних сортів найвищу олійність мало насіння сортів Пріма та Ретро (понад 40,0%). За метеорологічних умов 2021 року отримано вищий вміст жиру: гірчиці білої – 28,6%; гірчиці сарептської – 39,5%. У гірчиці чорної максимальна олійність (31,1%) сформувалася в умовах найбільш посушливого 2020 року.

Бібліографічні посилання:

1. Butenko, S., Melnyk, A., Melnyk, T., Jia, Peipei & Kolosok, V. (2022) Influence of Growth Regulators with Anti-Stress Activity on Productivity Parameters of *Sinapis alba* L. *Journal of Ecological Engineering*, 23(9), 128–135. doi: 10.12911/22998993/151780.
2. Butenko, S. O. & Tszia, Pei Pei. (2022) Vplyv rehulatoriv rostu roslyn na yakist nasinnia hirchytysi v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [The influence of plant growth regulators on the quality of mustard seeds in the conditions of the northeastern forest-steppe of Ukraine]. *Tavriiskiyi naukoviyi visnyk*, 124, 10–18. doi: 10.32851/2226-0099.2022.124.2. (in Ukrainian).
3. Chekhov, A. V. & Zhernova, N. P. (2009) Tekhnologichni aspekty vyroshchuvannya hirchytysi biloi v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy [Technological aspects of growing white mustard in the conditions of the southern Steppe of Ukraine] *Naukovotekhn. biul. IOK UAAN. Zaporizhzhia*, 14, 156–200 (in Ukrainian).
4. Derzhavnyi Reiestr sortiv roslyn prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini. Ministerstvo ahrarynoy polityky Ukrainy, Derzhavna sluzhba z okhorony prav na sorty roslyn (Vytyah stanom na 13.04.2022 roku) [State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine]. *Vydannia ofitsiine*. Kyiv, 2022, 223 (in Ukrainian).
5. Din, J., Khan, S., Ali, I. & Gurmani, A. (2011) Physiological and agronomic response of canola varieties to drought stress. *J Anim Plant Sci.*, 21, 78–82.
6. Poliakov, O. & Zhuravel, V. (2009) Perspektyvy vyroshchuvannya hirchytysi [Prospects of mustard cultivation]. *Propozytsiia*, 2, 54–56 (in Ukrainian).
7. Hamaiunova, V. V., Khonenko, L. H., Kovalenko, O. A. & Hyrlia, L. M. (2014) Urozhainist hirchytysi zalezno vid pohodnykh umov ta normy vysivu na chornozemakh pivdennykh [Mustard yield depending on weather conditions and sowing rates on southern chernozems]. *Tavriiskiyi naukoviyi visnyk. Ailant, Kherson*, 88, 50–56 (in Ukrainian).
8. Havrysiuk, V. K. (2001) Prymenenye omega-3 polynenasishchennykh zhurnykh kyslot v medytsyne [Application of omega-3 polyunsaturated fatty acids in medicine]. *Ukr. pulmon. Zhurnal*, 3, 5–10 (in Ukrainian).
9. Jia, P., Melnyk, A., Zhang, Z., Butenko, S. & Kolosok, V. (2021) Effects of seed pre-treatment with plant growth compound regulators on seedling growth under drought stress. *Agraarteadus*, 32(2), 251–256. doi: 10.15159/jas.21.35.
10. Kozina, T. V. (2015) Pokaznyky yakosti nasinnia hirchytysi biloi zalezno vid strokiv sivby, norm vysivu ta obrobky posiviv rehulatorom rostu «Vermiybiomah» [Indicators of the quality of white mustard seeds depending on the timing of

sowing, sowing rates and treatment of crops with growth regulator «Vermibiomag». Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnogo ahroekologichnogo universytetu, 1, 168–174 (in Ukrainian).

11. Li, Y. (2015) Cultivation techniques of mustard in autumn and winter. Fujian Agricultural Science and Technology, 41–42.

12. Mazur, V. O., Protsiv, P. B., Hamalii, S. M. & Popovych, Yu. V. (2009) Hirchytisia. [Mustard]. Symfoniia-forte, Ivano-Frankivsk, 88 (in Ukrainian).

13. Metodyka derzhavnogo sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur [Methodology of state variety testing of agricultural crops]. Red. V. V. Volkodava, K., II, 2001.

14. Melnyk, A. V. & Zherdetska, S. V. (2017) Vplyv doz mineralnykh dobryv na vrozhaunist hirchytisi yaroї syzoi v umovakh pivnichno-skhidnogo Lisostepu Ukrainy. Naukovi visnyk natsionalnogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. [The effect of mineral fertilizer doses on the yield of spring gray mustard in the conditions of the northeastern forest-steppe of Ukraine] Kyiv, 269, 177–185 (in Ukrainian).

15. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti [Seeds of agricultural crops. Methods of determining quality]: DSTU 4138–2002. [Chynnyi vid 01.01.2004]. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 2003, 173. (Natsionalnyi standart Ukrainy) (in Ukrainian).

16. Oksymets, O. L. (2007) Produktivnist hirchytisi biloi zalezno vid tekhnologichnykh pryomiv vyroshchuvannia v Lisostepu [The productivity of white mustard depending on the technological methods of cultivation in the forest-steppe]: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. s.-h. nauk: 06.01.09. K.: NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN, 12 (in Ukrainian).

17. Poliakov, O. I., Vakhnenko, S. V. & Vendel, V. V. (2016) Vplyv zastosuvannia mineralnykh dobryv na formuvannia vrozhaunisti ta vykhodu zhyru hirchytisi yaroї za riznykh norm vysivu [The influence of the application of mineral fertilizers on the formation of yield and fat yield of spring mustard under different sowing rates]: zbirnyk tez mizhnarodnoi naukovi internet-konferentsii (1 lystopada 2016 r.). ShShchL NAAN, Zaporizhzhia, 112–114 (in Ukrainian).

18. Vovchenko, Yu. V. & Fursova, H. K. (2008) Khimichni sklad nasinnia ta vechetatyvnoi masy hirchytisi zalezno vid pohodnykh umov periodu vechetatsii. [Chemical composition of mustard seeds and vegetative mass depending on the weather conditions of the growing season] Mizhvid. temat. nauk. zb. «Selektsiia i nasinnystvo». In-t roslynnytstva im. V. Ya. Yurieva UAAN. Kharkiv, 95, 273–282 (in Ukrainian).

19. Vyshnevskiy, V. S. (2014) Vplyv udobrennia ta biostymulatora Florene na formuvannia produktyvnosti hirchytisi [The influence of fertilizer and biostimulant Florene on the formation of mustard productivity]: zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN», 1–2, 92–97 (in Ukrainian).

20. Zhernova, N. P. (2011) Udoskonalennia pryomiv tekhnologii vyroshchuvannia hirchytisi biloi v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy [Improvement of techniques for growing white mustard in the conditions of the southern Steppe of Ukraine]: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. s.-h. nauk: spets. 06.01.09 “Roslynnytstvo”. Kherson, 16 (in Ukrainian).

21. Zhuravel, V. M. & Liakh, V. O. (2014) Mutantna selektsiia hirchytisi syzoi ta biloi [Mutant selection of blue and white mustard]. Naukovo-tekhnichni biuleten Instytutu oliynykh kultur NAAN, 20, 56–61 (in Ukrainian).

22. Zherdetska, S. V. & Danilchenko, S. O. (2016) Suchasnyi sortovy asortyment hirchytisi sareptskei [A modern varietal assortment of yellow mustard]: materialy naukovo-praktychnoi konferentsii vykladachiv, aspirantiv ta studentiv Sumskoho NAU (Sumy, 20–24 kvitnia). Sumy, 312 (in Ukrainian).

23. Zhuikov, O. H. (2014). Hirchytisia v Pivdennomu stepu: ahroekologichni aspekty i tekhnologii vyroshchuvannia [Mustard in the Southern Steppe: agroecological aspects and growing technologies]: naukova monohrafiia DVNZ «Khersonskiy derzh. ahrar. un-t». Hrin D. S., Kherson, 416.

24. Zhuykov, O. H. (2015) Ahrobiologichne obhruntuvannia kompleksu tekhnologichnykh pryomiv vyroshchuvannia vydiv hirchytisi v umovakh Pivdennoho Lisostepu [Agrobiological substantiation of the complex of technological methods of growing mustard species in the conditions of the southern Forest-Steppe]. Avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenya d-ra s.-h. nauk: 06.01.09. Kherson, 43 (in Ukrainian).

25. Zerno ta produkty yoho pererobky. Vyznachennia pokaznykiv yakosti metodom infrachervonoї spektroskopii [Grain and products of its processing. Determination of quality indicators by infrared spectroscopy]: DSTU 4117:2007. [Chynnyi vid 09.08.2007]. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 2007, 7. (Natsionalnyi standart Ukrainy) (in Ukrainian).

Kolosok V. G., PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Butenko S. O., PhD (Agricultural Sciences), Assistant, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Type and varietal features of mustard seed quality formation under the conditions of the Northeastern Forest-Steppe of Ukraine

The article describes the features of the formation of seed quality indicators according to the type and variety of mustard under the conditions of the northeastern Forest-steppe of Ukraine. The object of the study is the process of forming the quality of the seeds of white mustard, brown mustard, and black mustard according to varietal characteristics and weather and climate conditions. The subject of the study is white mustard varieties (Bila Printsesa, Etalon, Zaporizhanka, Pidpecheretska, and Oslava), brown mustard varieties (Demetra, Mriya, Prima, Retro, Roksolana, Rosava, Felicia, Chernyava, and Romantyka), black mustard varieties (Viktoria and Sofia), as well as weather and climate conditions and protein and oil content.

Experimental research was carried out in the field conditions of the educational-scientific-production complex (ESPC) of the Sumy National University during 2020–2022. The soil of the experimental site is a typical deep medium-humus coarse-grained medium-loamy black soil (chernozem) on loess rocks.

Based on the results of the calculation of the hydrothermal coefficient, it was established that the growing seasons of 2020 and 2021 should be classified as normal ($HTC=1.02–1.03$). Concurrently, excessive precipitation in April and June

2022 resulted in a total HTC of 1.32, which corresponds to wet conditions. The highest weight indicator is 1000 pcs. seeds were in white mustard (4.6 g). By varieties, the indicators are as follows: Bila Printsesa and Zaporizhanka (4.9 g); Talisman (4.8 g). Significantly lower indicators were obtained in black mustard (3.8 g) and brown mustard (3.2 g). It has been proven that the conditions of the wet year 2022 contributed to the formation of fuller seeds (4.8 g) of white mustard than in the dry years 2020 and 2021 (4.3–4.6 g). The dry year 2021 was more favorable for brown mustard and black mustard (weight of 1000 seeds 3.3 and 4.0 g, respectively). It was found that a higher protein content was formed in the seeds of black mustard (32.3%) and white mustard (32.4%). The maximum values (over 33.0% protein) were obtained in the varieties of Zaporizhanka, Pidpecheretska, and Etalon. The minimum protein content was calculated in brown mustard (the average for varieties is 28.0%). The maximum fat content was obtained in brown mustard (38.0%). Significantly lower average values were calculated for black mustard (30.5%) and white mustard (28.2%). Among the studied varieties, seeds of the Prima and Retro varieties had the highest oil content (more than 40.0%). Under the metrological conditions of 2021, a higher fat content was obtained: white mustard – 28.6%; brown mustard – 39.5%. In black mustard, the maximum oil content (31.1%) was found under the conditions of the driest year of 2020.

Key words: mustard, type, varieties, weather conditions, seed quality, the weight of 1000 seeds, protein content, fat content.

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ КАРБАМІДНО-АМІАЧНОЇ СУМІШІ З МІЖРЯДНИМ ОБРОБІТКОМ

Кравченко Наталія Володимирівна

доктор сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-6072-2652
kravchenko_5@ukr.net

Адамчик Євгеній Володимирович

аспірант
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0009-0008-5422-097X
99evgeniy19@gmail.com

Протасов Олександр Михайлович

аспірант
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0009-0009-2873-7403
o.protasov@molokovitchyzny.com

Рентабельність виробництва кукурудзи в Україні є однією з найвищих серед інших сільськогосподарських культур, але у воєнний час, час економічної кризи, увага сільськогосподарських виробників спрямована на максимальну економію матеріальних ресурсів. Підбір гібридів, систем обробітку, удобрення, захисту, досушування впливають на кінцеву собівартість зерна кукурудзи. В господарствах азотні добрива під кукурудзу переважно вносять навесні – під передпосівний обробіток, під час сівби, міжрядного рихлення, у позакореневе підживлення. Кожен строк, доза і форма внесення добрива є важливим і ефективність обраних технологічних операцій залежить від погодних умов, властивостей ґрунту, своєчасності та обґрунтованості внесення, в цілому від технології вирощування. При внесенні азотних добрив потрібно мінімізувати втрати азоту з ґрунту і в кінцевому рахунку отримати продукцію гарної якості, за продаж якої фермер отримає прибуток. Тому, в умовах темно-сірих лісових ґрунтів Чернігівського Полісся України було досліджено доцільність внесення КАС-32 з міжрядним обробітком у прикореневе внесення навесним культиватором IRIS-T з нормами 50, 80, 110, 140 кг/га у фазу 7–8 листків для підвищення врожайності. Восени перед осіннім обробітком було внесено 120 кг/га безводного аміаку, а разом з сівбою вносились комплексне добриво YaraMila 8-24-24 у нормі 100 кг/га у фізичній вазі. При розрахунку економічної ефективності застосування прикоренево карбамідно-аміачної суміші було отримано найбільше додаткових витрат при внесенні добрива в дозі 140 кг/га, а додатковий прибуток – при внесенні 110 кг/га. Рівень рентабельності даного заходу був в межах 54,3–81 % з найвищим показником при застосуванні КАС-32. Тому, в умовах темно-сірого ґрунту рекомендується застосовувати на посівах кукурудзи на зерно прикоренево КАС-32 з нормами до 110 кг/га у фазу 7–8 листків для підвищення врожайності та отримання прибутку.

Ключові слова: кукурудза, урожайність, азотні добрива, обробіток, ґрунт, КАС, прикореневе внесення, рентабельність.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.9>

Вступ. Кожного року товаровиробники сільськогосподарської продукції стоять перед вибором щодо того, якій культурі віддати перевагу у цьому сезоні. Адже будь-який бізнес ґрунтується на отриманні максимальної вигоди із мінімальними затратами. З точки зору економіки господарство працює ефективно, коли рівень прибутку прагне бути максимальним. В аграрному бізнесі такий принцип важко втілити у життя через залежність від природно-кліматичних факторів. І основною проблемою тут стає навіть не неможливість впливати на них, а непередбачуваність майбутніх умов виробництва. Додатковим фактором впливу на ефективність роботи агровиробництва є складні міжнародні ринкові відносини, що впливають на цінову політику виробничих ресурсів та реалізаційні ціни виробленої продукції (Sava, 2016).

В Україні займаються вирощуванням кукурудзи на зерно і на силос, але домінуючу ланку посівних площ займає кукурудза на зерно (Ladyka, 2009). Кукурудза відноситься до одних з найпоширеніших культур в сільськогосподарському виробництві у світі. За масштабами вирощування вона поступається лише пшениці. У всьому світі, і в тому числі в Україні, кукурудза використовується в різних цілях – на корм худобі, для харчових і технічних потреб. Загалом дана культура існує як основа продовольчої безпеки населення країни та залишається основним джерелом харчування у більшості країн світу (Koren & Kostiukievych, 2021).

Останніми місяцями 2023 року спостерігається тенденція до зниження цін на добрива. Зниження цін на природний газ і кукурудзу, ймовірно, призвело до зни-

ження цін на азотні добрива (Schnitkey et al., 2023). Крім того, стабільність на ринках добрив могла бути досягнута, оскільки українсько-російська війна триває. Однак, будь-які подальші збої на ринку, від ескалації глобальної напруженості до збоїв у ланцюзі поставок, можуть призвести до підвищення цін на добрива. Ціни на кукурудзу залишаються високими, зниження цін, ймовірно, мало негативний вплив на ціни на азот (Yang, 2023).

Збільшення невизначеності ціни передбачає зменшення кількості застосованих добрив у задачі оптимального рішення фермера. Невизначений ринок кукурудзи та погодні фактори впливають на рішення фермера щодо оптимального внесення добрив чи мінімального, а також які фактори викликають розбіжності між ними.

Рівень рентабельності, собівартість та прибуток при вирощуванні кукурудзи на зерно та силос залежать від ФАО та біології обраних гібридів (Liashenko, 2015; Kovalenko & Masyk, 2018), від обробітку ґрунту (Masyk & Zakharchenko, 2017), від норм, доз, форм та строків внесення добрив (Kharchenko et al., 2016; Zakharchenko, 2019; Zakharchenko et al., 2023), внесення меліорантів (Zakharchenko & Tunguz, 2020), в цілому, від комплексної технології вирощування (Kaminskyi & Asanishvili, 2020; Zhang et al., 2022; Kharchenko et al., 2019, 2021). Екологічному напрямку також приділяють значну увагу при обранні високих норм добрив та підборі обробітку ґрунту. Наприклад, у напівзасушливих умовах Ірану система нульового обробітку із повним збереженням решток пшениці (100%) є більш екологічно стійкою практикою для виробництва кукурудзяного силосу, порівняно з традиційною оранкою (Mirzaei et al., 2023). Отримані результати чітко показують, що лише правильний вибір гібриду кукурудзи для вирощування на силос у поєднанні з азотними добривами може гарантувати високий урожай (Szulc et al., 2023). При набутті високої вологості зерна зростають витрати на сушіння зерна і, таким чином, збільшуються витрати на одиницю продукції і зниження рентабельності (Palamarchuk, 2019; Palamarchuk & Demchuk, 2021).

Є докази того, що фермери вносили більше добрив у довоєнний час, ніж це екологічно обґрунтовано. Внесення азотних добрив на основі науково обґрунтованих рекомендацій дає більшу прибавку, порівняно з системами удобрення, що застосовують місцеві фермери, спираючись на досвід попередніх років (Li et al., 2023).

Мета нашого дослідження – проаналізувати економічні показники вирощування кукурудзи та за застосування карбамідно-аміачної суміші під час міжрядного обробітку ґрунту у фазі сьомого-восьмого листка та оцінити доцільність використання добрива.

Матеріали і методи досліджень. Територія проведення дослідження розташовувалася на території Чернігівського Полісся зони мішаних лісів південно-західної частини Східноєвропейської рівнини. Дослід був проведений у межах виробничих посівів господарства ТОВ «ДП Зернятко» Корюківського району Чернігівської області. Ґрунт у межах досліджу – темно-сірий опідзолений середньосуглинковий на лесі. Вміст гумусу 3,1%, рНсол. 5,04, рНвод. 5,76, вміст в сумі амонійного та ніт-

ратного азоту 12,6 мг/кг, рухомого фосфору 77,8 мг/кг, обмінного калію 49,5 мг/кг. Погодні умови у роки досліджень (2020–2021 рр.) незначною мірою відрізнялися від середньобаторічних показників. Загальна площа дослідної ділянки становила 6,5 га. Дослід проводився у трикратній повторності.

Вивчення впливу різних норм рідкого азотного добрива КАС-32 під час міжрядного обробітку на врожайність кукурудзи в умовах господарства ТОВ «ДП Зернятко» проводилося у польовій зернопросапній сівозміні. Попередником кукурудзи був соняшник.

Схема досліджу налічує 5 варіантів:

1. Контроль (без міжрядного підживлення КАС).
2. Міжрядне підживлення КАС-32 з нормою у фізичній вазі 50 кг/га.
3. Міжрядне підживлення КАС-32 з нормою у фізичній вазі 80 кг/га.
4. Міжрядне підживлення КАС-32 з нормою у фізичній вазі 110 кг/га.
5. Міжрядне підживлення КАС-32 з нормою у фізичній вазі 140 кг/га.

Міжрядне підживлення КАС проводилось у фазі 7–8 листків (за класифікацією BBCH 17–18). В даний період у кукурудзи один з критичних періодів, під час якого проходить закладання кількості зерен. Міжрядне підживлення проводилось навісним агрегатом IRIS-T в комплексі з трактором John Deere 6135. В досліді був використаний гібрид кукурудзи Pioneer 8816 з ФАО 300. Облік результатів досліджу проводилось після обмолоту кожної ділянки та зважування намолоченого врожаю на автомобільних вагах. Перевезення зерна з поля робилось вантажним автомобілем ГАЗ-53. Волога при збиранні становила 22–23%, вимірювалась вологоміром Wile 78.

Для обрахунку економічної ефективності застосування КАС було застосовано методики ННЦ «Інститут аграрної економіки».

Результати. Вирощування кукурудзи на зернові потреби супроводжується значними витратами. До виробничих витрат відносяться загальновиробничі витрати, оплата праці, запасні частини, амортизаційні нарахування, оплата оренди землі, та інші витрати. У 2021 році собівартість виробництва кукурудзи на зерно за інтенсивною технологією становила 24 тис. грн/га. Рентабельність виробництва кукурудзи в Україні є однією з найвищих серед інших сільськогосподарських культур, посівні площі під нею не зменшуються, оскільки дана рослина займає кращу позицію на світовому ринку зернових.

Світовий ринок кукурудзи протягом останніх років показує досить високі темпи росту показників виробництва, які перевищують понад 1 млрд т на рік (рис. 1). Російське вторгнення в Україну на початку 2022 року сколихнуло світові ринки зерна, оскільки призвело до майже повної зупинки нашого експорту. Це також призвело до підвищення світових цін на зерно кукурудзи через переорієнтацію експортних ринків, затрат на збільшення логістичних шляхів та ін. Але незалежно від світових цін на дану культуру та збільшення собівартості виробництва в Україні, це відіграло, очікувано, зворотну дію на

формування цін на реалізацію для виробників в Україні. Даний процес призвів до зниження рентабельності ледь не до нульових показників для окремих, в основному, не великих господарств.

За об'ємами посівних площ в Україні кукурудза займає друге місце після ранніх ярих культур та пшениці, маючи чималу роль в зерновому балансі країни. В 2021 році в Україні було засіяно 5 млн 342,88 тис. га. Чернігівщина знаходилася на другому місці серед областей (573,7 тис. га) після Полтавщини, у рейтингу посівних площ кукурудзи (Posivna, 2021).

Для розрахунку економічної ефективності внесення КАС-32 у міжрядне підживлення враховуються витрати на придбання добрива, транспортування, заправку, внесення, на збирання приросту врожаю, транспорту-

вання і реалізацію зерна (табл. 1, 2). КАС-32 на початку 2021 року коштував 8416 грн./т, при використанні 50 кг/га витрати склали 420,8 грн., далі розрахунок вівся відповідно до норм і тієї самої ціни КАСу. В таблиці 2 наведено вартість пестицидів, добрива та 1 т насіння станом на весну 2021 року.

Відомо, що при збиранні кукурудзи з надмірною вологістю, зерно потребує сушіння. Тому в реалізаційну ціну входив і цей захід, що суттєво відбивається на кінцевій цифрі отримання прибутку, оцінюючи валовий збір зерна.

З даних табл. 3 видно, що найбільше додаткових витрат на внесення КАС-32 було зроблено на варіанті з внесенням КАС у нормі 140 кг/га – 2426,1 грн., що сприяло отриманню в 3744 грн. Внесення з міжрядним обробітком норми 110 кг/га призвело до додатко-

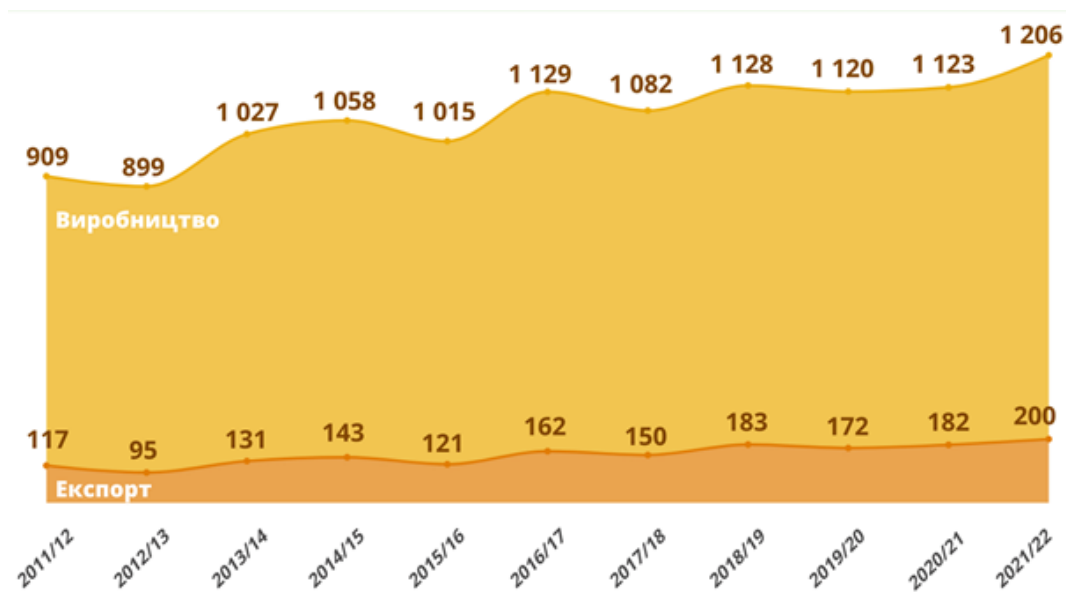


Рис. 1. Динаміка виробництва та експорту кукурудзи у світі, млн т. (ТОР-10, 2022)

Таблиця 1

Ціни 2021 року на пестициди, добрива та насіння кукурудзи, що використовувалися при вирощуванні кукурудзи

Назва	Норма, л, кг/га, п.о.	Ціна за одиницю, л, кг, п.о.	Витрачено, грн
Гербіциди:			
Майстер Пауер	1,4	704,5	986,3
Фунгіциди:			
Амістар Екстра	0,7	980	686
Інсектициди:			
Енжіо	0,2	426	85,2
Добрива:			
ЯраМіла 8-24-24	100	18,884	1888,4
КАС	103	8,416	866,848
Насіння:			
Кукурудза Піонер 8816	0,94	2947	2770,18
Витрат на 1 га			7282,93

Економічна ефективність внесення КАС-32 з міжрядним обробітком при вирощуванні кукурудзи на зерно

Найменування показників	Варіанти з різними дозами внесення			
	КАС 50 кг/га	КАС 80 кг/га	КАС 110 кг/га	КАС 140 кг/га
Прибавка врожайності, т	0,39	0,6	0,84	0,78
Реалізаційна ціна 1 т, грн.	4800,0			
Вартість додаткової продукції, грн.	1872	2880	4032	3744
Витрати на придбання КАС-32, грн.	420,8	673,3	925,8	1178,2
Витрати на заправлення агрегату, транспортування та внесення, грн.	241,7	247,2	262,7	268,2
Витрати на збирання і реалізацію додаткової продукції, грн.	416	644	901	836
Інші витрати	128,0	133,2	138,4	143,7
Всього додаткових витрат, грн	1206,5	1697,7	2227,9	2426,1
Додатковий прибуток, грн	665,5	1182,3	1804,1	1317,9
Рівень рентабельності застосування мінеральних добрив, %	55,1	69,6	81,0	54,3
Окупність витрат, грн	1,55	1,70	1,81	1,54

вих витрат у розмірі 2227,9 грн, а принесло 4032 грн., що на 288 грн. більше порівняно з варіантом при нормі 140 кг/га. Величина рентабельності є тим вищою, чим більша норма внесення. Найбільшою вона є у варіанті досліду з нормою 110 кг/га, але при збільшенні норми до 140 кг/га рентабельність різко знизилась.

Обговорення. В даному дослідженні з вивчення впливу різних норм добрив, внесених прикоренево, використовувався гібрид кукурудзи Pioneer 8816. Цей гібрид із ФАО 300 відноситься до середньоранніх гібридів із зубовидним типом зерна. Він підходить для ранніх та оптимальних строків висіву, а також придатний для вирощування в монокультурі, для мінімального обробітку ґрунту та для пізнього збирання. Особливістю даного гібриду також є те, що він має відмінну вологовіддачу і посухостійкість. Призначений для різних потреб таких як спирт, силос чи зерно. За 2021 рік вказаний гібрид у різних областях показав себе по різному, зокрема через різні погодні умови. Але у висновку результати показали, що в Чернігівській області даний гібрид дав майже найбільшу врожайність в 151,9 ц/га, зокрема після Вінницької області з невеликою різницею (Nasinnia Pioneer, 2022).

КАС обирають для внесення у передпосівну культувацію, під оранку, у позакореневе підживлення (Kramarev et al., 2020). Але підвищені норми внесення азотних добрив завжди стають причиною збільшеного вмісту мінерального азоту в ґрунті, що може призводити до зменшення коефіцієнта засвоєння інших елементів живлення рослинами (Herasymenko, 2021).

Шоу Н. разом із співавторами при вирощуванні силосної кукурудзи і застосування доз азотних добрив 0–280 кг д.р. у напівпосушливому регіоні Китаю констатували, що зі збільшенням норми азоту накопичення нітратів у ґрунті зростало експоненціально, видимі втрати азоту збільшувалися лінійно, а агрономічна ефективність чітко знижувалася (Shou, 2023). У даному випадку норма більше за 195 кг азоту на гектар

рекомендована для максимізації прибутку та мінімізації екологічних витрат, вищі дози застосовувати нераціонально.

Про вплив позакореневого підживлення карбамідом разом із внесенням мікроелементів та $MgSO_4$ на фоні $N_{160}P_{80}K_{140}$ в одну тону повідомляють і вчені Подільського державного аграрно-технічного університету на чорноземі типовому, висівачи гібрид LG 3258 (ФАО 250) (Shynkaruk, 2021).

В сухих умовах Степової зони Дніпропетровської зони на чорноземі опідзоленому вчені Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету довели ефективність внесення азотних добрив (N_{150} -сечовина) з калійними (калійна сіль) разом з поливною водою при вирощуванні кукурудзи. Було доведено ефективність дробового внесення добрив при застосуванні схеми 40-40-20, мається на увазі внесення у фазі десяти-дванадцяти листків, викидання волотей і молочної стиглості зерна. При цьому підвищувалися вміст білка в зерні та врожайність зерна до 2,7-4,4 т/га. Підвищення ГДК щодо нітратного азоту в продукції не відмічалось (Kiver, 2010).

Останнім часом, після початку повномасштабної війни росії проти України, тенденції щодо використання мінеральних добрив кардинально змінилися. Вітчизняні заводи з виробництва мінеральних добрив зупинилися, так само як і основний експорт через море. Це стало наслідком гострого дефіциту всіх видів добрив, зокрема і КАСу. Ще у грудні 2021 року аналітики казали, що буде проблема з купівлею КАС, бо виробники сільськогосподарської продукції вирішили закупити добрива на весні 2022 року з очікуванням зменшення цін на добриво. Також аналітики говорили, що буде проблема з транспортом на доставку в такій кількості, яка потрібна аграріям в один сезон купівлі – це надто складно (Ahrajiat, 2021; Pavliuk, 2021).

Початок війни у лютому 2022 році кардинально змінив плани аграріїв, багато хто сів кукурудзу взагалі

без добрив, деякі вносили тільки під час посіву, маючи в основне внесення 2021 року фосфорні та калійні добрива.

Тим не менш, світова тенденція щодо запровадження сталих практик, враховуючи екологічні аспекти стійкості сільського господарства, можна отримувати достатньо високі прибутки при вирощуванні кукурудзи (Cabrerá et al., 2020; Dong & Mitchell, 2023). Прогнозування ефективності внесених азотних добрив залишається актуальним для різних ґрунтово-кліматичних умов та гібридів кукурудзи (Ransom et al., 2020; McFadden & Miranowski, 2020). Технології виробництва, які використовують виробники, різноманітні, починаючи від традиційних і проміжних до найсучасніших, які використовують передові технології. Останні вносять високі дози добрив і високу густоту посадки, з механізованими процесами для отримання високих урожаїв з гектара; в той час як інші виробники, які

застосовують менші дози добрив, з меншою врожайністю досягають кращих прибутків (Vargas Salgado et al., 2021). Однак занадто багато добрив може бути дорогим і марнотратним, оптимальну норму азотних добрив слід коригувати залежно від погодних умов (Huang et al., 2023).

Висновки. Найвищу окупність витрат за внесення КАС у міжрядний обробіток та рівень рентабельності отримано на варіанті із внесенням КАС 110 кг/га – 1,81 грн. та 81 % відповідно. Логічно припустити, що подальше збільшення норми більше 140 кг/га призведе до ще більшого падіння врожайності, яка буде навіть нижчою за варіант без підживлення з міжрядним обробітком. Це буде лише погіршувати рентабельність виробництва та його дохідність. Таким чином, в умовах темно-сірих лісових ґрунтів Чернігівського Полісся України рекомендується вносити КАС-32 з міжрядним обробітком в нормі до 110 кг/га у фазу 7–8 листків.

Бібліографічні посилання:

1. Ahrariiam varto ochikuvaty hostroho defitsytu KAS navesni – ekspert (2021). [Agrarians should expect an acute shortage of KAS in the spring – the expert.] 23 Hrudnia 2021 (in Ukrainian). Access mode: <https://www.growhow.in.ua/ahrariiam-var-to-ochikuvaty-hostroho-defitsytu-kas-navesni-ekspert/>
2. Cabrera, E. S., Amaro G. R. M., & Contreras-Hernández, A. (2022). Profitability of Corn (Zea mays L.) Grown in Milpa Production Systems in Oaxaca, Puebla, and Veracruz, Mexico. *Agro Productividad*, 15(10), 51–59. doi: 10.32854/agrop.v15i10.2212
3. Dong, F. & Mitchell, P. (2023). Economic and Risk Analysis of Sustainable Practice Adoption Among U.S. Corn Growers, 33. doi: 10.2139/ssrn.4357612
4. Herasymenko, A. (2021). Yak pravylno vnosyty dobryva po merzlotalomu ґрунту – rozbyraemos razom [How to properly apply fertilizers on frozen soil 2 let's figure it out together.]. 20.02.2021. (in Ukrainian). Access mode: <https://kurkul.com/spetsproekty/981-yak-pravilno-vnositi-dobryva-po-merzlo-talomu-gruntu--rozbirayemos-razom>
5. Huang, Na., Sassenrath, G. F., & Lin, X. (2023) Improving Resilience of Corn to Weather through Improved Fertilizer Efficiency. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 9(2), article 14. doi: 10.4148/2378-5977.8447
6. Kaminskyi, V. F. & Asanishvili, N. M. (2020). Economic efficiency of maize growing technologies of different levels of intensity. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, 3(107), 28–34 (in Ukrainian).
7. Kharchenko, O., Petrenko, S., Zakharchenko, E., Sobko, M., Medvid, S. & Pshychenko, O. (2021). Models of quantitative estimation of sowing density effect on maize yield and its dependence on weather conditions. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, LXIV, 2, 224–231.
8. Kharchenko, O. V., Prasol, V. I., Zakharchenko, E. A. & Sobko, M. G. (2016). Do problemy analitychnoi otsinky efektyvnosti mineralnykh dobryv ta ekolohichnykh obmezhen yikh normy: naukove vydannia [To the problem of analytical evaluation of the effectiveness of mineral fertilizers and ecological limitations of their norms: scientific publication]. *Universytetska knyha*, Sumy, 31 (in Ukrainian).
9. Kharchenko, O., Zakharchenko, E., Kovalenko, I. Prasol, V., Pshychenko, O., Mishchenko, Y. (2019). On problem of establishing the intensity level of crop variety and its yield value subject to the environmental conditions and constraints. *AgroLife scientific journal*, 8(1), 113–119.
10. Kiver, V. F. & Onopriyenko, D. M. (2010). Vplyv fertyhatsii na produktyvnist roslын i yakist zerna kukurudzy [Effect of fertigation on plant productivity and corn grain quality.]. *Bulletin of Agricultural Science*, 8(10), 56–59 (in Ukrainian).
11. Koren, V. V. & Kostiukievych, T. K. (2021). Otsinka ahrometeorolohichnykh umov vyroshchuvannia kukurudzy v Chernihivskii oblasti [Assessment of agrometeorological conditions for growing corn in the Chernihiv region]. *Henetyka i selektsiia v suchasnomu ahrokompleksi: VI Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia*, m. Uman, 15 zhovtnia 2021, 83–84 (in Ukrainian).
12. Kovalenko, I. M. & Masyk, I. M. (2018). Vplyv tekhnolohii vyroshchuvannia kukurudzy na zerno na urozhainist ta ekonomichnu efektyvnist v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The influence of the technology of growing corn for grain on productivity and economic efficiency in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk: naukovyi zhurnal. Ser. «Silskohospodarski nauky»*, 99, 67–76 (in Ukrainian).
13. Kramarev, S. M., Kramarev, O. S., Demydenko, V. G., Khoroshun, K. O., Pisotsky, S. S., Bondar, V. J., Ruban, S. M. & Tsurcan, K. P. (2020). Ekonomichna efektyvnist vykorystannia karbamid-amiachnykh sumishei (KAS) v suchasnykh systemakh udobrennia silskohospodarskykh kultur [Use of carbamide-ammonia mixtures (CAM) in modern fertilizer systems of agricultural crops]. *New Ideology*, Dnipro, 195 (in Ukrainian).
14. Ladyka, V. I. (2009). Bioenerhetychnyi potentsial lisostepovoi i poliskoi zon Ukrainy ta perspektyvy yoho vykorystannia: monohrafiia [Bioenergy potential of forest-steppe and steppe zones of Ukraine and prospects for its use: monograph.]. *Universytetska knyha*, Sumy, 304 (in Ukrainian).

15. Liashenko, N. O. (2015). Ekonomichna efektyvnist zastosuvannya riznykh system dobryv pry vyroshchuvanni kukurudzy na zerno v stepovii zoni Ukrainy. [Economic efficiency of application of the different systems of fertilizers at growing of grain corn in the steppe zone of Ukraine]. *Agrosvit*, 21, 67–71 (in Ukrainian).
16. Li, H., Zhang, Y., Sun, Y., Liu, P., Zhang, Q., Wang, X., Wang, R., Li, J. (2023). Long-term effects of optimized fertilization, tillage and crop rotation on soil fertility, crop yield and economic profit on the Loess Plateau. *European Journal of Agronomy*, 143, 126731. doi: 10.1016/j.eja.2022.126731.
17. Masyk, I. M. & Zakharchenko, E. A. (2017). Productivity and economic efficiency of corn cultivation for grain under different systems of basic cultivation of soil in the conditions of the left bank forest-steppe of Ukraine. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu imeni V. V. Dokuchaieva. Seriya: Gruntoznavstvo, ahrokhimiia, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo, ekolohiia gruntiv*, 1, 46–154 (in Ukrainian).
18. McFadden, J. & Miranowski, J. (2020). Corn yield dynamics and weather shocks: climate change implications for the U.S. corn belt. *Climate Change Economics*, 11(01), 2050001. doi: 10.1142/S2010007820500013
19. Mirzaei, M., Anari, G. M., Saronjic, N., Sarkar, S., Kral, I., Gronauer, A., Mohammed, S. & Caballero-Calvo, A. (2023). Environmental impacts of corn silage production: influence of wheat residues under contrasting tillage management types. *Environ Monit Assess*, 195, 171. doi: 10.1007/s10661-022-10675-8
20. Nasinnia Pioneer: P8816 (2022). Nadiinist, plastychnist ta harantiia vysokoho vrozhaiu [Pioneer Seeds: P8816. Reliability, plasticity and guarantee of a high yield] (in Ukrainian). Access mode: https://www.pioneer.com/ua/products/corn/P8816.html#anchor_1
21. Palamarchuk, V. D. (2019). Ekonomichna otsinka hibrydiv kukurudzy zalezho vid pozakorenyvkh pidzhyvlen [Economic estimation of growing corn hybrids depending on the factors of vegetation and foliar nutrition]. *Agriculture and forestry, scientific journal of Vinnitsa national agrarian university*, 12, 18–27. (in Ukrainian). doi: 10.37128/2707-5826-2019-1-2
22. Palamarchuk, V. & Demchuk, B. (2021). Role of root feeding in modern technology of cultivating grain corn. *Agriculture and forestry, scientific journal of Vinnitsa national agrarian university*, 20, 60–76. doi: 10.37128/2707-5826-2021-5
23. Ransom, C. J., Kitchen, N. R., Camberato J. J., et al. (2020). Corn nitrogen rate recommendation tools' performance across eight US midwest corn belt states. *Agronomy Journal*, 112, 470–492. doi: 10.1002/agj2.20035
24. Pavliuk, I. (2021). Yak otrymaty 10 t/ha kukurudzy u sukhii vazi. [How to get 10 t/ha of corn in dry weight]. 11 chervnia 2021 r. (in Ukrainian). Access mode: <https://agronomy.com.ua/statti/zernovi-kultury/489-yak-otrymaty-10-t-ha-kukurudzy-u-sukhii-vazi.html>
25. Posivna-2021 u tsyfrakh. [Sowing-2021 in numbers]. (in Ukrainian). Access mode: <https://superagronom.com/articles/518-posivna-2021-u-tsifrah>
26. Sava, A. (2016). Perspektyvy haluzi roslynnytstva u 2016 rotsi: shcho vyhidno vyroshchuvaty? Agroelita. (in Ukrainian). Access mode: <https://agroelita.info/perspektyvy-haluzi-roslynnytstva-u-2016-rotsi-scho-vyhidno-vyroschuvaty/>
27. TOP-10 krain vyrobnykiv kukurudzy v 2021/22 MR [TOP-10 corn producing countries in the 2021/22 marketing year] (in Ukrainian). Access mode: <https://latifundist.com/rating/top-10-krayin-virobnikiv-kukurudzi-2021-22-mr>
28. Schnitkey, G., Paulson N., Zulauf, C. & Baltz, J. (2023). Fertilizer Prices and Company Profits Going into Spring 2023. *Farmdoc daily* (13), 36. Department of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois at Urbana-Champaign, February, 28. Access mode: <https://farmdocdaily.illinois.edu/2023/02/fertilizer-prices-and-company-profits-going-intospring-2023.html>
29. Shou, N., Gao, W., Jiang, C., Ma, R., Usman, S. & Yang, X. (2023). Optimizing nitrogen fertilization for forage maize production to maximize profit and minimize environmental costs in a rainfed region in China. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 69(13), 2569–2584. doi: 10.1080/03650340.2023.2165066
30. Shynkaruk, L. (2021). Vplyv makro- i mikro-dobryv na vrozhainist kukurudzy [Influence of macro- and micro-fertilizers on maize yield]. *Bulletin of Lviv National Agrarian University*, 5, 162–166 (in Ukrainian).
31. Szulc, P., Krauklis, D., Ambroży-Deregowska, K., Wróbel, B., Zielewicz, W., Niedbała, G., Kardasz, P., Selwet, M. & Niazian, M. (2023). Evaluation of the effectiveness of NBPT and NPPT application as a urease carrier in fertilization of maize (*Zea mays* L.) for ensiling. *Agronomy*, 13, 817. doi: 10.3390/agronomy13030817
32. Vargas-Salgado, M., Portillo-Vázquez, M., Brambila-Paz, J. J., Martínez-Damián, M. Á. & Medina-Cuellar, S. E. (2021). Economic optima of fertilizer in the production of white corn in High Valleys. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas*, 12 (8), 1391–1400. doi: 10.29312/remexca.v12i8.2685
33. Zakharchenko, E. A. (2019). Effect of zinc application on the maize. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*, 4, 8–14. doi: 10.32845/agrobio.2019.4.2
34. Zakharchenko, E. A., Petrenko, S. V., Berdin, S. I., Podhaietskyi, A. A., Kravchenko, N. V., Hnitetskyi, M. O., Hlupak, Z. I., Bordun, R. M., Tiutiunyk, O. S., Tryus, V. O. (2023). Response of maize plants to seeding rates under conditions of typical black soil. *Modern Phytomorphology*, 17, 71–74. doi: 10.5281/zenodo.2023-17-200119
35. Zakharchenko, E. & Tunguz, V. (2020). Effect of ammonium sulfate and phosphogypsum application on nutrients dynamics and acidity of black soil. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 42(4), 61–69. doi: 10.32845/agrobio.2020.4.8.
36. Zhang X., Wu D. & Zakharchenko E. A. (2022). Review on effects of biogas slurry application on crop growth. *Agrarian innovations*, 13, 155–165. doi: 10.32848/agrar.innov.2022.13.24.
37. Yang, X. (2023). An analysis of optimal agricultural fertilizer application decisions in the presence of market and weather uncertainties and nutrient pollution. *UWSpace*. Access mode: <http://hdl.handle.net/10012/19054>

Kravchenko N. V., Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Adamchuk Ye. V., PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Protasov O. M., PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Economic evaluation of the urea-ammonia mixture application with inter-row processing cultivator

The profitability of corn production in Ukraine is one of the highest among other crops, but in wartime, a time of economic crisis, the attention of agricultural producers is directed to the maximum saving of material resources. The selection of hybrids, tillage systems, fertilization, application of pesticides and grain drying affect the final cost of the corn grain production. In farms, nitrogen fertilizers for corn are mainly applied in the spring – during pre-sowing cultivation, during sowing, inter-row processing, in foliar application. Each term, dose and form of fertilizer application is important, and the effectiveness of the selected technological operations depends on weather conditions, soil properties, timeliness and reasonableness of application, as a whole, on the cultivation technology. Using of the nitrogen fertilizers, it is necessary to minimize the loss of nitrogen from the soil and ultimately obtain products of good quality, for the sale of which the farmer will receive a profit. In the conditions of dark gray forest soils of the Chernihiv Polyssia of Ukraine, the feasibility of applying UAN-32 (solution of urea and ammonium nitrate in water) with inter-row processing in the root application with the mounted cultivator IRIS-T with rates of 50, 80, 110, 140 kg/ha in the phase of 7–8 leaves was investigated. In the fall, before tillage, 120 kg/ha of anhydrous ammonia was applied, the complex fertilizer YaraMila 8-24-24 was applied at the rate of 100 kg/ha in physical weight during sowing. Calculating the economic efficiency of the fertilizer application, the most additional costs were obtained under applying at a dose of 140 kg/ha, and additional profit – at a dose of 110 kg/ha. The level of profitability of this measure was in the range of 54.3-81 %, with the highest parameter using UAN-32. Therefore, in the conditions of dark gray soil, it is recommended to use UAN-32 rootstock on corn crops with rates of up to 110 kg/ha in the 7–8 leaf phase to increase yield and gain profit.

Key words: corn, productivity, nitrogen fertilizers, tillage, soil, UAN, root, yield, profitability.

**ВПЛИВ НА МЕТАГЕНОМ ҐРУНТУ НОВОГО ДЛЯ НАУКИ ВИДУ ЕНДОФІТУ
VITASERGIA SVIDASOMA VS 1223 (IMB F-100106), ВИДІЛЕНОГО З ЧОРНОГО ТРЮФЕЛЯ**

Оліферчук Вікторія Петрівна

кандидат біологічних наук, доцент
Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна
ORCID: 0000-0003-2800-2254
victorijaoliferchuk@gmail.com

Федорович Дарія Василівна

доктор біологічних наук, професор
Інститут біології клітини Національної академії наук України, м. Львів, Україна
ORCID: 0000-0001-6956-3109
fedorovych.d@gmail.com

Самборський Маркіян Васильович

кандидат біологічних наук
ТОВ Експлоджен, м. Львів, Україна
ORCID: 0000-0002-6946-0385
markiyam.samborskyu@cantab.net

Самарська Марія Ігорівна

аспірантка
Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна
ORCID: 0000-0002-1519-9812
orehopitomnik@ukr.net

У статті наведено результати досліджень метагеному ґрунту розсадника горіхоплідних культур, де проводили обробку рослин дріжджовим грибом родини *Debariomycetaceae* *Vitasergia svidasoma* VS 1223 (IMB F-100106), який є діючим агентом препарату «Міковітал». За використання методики ампліконового секвенування 16S рРНК та ITS2 вивчено склад та структуру бактеріального та міцеліального угруповання у зразках досліджуваного ґрунту без обробки препаратом. Були отримані операційні таксономічні одиниці (OTU) шляхом кластеризації з ідентичністю 97% на ефективних тегах зразків, які були ідентифіковані. Для відображення складу мікроорганізмів та інформації про їх кількість та видове різноманіття у зразках було створено інтерактивну веб-сторінку Heatmap із представленням таксономічних анотацій, що відповідають OTU. Результати свідчать, що основні функціональні гени бактерій у ґрунтах розсадника належать до трьох основних відділів *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Firmicutes*. Відділ *Proteobacteria* був широко представлений у необробленому препаратом «Міковітал» ґрунті через рід *Echerichia*, представники якого становили понад 87%. Після обробки видом *Vitasergia svidasoma* VS 1223 (IMB F-100106) їх кількість знизилась до 7%. У ризосферному мікробіомі горіха волоського виявлено 20 філумів бактерій, що нараховують 83 роди та 6 філумів грибів, які нараховують 100 родів грибів, а також неklasифіковані послідовності, відносна частка яких у мікробіомі становила 3,04–7,86%. Аналіз таксономічної структури мікробіому на рівні філумів показав, що абсолютними домінантами були бактерії – 38,7–100%. Серед грибів відділ *Ascomycota* (41,01–93,17%), є абсолютним домінантом у обох екотопах. Крім того є представники відділів *Basidiomycota* (2,82–6,40%) та *Monerelomycota* (0,82–0,41%). У відділі *Ascomycota*, який містить найбільшу кількість мікоризоутворюючих грибів, збільшується їх представництво після застосування препарату «Міковітал», натомість зменшується кількість мікроміцетів-патогенів, токсинуотворювачів, збудників гнилей. Виявлено, що більш різноманітним став ризосферний мікробіом ґрунту за умов інокуляції рослин видом *Vitasergia svidasoma* VS 1223 (IMB F-100106).

Ключові слова: метагеном ґрунту, *Vitasergia svidasoma* VS 1223 (IMB F-100106), біорегуляція, ендоефіт, симбіоз.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.10>

Вступ. У сучасних умовах надмірного антропогенного впливу на ґрунтові екосистеми, важливими є процеси біорегуляції мікробіому ґрунту задля ефективного відновлення загальної мікоризної сітки в екосистемі та стимуляції природних процесів, які забезпечують імунітет рослин та їх продуктивність.

Найбільш поширеним методом біорегуляції в агро-екосистемах є внесення біологічних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур, які забезпечують відновлення мікро- та мікобіоти ґрунтів, і відповідно, сприяють зростанню врожайності. Цей метод активно застосовують у сільському госпо-

дарстві, який є доволі ефективним та екологічно безпечним.

Ми пропонуємо ще один підхід, який полягає у наступному: кожен ґрунт має свій міко- та мікробіом, і у зв'язку з тим, які методи обробітку ґрунту використовуються, такі з видів мікроорганізмів та грибів будуть домінувати в ґрунтах. Для того, щоб стимулювати, до прикладу, розвиток азотфіксуючих та фосфатомобілізуєчих бактерій та мікоризних грибів в агроценозах, а уникнути розвитку патогенів, пропонуємо застосовувати організми V – стратеги (Oliferchuk V., Kendzora N., Shukel I., et al., 2023) Такий підхід дасть змогу стимулювати розвиток притаманної конкретному ґрунту мікро- та мікобіоти, не вносити чужорідний генетичний матеріал там, де він не потрібен. Цей підхід також дасть можливість агровиборникам і науковцям активно співпрацювати разом для ефективного відтворення ґрунту та створення стабільного симбіозу «бактерія-гриб-рослина».

Серед представників мікобіоти мікоризні гриби є найважливішими постачальниками поживних речовин з обмеженою дифузійною здатністю таких елементів як фосфор, нітроген, цинк, сірка тощо. Мікоризоутворюючі гриби є обов'язковими біотрофами, потреби в живленні яких залежать від рослин-господарів. Вони глобально впливають на екосистемні процеси (Oliferchuk et al., 2023). Мікоризні гриби забезпечують безперервне надходження поживних речовин і демонструють стійкість до різноманітних екологічних стресів, таких як посуха, повінь, токсичність металів, засолення тощо (Dhiman et al., 2020; Malgioglio et al., 2022).

Взаємодія рослин і мікроорганізмів складається з комплексу складних процесів, які проходять у двох системах різного рівня організації: з однієї сторони це мікробний та грибний ценоз кореневої зони рослин, а з іншої – вищі судинні рослини, які також пов'язані між собою у фітоценозах. У результаті такої взаємодії формуються стійкі системи «бактерії-гриби-рослини», які відіграють ключову роль у функціонуванні природних едафотопів та штучно створених людиною агроекосистем (Gregory, 2022; Moenne-Loccoz et al., 2015).

Мікоризні асоціації рослин мають вплив на геохімічні цикли карбону та інших макроелементів, необхідних для росту і розвитку рослин (Finlay et al., 2020; Leake & Read, 2017).

Позитивна роль мікроорганізмів у кореневій зоні рослин проявляється в трансформації органічних залишків, синтезі гумусу, покращенні мінерального живлення рослин нітрогеном, фосфором та іншими макро- та мікроелементами, біоконтролі над патогенами та шкідниками, продукуванні біологічно активних речовин, які стимулюють ріст і розвиток рослин, детоксикацію антропогенних забруднень (Demyanyuk et al., 2018; Demyanyuk et al., 2020; Garcia et al., 2016; Kamel et al., 2017; Jacoby et al., 2017; Udvardi & Poole, 2013). В свою чергу, рослини обирають певні таксони ендоефітів і таким чином здійснюють контроль над своїми мікробіомами (Bulgarelli et al., 2012; Bulgarelli et al., 2015; Turner et al., 2013; Zgad Zaj et al., 2016). Така ідеальна картина позитивних взаємодій порушується, якщо за дії природних або антропогенних

чинників зміщується рівновага в мікробно-рослинній системі (IPBES, 2019). Лише в останні десятиліття людство почало відкривати та ідентифікувати величезну різноманітність мікроорганізмів і мережу взаємодій, у яких вони функціонують (Bahram et al., 2018). Нині описано лише 0,01% мікробного світу (Locey & Lennon, 2016), і ми мало знаємо про їхні екологічні функції (Baldrian, 2019).

Мета дослідження – вивчити вплив нового для науки виду ендоефіту *Vitasergia svidasoma* VS 1223 (IMB F-100106), виділеного з плодового тіла чорного трюфеля, на метагеном ризосфери ґрунту горіха волоського.

Матеріали і методи досліджень. Для експерименту був обраний розсадник горіхоплідних культур «Дніпро», створений у 2015 р. на території Дніпропетровської обл. (Апостолівський р-н, с. Новоукраїнське).

Перед експериментом на всю територію розсадника внесли надлишкову кількість органіки (гноївку тварин). Розсадник було поділено на дві ділянки, на одній з яких під кожне дерево методом ін'єкцій за використання мікоризатора було внесено препарат «Міковітал» згідно з інструкції до використання. Іншу ділянку розсадника не обробляли препаратом.

Діючим агентом препарату «Міковітал» є ендоефіт *Vitasergia svidasoma* VS 1223 (IMB F-100106), виділений з плодового тіла чорного трюфеля (Oliferchuk & Oliferchuk, 2016). Штам задепоновано в Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України, за послідовністю ДНК ITS2 елементу цей штам визнано як новий вид для науки.

З обох дослідних ділянок із ризосфери рослин були відібрані зразки ґрунту, з яких виділяли метагеномну ДНК. Відбір зразків ґрунту проводили за стандартними методиками (Билай В.И., 1982.). Вихід ДНК для зразка 1 (без міко) – без застосування обробки грибом становив 4,5 мкг/г ґрунту та 1,8 мкг/г ґрунту для зразка 2 (міко) – ґрунт, оброблений препаратом (рис. 1).

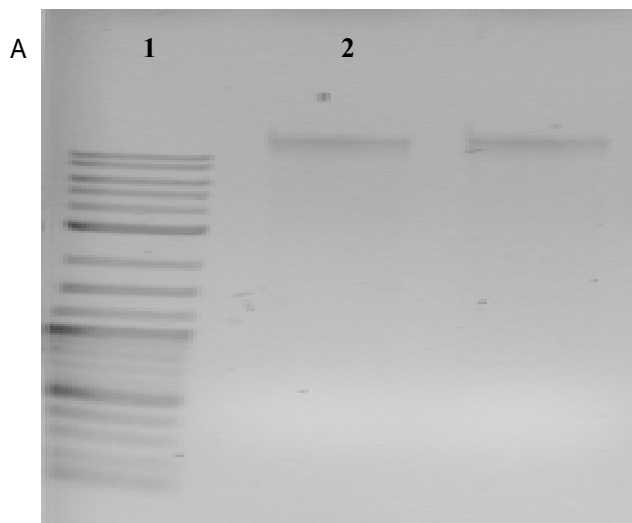


Рис. 1. Гель-електрофорез метагеномної ДНК
Доріжка А представляє Quick-Load Purple 1 kb Plus DNA Ladder (NEB), доріжка 1 – метагеномну ДНК (без міко), доріжка 2 – метагеномну ДНК (міко)

У дослідженнях використовували технології ампліконового секвенування 16S р ДНК та ITS2 у рибосомній ДНК (Magoc & Salzberg, 2011; Bokulich et al., 2013; Caroraso et al., 2010; Edgar et al., 2011; Haas et al., 2011; Edgar, 2013) і застосували цю технологію для вивчення бактеріальної та грибною структури ґрунту (Caroraso et al., 2011; Youssef et al., 2009; Hess et al., 2011; DeSantis et al., 2006). Ампліконове секвенування 16S рДНК зазвичай вибирає одну або кілька гіперваріабельних областей, конструює універсальні праймери в консервативних областях для ампліфікації ПЛР, а потім аналізує послідовності та ідентифікує мікроорганізмів на гіперваріабельних областях (Magoc & Salzberg, 2011; Bokulich et al., 2013; Caroraso et al., 2010).

У геномі гриба є різні області, які можна також використовувати для секвенування. Найпоширенішою областю ДНК у грибів є область ITS (внутрішній транскрибований простір) у рибосомній ДНК, включаючи ITS1 та ITS2. ITS1 знаходиться між генами рРНК 18S та 5.8S, тоді як ITS2 знаходиться між 5.8S та (26S у рослин або 28S у тварин) генами рРНК. Він має високий ступінь варіацій, навіть між близькими видами. Це можна пояснити низьким еволюційним тиском, а також припустити відсутність еволюції взагалі, і що кожен вид гриба створений для певної лише йому визначеної функції, і тому має такий високий рівень варіації між близькими видами, на що вказує ITS2, що діє на такі некодуючі спейсерні послідовності (Altschul et al., 1990; Wang et al., 2007; Quast et al., 2013). Нині ITS-область є найбільш широко послідовною ДНК-областю в молекулярній екології грибів і рекомендована як універсальна послідовність штрих-коду грибів, вона може бути добре анотована базою даних Unite INSDC.

Сіквенс аналіз ґрунтових зразків. Методика метагеномної екстракції ДНК з ґрунту. Було використано модифікований протокол для виділення метагеномної ДНК із ґрунту (Edgar, 2004).

Оцінка виходу та чистоти метагеномної ДНК. Рівний об'єм (2 мкл) екстрактів метагеномної ДНК заванта-

жували в 1% (мас./об.) агарозного гелю разом із 2 мкл Quick-Load Purple 1 kb Plus DNA Ladder (NEB). Після електрофорезу гель фарбували бромідом етидію, а смуги візуалізували за допомогою Syngene GeneGenius Bio Imaging System. Визначали концентрацію та чистоту метагеномної ДНК.

ПЛР ампліфікують 16S та ITS2 рДНК здійснювали з праймерами (v1-4). Бібліотеки для секвенування ампліконів на платформі Illumina були створені з використанням NEBNext® DNA Library Prep Kit. Продукти приготування бібліотеки аналізували на розподіл за розмірами за допомогою біоаналізатора Agilent 2100 та кількісно визначали за допомогою ПЛР у реальному часі. Секвенування здійснювали на платформі Illumina MiSeq (2x250bp) Обробку результатів 16S та ITS2 секвенування здійснювали згідно з методикою обробки даних. Випадковий вибір 5000 читань із вибірки одностороннього fq порівнюється з базою даних Nt. Варіації послідовності генів 16S та ITS2 рДНК використовувались для характеристики мікробних та грибних спільнот ризосфери ґрунту горіха волоського у розсаднику «Дніпро». Значимість структури відмінностей мікробних спільнот між групами перевіряли за допомогою методів T-тест, MetaStat, LEfSe, Anosim та MRPP. Вплив зміни фактору навколишнього середовища (в даному випадку інюкуляція коренів рослин стимулятором утворення мікоризи) дав аналіз CCA/RDA та кореляційний аналіз.

Для того, щоб вивчити склад мікробної спільноти у кожному зразку, були отримані операційні таксономічні одиниці (OTU) шляхом кластеризації з ідентичністю 97% на ефективних тегах усіх зразків, а потім ідентифіковані.

Згідно з результатами ідентифікації встановлювали видовий склад бактерій та грибів у кожному із зразків, які належали досліджуванім ґрунтам. Були отримані теплові карти. Підрахунки підфарбовуються на основі відсотка внеску кожного OTU до загальної кількості OTU в одному зразку (синій: додає низький відсоток OTU до вибірки; червоний: вносить високий відсоток OTU). Про-

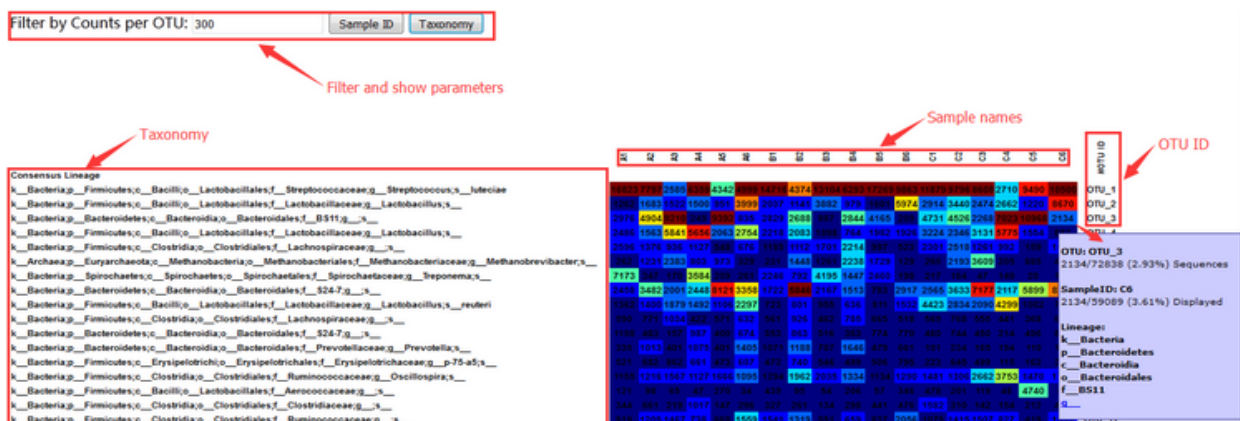


Рис. 2. Приклад теплової карти результатів анотації послідовності OTU

Теплова карта вказує на розподіл основних функціональних генів у метагеномах ґрунту без унесення препарату та після застосування препарату «Міковітал». Гени тих бактеріальних та грибних таксонів, які надмірно представлені, показані на тепловій карті більш темно-синім кольором; світліші дані представляють гени, які недостатньо представлені (тобто гени з найнижчими рівнями відносної кількості)

грама пропонує каталог результатів, на основі яких проводяться заключення.

Послідовність обробки даних. Зчитування в спареному кінці було призначено зразкам на основі їхніх унікальних штрих-кодів та усичене шляхом вирізання послідовностей штрих-коду та праймера. Парні зчитування були об'єднані за допомогою FLASH (V1.2.7) (Magoc & Salzberg, 2011).

Якісну фільтрацію на необроблених тегах проводили за певних умов фільтрації для отримання високоякісних чистих тегів (Bokulich et al., 2013) відповідно до Qiime (V1.7.0) (Caporaso et al., 2010). Теги порівнювали з базовою базою даних SILVA за допомогою алгоритму UCHIME (Edgar et al., 2011). Після видалення химер були отримані ефективні теги (Naas et al., 2011).

Для побудови діаграми дерева анотацій кожної групи використовували GraPhlAn (Asnicar et al., 2015).

Аналіз послідовностей кластеру OTU та таксономічна анотація проводилася за допомогою програмного забезпечення Uparse (Edgar, 2013).

Для кожної репрезентативної послідовності Qiime (Altschul et al., 1990) у методі Мотура проводився проти бази даних SSUrRNA база даних SILVA. Для отримання філогенетичних відносин усіх репрезентативних послідовностей OTU використовували MUSCLE (Edgar, 2004).

Інформація про кількість OTU була нормалізована за допомогою стандарту порядкового номера, відповідного зразку з найменшими послідовностями. Подальший аналіз альфа- та бета- різноманітності проведено на основі цих вихідних нормалізованих даних.

Результати. Вивчення експресії генів шляхом прямого секвенування та аналізу метагеномів у певний час і в певному просторі розкриває структурні та функціональні уявлення про мікробні й грибні спільноти. Порівняльний аналіз метагеномів виявив широкий спектр мікробних та грибних угруповань у ґрунті обох варіантів досліджу.

У ризосферному мікробіомі горіха волоського, інокульованого препаратом «Міковітал» виявлено 20 філумів бактерій, що нараховують 83 роди та і 6 філумів грибів, які нараховують 100 родів грибів, а також неklasифіковані послідовності, відносна частка яких у мікробіомі становила 3,04–7,86%. Аналіз таксономічної структури мікробіому на рівні філумів показав, що абсолютними домінантами були бактерії – 38,74–100%. Серед ідентифікованих бактеріальних філумів було три – *Actinobacteriota* (26,41–68,20%), *Firmicutes* (5,93–15,32%) і *Proteobacteria* (3,29–8,50%). Згідно з опрацьованими даними тип *Proteobacteria* представлений двома класами *Alfaproteobacteria* та *Gammaaproteobacteria*. *Alfaproteobacteria* включає десять порядків, натомість у наших зразках має своє широке представництво лише у двох порядках *Rhizobiales* та *Shingomonadales*. *Proteobacteria* включають широкий спектр патогенних родів, до яких належить *Echerichia*, *Vibrio* тощо. У досліджуваному ґрунті представники роду *Echerichia* становили понад 87%. Порядок *Rhizobiales* включає більшість фототрофних родів, які широко представлені у досліджуваних ґрунтах. Представники

порядку *Shingomonadales* можуть розщеплювати ароматичні сполуки, що є перспективним у відновленні навколишнього природного середовища.

Аналіз таксономічної структури мікробіому на рівні філумів у ґрунті без застосування мікоризного препарату та з його застосуванням показав приналежність грибів до відділів *Ascomycota* (41,01–93,17%), який є абсолютним домінантом у обох екотопах, *Basidiomycota* (2,82–6,40%) та *Monerelomycota* (0,83–0,41%). Дерево OTU для однієї групи наведено на рис. 3.

Показано, що більш різноманітним був ризосферний мікробіом ґрунту за умов інокуляції рослин *Vitasergia svidasoma* VS 1223 (IMB F-100106). Так, домінантами, з відносною часткою в загальному мікробіомі були *Thermoleophilla* – 8,44–21,81%, *Actinobacteria* – 12,16–31,48%, *Rubrobacteria* 5,81–14,99%. Домінували серед бактерій класу *Actinobacteria* родина *Frankiales* – 5,65–14,60%, *Micrococcales* – 3,99–10,3%.

Субдомінантами серед бактеріальних філумів були *Firmicutes* – 5,93–15,32%, *Chloroflexota* – 3,04–7,86%, *Proteobacteria* – 3,29–8,50%, найменш чисельною була родина *Bacteriodota* – 0,05–0,13% (рис. 3).

Обговорення. У мікробіомі досліджуваних ґрунтів представлені види, що належать до родів, які відіграють ключову роль у формуванні здорового ґрунтового середовища. Так, рід *Geodermatophilus* – родина актинобактерій у порядку *Geodermatophiliales* виробляють стійкі ферменти-естерази, які мають здатність протистояти несприятливим умовам навколишнього природного середовища, таким як ультрафіолетове світло, іонізуюче випромінювання, і важкі метали. Ця стійкість до негативного впливу екологічних чинників є ознакою *Terrabacteria*, філогенетичної групи, що складається з *Actinobacteria* і чотирьох інших основних ліній еубактерій (*Firmicutes*, *Cyanobacteria*, *Chloroflexi* і *Deinococcus*).

Nocardioidea грам-позитивний, мезофільний та аеробний бактеріальний рід із родини *Nocardioideaceae*. Описана здатність *N. simplex* розкладати суміш *Rubrobacter*. Ці актинобактерії володіють високою толерантністю до гербіцидів 2,4-Д та 2,4,5-Т і є індикаторами стресогенних умов в ґрунті. В мікробіомі розсадника цей рід займає 5,09–14,90%.

Kribbella, актиномицети, які мають більшу, ніж інші групи організмів здатність синтезувати біологічно активні речовини. *Actinobacteriota* – мають велике економічне значення, оскільки сільське господарство та ліси залежать від їхнього внеску в ґрунтові системи. У ґрунті вони сприяють розкладанню органічної речовини мертвих організмів, їх кількість у мікоризованому ґрунті збільшилась з 0,27% до 0,69%. *Angustibacter* – актинобактерії, деякі з яких живуть у симбіозі з рослинами, фіксують азот.

Як відомо, значну роль у процесах мікоризоутворення відіграють бактерії на стадії перед симбіозом. У мікробіомі мікоризованого горіхового розсадника представлений *Marmoricola* – грам-позитивний і хемоорганотрофний рід бактерій із родини *Nocardioideaceae*, який активно колонізує корені рослини, є стимулятором мікоризоутворення завдяки синтезу біологічно активних речовин.

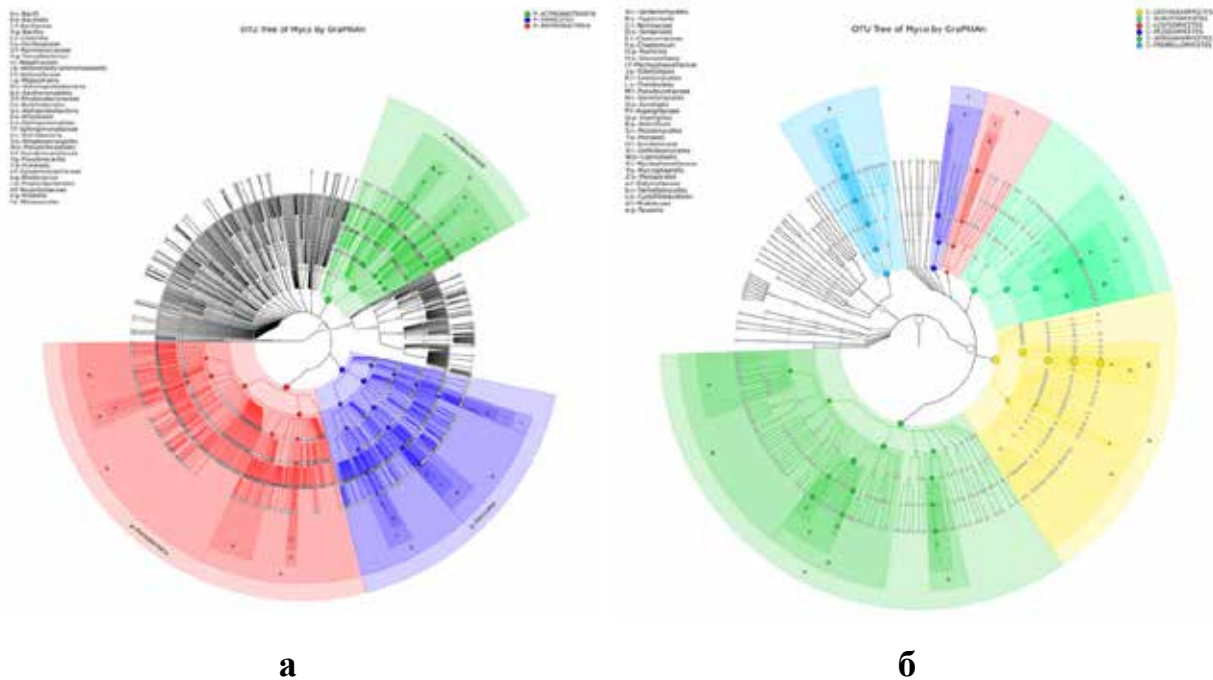


Рис. 3. Дерево анотацій OTU за допомогою GraPhlAn для бактерій (а) та для грибів (б)

Різні таксономічні ранги варіюються навиворіт. Розмір кіл означає велику кількість видів. Різні кольори позначають різні види. Суцільні кола представляють 40 найкращих видів, які мають високу частоту траплення. Програма пропонує каталог результатів на основі яких був проведений аналіз даних

Gemmatimonas – бактерії, кількість яких збільшується від мульчування дерев та застосування біотехнологій, зокрема внесення біочару, оскільки вони беруть участь у трансформації органічних речовин. *Azotobacter* – бактерії, які мають величезне значення для азотного живлення рослин, фіксуючи азот атмосфери і перетворюючи його на аміак, у мікоризованій частині розсадника збільшували свою кількість у двічі. Рід *Nitrosospora* здійснює першу стадію нітрифікації – окислення амонійного азоту до нітритів, окислює аміак. *Nitrospira* – окислює нітрити на другому етапі нітрифікації. Рід *Paenibacillus* є представником ризосферної мікробіоти, деякі штами – ендосфіти, колонізують тканини рослин і володіють бактерицидною та фунгіцидною дією. Рід *Bacillus* та *Pseudomonas* використовують як засіб біологічного контролю захворювань рослин, оскільки велика кількість штамів синтезують біологічно активні екзометаболіти: ферменти, пігменти, полісахариди, поліаміни тощо. Рід *Comamonas* бере участь у природних процесах біодеградації. Представники родини *Pseudomonadaceae* – група бактерій, що розкладають органічні рештки та протидіють патогенам. Бактерії роду *Pseudomonas* давно привертають увагу, як продуценти широкого спектра різних сидерофорів. Вони стимулюють ріст рослин та пригнічують проліферацію фітопатогенних грибів, синтезують сидерофори, які зв'язують більшу частину Fe (III), що знаходиться в шарі ґрунту ризосфери. *Verrucomicrobia*, пов'язана з “*Candidatus Udaeobacter*”, належить до найпоширеніших ґрунтових бактерій у всьому світі. Представники *Udaeobacter* можуть використовувати поживні речовини, які вивільняються внаслідок лізису інших ґрун-

тових мікроорганізмів за дії антибіотиків і тим самим зменшувати енергетично дорогий синтез необхідних біомолекул.

У мікоризованому ґрунті різко знизилась кількість видів та родів типу *Proteobacteria* до яких належать відомі патогени як кишкова паличка (*E.coli*), сальмонелла – (*Salmonella bongori*), вібріон (*Vibrio cholerae*), чумна паличка (*Yersinia pestis*). Також, спостерігали зниження видового різноманіття філіуму *Firmicutes*, деякі з яких є відомими патогенами, утворюють ендоспори, які є дуже стійкими до висушування і можуть витримувати екстремальні умови навколишнього природного середовища. Натомість, збільшилась кількість видів філіуму *Chloroflexi*, серед яких екстремальні термофіли, що можуть рости при температурах +35 °C...+70 °C. Ми пов'яжемо збільшення кількості екстремальних термофілів із впливом *Vitasergia svidasoma* VS 1223 IMB F-100106, що є важливо за сучасних тенденцій змін клімату. Завдяки діяльності зелених та пурпурових сіркобактерій, які використовують сірководень як донор електронів, екосистеми очищуються від H₂S, що дає змогу знизити викиди парникових газів у атмосферу. Представники родини *Chloroflexaceae* окиснюють як донори електронів H₂S та H₂ для асиміляції CO₂. Окиснення CO₂ відбувається до S⁰, яка накопичується в середовищі і далі ними не окиснюється. Кількість цих бактерій у мікоризованому ґрунті збільшилась від 0,35% до 0,98%. Дані описані на основі аналізу дерев таксономії для бактерій та грибів для групи та однієї вибірки (рис. 4, 5).

Отже, можемо припустити, що, впливаючи на структуру мікробоценозу, *Vitasergia svidasoma* опосередковано сприяє активному перетворенню сірки. Такі

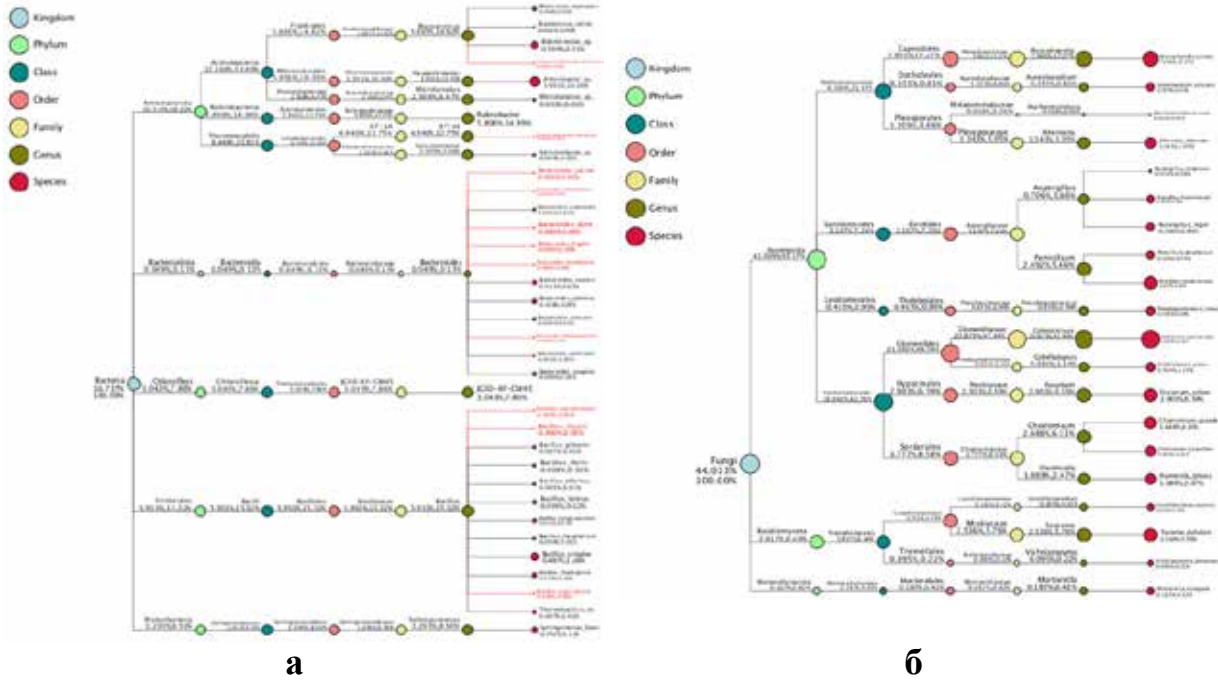


Рис. 4. Дерево таксономії однієї вибірки для бактерій (а) і грибів (б)

Різні кольори представляють різні таксономічні ранги. Розміри кіл вказують на відносну чисельність видів. Перше число під таксономічною назвою означає відсоток у всьому таксоні, а друге число – відсоток у вибраному таксоні

висновки ми можемо зробити ще й тому, що спостерігали протягом тривалого часу приживлення та активний ріст рослин, корені яких були інокульовані препаратом «Міковітал» на ґрунтах, де SO_4^{2-} у ґрунтового розчині

перевищувала фонову концентрацію від 4 до 50 разів (Nazarovets & Oliferchuk, 2013; Oliferchuk & Shukel, 2022). У цих умовах відбувається підвищення коефіцієнта використання азоту, синтез сірковмісних амінокислот,

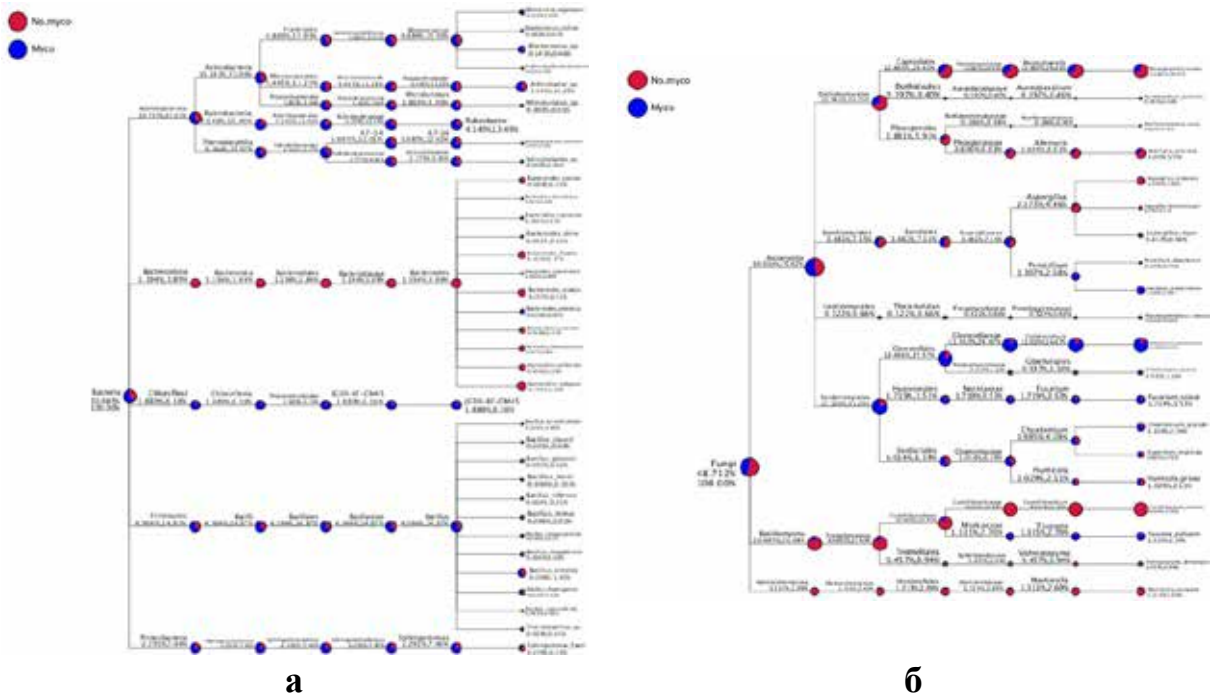


Рис. 5. Дерево таксономії групи для бактерій (а) і грибів (б)

Різні кольори представляють різні таксономічні ранги. Розміри кіл вказують на відносну чисельність видів. Перше число під таксономічною назвою означає відсоток у всьому таксоні, а друге число – відсоток у вибраному таксоні

зокрема протеїнів, активація важливих ферментів, необхідних для метаболізму енергії та жирних кислот, формування в рослині біологічно активних сполук проти ураження хворобами та шкідниками (фітоалексинів, глутатіону).

Бактеріальний тип (філіум) *Gemmatimonadetes*, кількість видів якого збільшилась у ґрунті з присутністю *Vitasergia svidasoma* містить представника, здатного до фототрофії *Gemmatimonas groenlandica* sp., завдяки наявності бактеріохлорофілу. Однак, нині виділено лише один штам хлорофототрофних бактерій *Gemmatimonas* (*G.*) *groenlandica* sp., які мають розширений арсенал механізмів для боротьби з окислювальним стресом, і цей вид збільшив відсоток своєї присутності у ґрунтах з *Vitasergia svidasoma*.

Verrucomicrobiota – тип бактерій, які не втратили відсотку своєї присутності у мікробіомі, обробленому *Vitasergia svidasoma*, до яких відносять в основному некультивовані форми. Вільноживучі бактерії, що зустрічаються при розмноженні фітопланктону, спеціалізуються на споживанні цукрів мікрободоростей, що містять фукозу та рамнозу. Таким чином, секвестрація органічної речовини фітопланктону за допомогою цукрів метилпентози, ймовірно, залежить від активності спеціалізованих популяцій *Verrucomicrobiota*. Цей філіум займає у ґрунті від 1 до 10% і має важливе екологічне значення для симбіозу з мікрободоростями та фітопланктоном.

У дослідженнях особливу увагу приділяли мікобіому ризосфери горіха, оскільки внесення мікоризоутворюючих видів спричинило вплив на ризосферну мікобіоту та чисельність і видовий склад ендоефітів. Спостерігали зниження рівня дейтеромицетів-патогенів, збільшувалась кількість мікоризоутворювачів та видів, які сприяють процесам гумусоутворення. Повністю були витіснені з ризосфери види, які спричиняли хвороби стовбурових гнилей.

Щодо зміни у структурі мікобіому, слід відзначити таке: збільшився відсоток видів філіуму *Ascomycota*. Вони виконують ключові функції в наземних екосистемах. Нині обстежені 235 ґрунтів з усього світу. Висновки вчених вказують на те, що 83 філотипи *Ascomycota* (<0,1% вилучених грибів), домінують у ґрунтах у всьому світі (Egidi et al., 2019). Були визначені закономірності та екологічні чинники появи домінуючих таксонів грибів у ґрунті та представлена карта їх розподілу в ґрунтах у всьому світі. Порівняння їх повного геному з *Basidiomycota* вказало на велику кількість генів, пов'язаних зі стресостійкістю, що свідчить про можливість більш ефективної колонізації в широкому діапазоні середовищ.

Ці дослідження підтверджують наші висновки і є прогресивними у розумінні екології грибів і мають значення для розробки стратегій їх збереження та функцій екосистеми, які вони забезпечують. *Tuber melanosporum* належить до *Ascomycota*, а його ендоефіт *Vitasergia svidasoma* є одним з агентів стресостійкості.

Порівняння повного геному дало можливість пояснити причину домінування філотипу *Ascomycota* порівняно з філотипом *Basidiomycota*. За допомогою аналізу Random Forest були ідентифіковані функціо-

нальні гени з доступних секвенованих цілих геномів, які характеризують (1) домінантні таксони *Ascomycota* порівняно з іншими недомінантними таксонами *Ascomycota* та (2) домінантні таксони *Ascomycota* порівняно з іншими недомінантними таксонами грибів із типу *Basidiomycota*.

Дослідники (Egidi et al., 2019) знайшли низку екологічно значущих геномних ознак, які суттєво відрізнялися у домінантних та недомінантних членів спільноти ґрунтових грибів. Після стандартизації вмісту генів відповідно до розміру геному значно більша кількість генів пов'язана з живленням (наприклад, транспортер фосфату, іммобілізація азоту) та метаболізмом вуглеводів (наприклад, CAZymes, пов'язані з деградацією складних цукрів, синтезом полісахаридів і підвищенням каталітичної ефективності), характеризують домінуючу *Ascomycota*.

Крім того, у порівнянні з *Basidiomycota*, представники *Ascomycota* демонстрували значно вищу частоту геномних ознак, пов'язаних як зі стресостійкістю, так і з конкурентними властивостями, такими як відкладення меланіну та стійкість до антибіотиків і їх продукування.

Отже, введення в екосистему ґрунтів роду *Vitasergia svidasoma* збільшує відсоток домінування таксонів *Ascomycota*, що забезпечує активну деградацію складних цукрів, синтез полісахаридів і підвищення каталітичної ефективності ґрунтових процесів, підвищує стресостійкість середовища та системи «рослина-гриб-бактерія» за рахунок акумуляції меланіну, а також забезпечує синтез антибіотиків та формування стійкості до них.

Відповідно до результатів таксономічної анотації, ми сформували гістограму розподілу відносної величини таксонів грибів, де побачили таксони з більшою кількістю та їх часткою на різних рівнях класифікації кожної вибірки. Таким чином ілюструється відносна кількість таксонів у типі. На рис. 6 зображено ефект домінування видів відділу *Ascomycota* при застосуванні *Vitasergia svidasoma* у екосистемі ґрунту горіхового саду.

Наступний етап таксономічної характеристики – це встановлення альфа-різноманітності, яка відображає багатство та різноманітність мікробних спільнот у кожній вибірці (табл. 1, 2).

Результати значень індексу Шеннона свідчать про збільшення біорізноманіття видів бактерій у 12,2 раза, грибів – у 8,7 раза у ґрунті, де як підживлення використовували гноївку тварин та фекалії людей (надлишкова органіка). Вважається, що збільшення біорізноманіття може лише позитивно впливати на екосистему.

Таблиця 1
Індекси альфа-різноманітності для ґрунту з надлишковим внесенням органічної речовини

Назва	Бактерії	Гриби
види	5862	3710
Коефіцієнт Шеннона	9,579	8,898
Коефіцієнт Сімпсона	0,995	0,991
Cha 1	7822,054	4045,752
ACE	8090,794	4084,007
Проективне покриття видів	0,981	0,994
Вільне PD	447,921	281,282

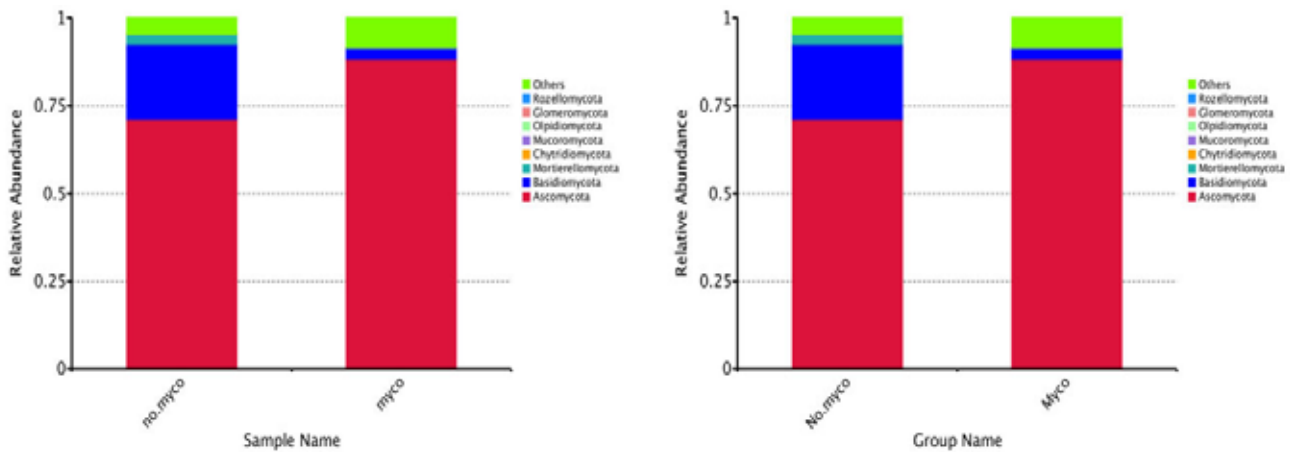


Рис. 6. Відносна кількість таксонів у типі для грибів

Вісь Y представляє «відносне достаток», а вісь X «назва зразків». «Інші» – це загальна відносна кількість інших видів, крім 10, які займають ключові положення у досліджуваній екосистемі ґрунту. В результаті ми можемо побачити 10 видів, які в обраному зразку несуть найбільше інформативне навантаження щодо видового складу та формують спільноту досліджуваної екосистемі ґрунту

Таблиця 2

Індекси альфа- різноманітності для ґрунту, обробленого препаратом «Міковітал»

Назва	Бактерії	Гриби
види	482	427
Коефіцієнт Шенона	4,497	4,468
Коефіцієнт Сімпсона	0,897	0,898
Cha 1	502,812	444,333
ACE	497,259	445,814
Проективне покриття видів	1,000	1,000
Вільне PD	84,350	73,500

Наші дослідження мікроорганізмів (бактерій та грибів) свідчать про протилежне: ефективними для живлення рослин можуть бути лише симбіотрофні мікроорганізми та їх асоціації. Зафіксовано вплив на екосистему ризосфери ґрунту ендоефіту *Vitaserugia svidasoma*, який було використано як регулятор метагеному ґрунту, що впливає на збільшення в ризосфері корисних симбіотрофних аскоміцетів та пригнічує ріст патогенів та інших груп мікроорганізмів.

Коефіцієнт Сімпсона, що вказує на різноманітність спільноти, становить для бактерій 0,995 у ґрунті з надлишковою органікою та 0,897 у ґрунті, обробленім препаратом «Міковітал». Для грибів – відповідно 0,991 та 0,898. Варто зауважити, що зменшення кількості таксонів грибів та бактерій у ґрунті після застосування

препарату не впливало на значення коефіцієнта Сімпсона, оскільки зменшувалась кількість патогенних видів. Цей коефіцієнт залишався доволі високим як для бактерій (0,897), так і для грибів (0,898). Рясність мікробної спільноти та кількість унікальних видів також є вищими у ґрунті, обробленому препаратом «Міковітал».

Висновки. Вперше досліджено метагеному ґрунту ризосфери горіха волоського, обробленого препаратом на основі ендоефітного гриба *Vitaserugia svidasoma*, виділеного з чорного трюфеля. Аналіз таксономічної структури мікобіому на рівні філумів грибів у ґрунті без застосування мікоризного препарату та з його застосуванням показав, що найбільш представницьким серед грибів був відділ *Ascomycota*. Введення в екосистему ґрунту *Vitaserugia svidasoma* призвело до збільшення представників цього відділу з 41,01% до 93,17%, що сприяло активним процесам стимуляції мікоризоутворення в системі «бактерія-гриб-рослина». Аналіз таксономічної структури мікобіому на рівні філумів бактерій показав зниження патогенних видів з 87% до 7%. Збільшення біорізноманіття у ризосфері рослин може бути ефективним лише у випадку розвитку симбіотрофних мікроорганізмів та їх асоціацій. Це дає можливість розробляти біотехнології, які будуть стимулювати формування симбіотрофних асоціацій в ґрунті при внесенні органіки і обґрунтовано застосовувати бактеріальні та грибні препарати в агро-екосистемах.

Бібліографічні посилання:

1. Altschul, S.F., Gish, W., Miller, W., Myers, E.W., & Lipman, D.J. (1990). Basic local alignment search tool. *J Mol Biol*, 215(3), 403–410. doi: 10.1016/S0022-2836(05)80360-2
2. Asnicar, F., Weingart, G., Tickle, T.L., Huttenhower, C., & Segata, N. (2015). Compact graphical representation of phylogenetic data and metadata with GraPhlAn. *PeerJ*, 3, e1029. doi: 10.7717/peerj.1029. PMID: 26157614; PMCID: PMC4476132.
3. Bahram, M., Hildebrand, F., Forslund, S.K., Anderson, J.L., Soudzilovskaia, N.A., Bodegom, P.M., Bengtsson-Palme, J., Anslan, S., Coelho, L.P., Harend, H., Huerta-Cepas, J., Medema, M.H., Maltz, M.R., Mundra S., Olsson, P.A., Pent M., Polme, S., Sunagawa, S., Ryberg, M., Tedersoo, L., & Bork, P. (2018). Structure and function of the global topsoil microbiome. *Nature*, 560(7717), 233–237. doi: 10.1038/s41586-018-0386-6

4. Baldrian, P. (2019). The known and the unknown in soil microbial ecology. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 95(2), fiz005. doi: 10.1093/femsec/fiz005
5. Bokulich, N.A., Subramanian, S., Faith, J., Gevers, D., Gordon, J.I., Knight, R., Mills, D.A., & Caporaso J.G. (2013). Quality-filtering vastly improves diversity estimates from Illumina amplicon sequencing. *Nature methods*, 10.1, 57–59. doi: 10.1038/nmeth.2276
6. Bulgarelli, D., Garrido-Oter, R., Munch, P. C., Weiman, A., Droge, J., Pan, Y., McHardy, A.C., & Schulze-Lefert, P. (2015). Structure and function of the bacterial root microbiota in wild and domesticated barley. *Cell Host Microbe*, 17(3), 392–403. doi: 10.1016/j.chom.2015.01.011
7. Bulgarelli, D., Rott, M., Schlaeppi, K., Van Themaat, E.V.L., Ahmadinejad, N., Assenza, F., Rauf, P., Huettel, B., Reinhardt, R., Schmelzer, E., Peplies, J., Gloeckner, F.O., Amann, R., Eickhorst, T., & Schulze-Lefert P. (2012). Revealing structure and assembly cues for *Arabidopsis* root-inhabiting bacterial microbiota. *Nature*, 488, 91–95. doi: 10.1038/nature11336
8. Caporaso, J.G., Kuczynski, J., Stombaugh, J., Bittinger, K., Bushman, F.D., Costello, E.K., Fierer, N., Peña, A.G., Goodrich, J.K., Gordon, J.I., Huttley, G.A., Kelley, S.T., Knights, D., Koenig, J.E., Ley, R.E., Lozupone, C.A., McDonald, D., Muegge, B.D., Pirrung, M., Reeder, J., Sevinsky, J.R., Turnbaugh, P.J., Walters, W.A., Widmann, J., Yatsunencko, T., Zaneveld, J., & Knight, R. (2010). QIIME allows analysis of high-throughput community sequencing data. *Nat Methods*, 7(5), 335–336. doi: 10.1038/nmeth.f.303
9. Caporaso, J.G., Lauber, C.L., Walters, W.A., Berg-Lyons, D., Lozupone, C.A., Turnbaugh, P.J., Fierer, N., & Knight, R. (2011). Global patterns of 16S rRNA diversity at a depth of millions of sequences per sample. *Proc Natl Acad Sci USA.*, 108(Suppl 1), 4516–4522. doi: 10.1073/pnas.1000080107
10. Demyanyuk, O.S., Patyka, V.P., Sherstoboeva, O.V., & Bunas, A.A. (2018). Formation of the structure of microbiocenoses of soils agroecosystems depending on trophic and hydrothermic factors. *Biosystems diversity*, 26(2), 103–110. doi: 10.15421/011816
11. Demyanyuk, O., Symochko, L., & Shatsman, D. (2020). Structure and dynamics of soil microbial communities of natural and transformed ecosystems. *Environmental Research, Engineering and Management*, 76(4), 97–105. doi: 10.5755/j01.arem.76.4.23508
12. DeSantis, T.Z.Jr., Hugenholtz, P., Keller, K., Brodie, E.L., Larsen, N., Piceno, Y.M., Phan, R., & Andersen, G.L. (2006). NAST: a multiple sequence alignment server for comparative analysis of 16S rRNA genes. *Nucleic Acids Res*, 34(Web Server issue), 394–399. doi: 10.1093/nar/gkl244
13. Dhiman, M., Sharma, L., Kaushik, P., Singh, A., & Sharma, M.M. (2022). Mycorrhiza: An Ecofriendly Bio-Tool for Better Survival of Plants in Nature. *Sustainability*, 14(16), 10220. doi: 10.3390/su141610220
14. Edgar, R.C. (2004). MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. *Nucleic Acids Res*, 32(5), 1792–1797. doi: 10.1093/nar/gkh340
15. Edgar, R.C. (2013). UPPARSE: highly accurate OTU sequences from microbial amplicon reads. *Nature methods*, 10, 996–998. doi: 10.1038/nmeth.2604
16. Edgar, R.C., Haas, B.J., Clemente, J.C., Quince, C., & Knight R. (2011). UCHIME improves sensitivity and speed of chimera detection. *Bioinformatics*, 27(16), 2194–2200. doi: 10.1093/bioinformatics/btr381
17. Egidi, E., Delgado-Baquerizo, M., Plett, J.M., Wang, J., Eldridge, D.J., Bardgett, R.D., Maestre, F.T., & Singh, B.K. (2019). A few Ascomycota taxa dominate soil fungal communities worldwide. *Nat Commun*, 10(1), 2369. doi: 10.1038/s41467-019-10373-z
18. Finlay, R.D., Mahmood, S., Rosenstock, N., Bolou-Bi, E.B., Kohler, S.J., Fahad, Z., Rosling, A., Wallander, H., Belyazid, S., Bishop, K., & Lian, B. (2020). Reviews and syntheses: Biological weathering and its consequences at different spatial levels – from nanoscale to global scale. *Biogeosciences*, 17, 1507–1533. doi: 10.5194/bg-17-1507-2020
19. Garcia, K., Doidy, J., Zimmermann, S.D., Wipf, D., & Courty, P.E. (2016). Take a trip through the plant and fungal transportome of mycorrhiza. *Trends Plant Sci*, 21, 937–950. doi: 10.1016/j.tplants.2016.07.010
20. Gregory, P.J. (2022). RUSSELL REVIEW. Are plant roots only “in” soil or are they “of” it? Roots, soil formation and function. *European Journal of Soil Science*, 73(1), e13219. doi: 10.1111/ejss.13219
21. Haas, B.J., Gevers, D., Earl, A.M., Feldgarden, M., Ward, D.V., Giannoukos, G., Ciulla, D., Tabbaa, D., Highlander, S.K., Sodergren, E., Methe, B., DeSantis, T.Z., Petrosino, J.F., Knight, R., & Birren, B.W. (2011). Chimeric 16S rRNA sequence formation and detection in Sanger and 454-pyrosequenced PCR amplicons. *Genome research*, 21(3), 494–504. doi: 10.1101/gr.112730.110
22. Hess, M., Sczyrba, A., Egan, R., Kim, T.W., Chokhawala, H., Schroth, G., Luo, S., Clark, D.S., Chen, F., Zhang, T., Mackie, R.I., Pennacchio, L.A., Tringe, S.G., Visel, A., Woyke, T., Wang, Z., & Rubin, E.M. (2011). Metagenomic discovery of biomass-degrading genes and genomes from cow rumen. *Science*, 331(6016), 463–467. doi: 10.1126/science.1200387
23. IPBES (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondizio, H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 p. doi: 10.5281/zenodo.3553579
24. Jacoby, R., Peukert, M., Succurro, A., Koprivova, A., & Kopriva, S. (2017). The Role of Soil Microorganisms in Plant Mineral Nutrition-Current Knowledge and Future Directions. *Front. Plant Sci*, 8, 1617. doi: 10.3389/fpls.2017.01617
25. Kamel, L., Keller-Pearson, M., Roux, C., & Ane, J.M. (2017). Biology and evolution of arbuscular mycorrhizal symbiosis in the light of genomics. *New Phytol*, 213, 531–536. doi: 10.1111/nph.14263

26. Leake, J.R., & Read, D.J. (2017). Mycorrhizal symbioses and pedogenesis throughout earth's history. In: Johnson N.C., Gehring C.A., Jansa J. (eds). Mycorrhizal mediation of soil: fertility, structure, and carbon storage. Elsevier, Amsterdam, 9–33. doi: 10.1016/B978-0-12-804312-7.00002-4
27. Locey, K.J., & Lennon, J.T. (2016). Scaling laws predict global microbial diversity. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 113(21), 5970–5975. doi: 10.1073/pnas.152129111
28. Magoc, T., & Salzberg, S.L. (2011). FLASH: fast length adjustment of short reads to improve genome assemblies. *Bioinformatics*, 27(21), 2957–2963. doi: 10.1093/bioinformatics/btr507
29. Malgioglio, G., Rizzo, G.F., Nigro, S., Lefebvre du Prey, V., Herforth-Rahme, J., Catara, V., & Branca, F. (2022). Plant-Microbe Interaction in Sustainable Agriculture: The Factors That May Influence the Efficacy of PGPM Application. *Sustainability*, 14(4), 2253. doi: 10.3390/su14042253
30. Moenne-Loccoz, Y., Mavingui, P., Combes, C., Normand, P., Steinberg, C. (2015). Microorganisms and Biotic Interactions. In: Bertrand, J.C., Caumette, P., Lebaron, P., Matheron, R., Normand, P., & Sime-Ngando, T. (eds). *Environmental Microbiology: Fundamentals and Applications*. Springer, Dordrecht. doi: 10.1007/978-94-017-9118-2_11
31. Nazarovets, U.R., & Oliferchuk, V.P. (2013). Mikotrofnist deiakykh trav'ianykh roslyn na gruntakh Podorozhnenskoj sirchanoi kopalni [Mycotrophicity of some herbaceous plants on the soils of the Podorozhnensk sulfur mine]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 23.6, 174–181. (in Ukrainian).
32. Oliferchuk, V., Kendzora, N., Shukel, I., Samarska, M., & Olejniuk-Puchniak, O. (2023). The role of V-strategist endophytes in stimulating the formation of mycorrhizal interactions and soil regeneration, BOOK TITLE: Symbiosis in Nature, 269–2023. doi: 10.5772/intechopen.109912
33. Oliferchuk, V.P., & Oliferchuk, S.P. (2016). Patent 111174 (19) UA (51) MPK A01 N 63/04(2006. 01) C12N 1/14 (2006.01). Kompleksnyi biolohichno aktyvnyi preparat dlia rehuliatcii rozvytku ta rostu roslyn na osnovi sporovoi suspenzii hrybiv-mikoryzoutvoriuvachiv "Mikovital" [A complex biologically active preparation for regulating the development and growth of plants based on a spore suspension of mycorrhizal fungi "Mykovital"]. zaiavl. 26.02.2016, opubl. 10.11.2016, Biul. № 21. (in Ukrainian).
34. Oliferchuk, V., & Shukel, I. (2022). Struktura kompleksiv mikromitsetiv u ekotopakh sirchanykh kar'eriv zakhidnoho rehionu Ukrainy [The structure of micromycetes complexes in the ecotopes of sulfur quarries in the western region of Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, 4, 129–140 (in Ukrainian). doi: 10.33730/2310-4678.4.2022.275849
35. Quast, C., Pruesse, E., Yilmaz, P., Gerken, J., Schweer, T., Yarza, P., Peplies, J., & Glockner, F.O. (2013). The SILVA ribosomal RNA gene database project: improved data processing and web-based tools. *Nucleic Acids Res*, 41(Database issue), 590–596. doi: 10.1093/nar/gks1219
36. Smith, S.E., & Smith, F.A. (2011). Roles of arbuscular mycorrhizas in plant nutrition and growth: new paradigms from cellular to ecosystem scales. *Annu. Rev. Plant Biol*, 62, 227–250. doi: 10.1146/annurev-arplant-042110-103846
37. Turner, T.R., Ramakrishnan, K., Walshaw, J., Heavens, D., Alston, M., Swarbreck, D., Osbourn, A., Grant, A., & Poole, P.S. (2013). Comparative metatranscriptomics reveals kingdom level changes in the rhizosphere microbiome of plants. *ISME J*, 7, 2248–2258. doi: 10.1038/ismej.2013.119
38. Udvardi, M., & Poole, P.S. (2013). Transport and metabolism in legume-rhizobia symbioses. *Annu. Rev. Plant Biol*, 64, 781–805. doi: 10.1146/annurev-arplant-050312-120235
39. Wang, Q., Garrity, G.M., Tiedje, J.M., & Cole, J.R. (2007). Naive Bayesian classifier for rapid assignment of rRNA sequences into the new bacterial taxonomy. *Appl Environ Microbiol*, 73(16), 5261–5267. doi: 10.1128/AEM.00062-07
40. Youssef, N., Sheik, C.S., Krumholz, L.R., Najjar, F.Z., Roe, B.A., & Elshahed, M.S. (2009). Comparison of species richness estimates obtained using nearly complete fragments and simulated pyrosequencing-generated fragments in 16S rRNA gene-based environmental surveys. *Applied and environmental microbiology*, 75(16), 5227–5236. doi: 10.1128/AEM.00592-09
41. Zgadzaj, R., Garrido-Oter, R., Jensen, D.B., Koprivova, A., Schulze-Lefert, P., & Radutoiu, S. (2016). Root nodule symbiosis in *Lotus japonicus* drives the establishment of distinctive rhizosphere, root, and nodule bacterial communities. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 113, 7996–8005. doi: 10.1073/pnas.1616564113

Oliferchuk V. P., PhD (Biological Sciences), Associate Professor, National Forestry University of Ukraine, Lviv, Ukraine

Fedorovich D. V., PhD Doctor (Biological Sciences), Professor Leading Researcher, Department of Molecular Biology and Biotechnology, Institute of Cell Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine

Samborskyi M. V., PhD, Leading Specialist in Bioinformatics, Explozhen LLC laboratory of Ukraine, Lviv, Ukraine

Samarska M. I., PhD student, National Forestry University of Ukraine, Lviv, Ukraine

The effect on soil metagenom caused by the new for the science endophyte species *Vitasergia svidasoma* VS 1223 (IMB F-100106) extracted from black truffle

The articles provides the results of the research of soil metagenome of nuciferous crops nursery, where the plant treatment was carried out with yeast fungus of family Debariomycetaceae – *Vitasergia svidasoma* VS 1223 (IMB F-100106), which is an active agent of Mycovital preparation. By applying amplicon sequencing of 16S pPHK and ITS2, the composition and structure of bacterial and mycelial community in the analyzed untreated soil samples were studied. Operational taxonomic units (OTU) were obtained by clustering with identity of 97% on the effective sample tags which were detected. To demonstrate the microorganism composition and information about their number and species diversity in the samples, an interactive webpage Heatmap was created with a presentation of taxonomic annotations which correspond to OTU. The results prove that the main functional genes of the bacteria in the plant nursery soils belong to three main divisions of Proteobacteria, Actinobacteria, Firmicutes. Proteobacteria division was widely presented with *Echerichia* genus in the soil untreated with Mycovital in the number of above 97%. After the treatment with species of *Vitasergia svidasoma* VS 1223 (IMB

F-100106) their number reduced to 7%. In the walnut rhizosphere microbiome, 20 types of bacteria, including 83 genera, and 6 types of fungi, including 100 genera of fungi, as well as unclassified sequences were identified, the relative share of which in the microbiome was 3.04–7.86%.

The analysis of taxonomic structure of the microbiome on the phyla level showed that bacteria were an absolute dominant, i.e. 38.7–100%. Among fungal divisions, Ascomycota (41.01–93.17%) is an absolute dominant in both ecotopes. Moreover, there were representatives from Basidiomycota (2.82–6.40%) and Monerelomycota (0.82–0.41%) divisions. In Ascomycota division, comprising the greatest number of mycorrhizal fungi, their number increases after treatment with Mycovital, while the number of micromycetes-pathogens, toxin-producers and rot pathogens decreased. It was established that the rhizospheric soil microbiome became more diverse under conditions of inoculation of plants with species *Vitasergia svidasoma* VS 1223 (IMB F-100106).

Key words: soil metagenome, *Vitasergia svidasoma* VS 1223 (IMB F-100106), bioregulation, endophyte, symbiosis.

**ПОЛБА ЗВИЧАЙНА: ПОХОДЖЕННЯ, ПОШИРЕННЯ, БІОЛОГІЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВІДРОДЖЕННЯ
В СУЧАСНОМУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ УКРАЇНИ**

Рожков Роман Вікторович

кандидат біологічних наук, доцент
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна
ORCID: 0000-0002-3751-2208
dozent_2210@ukr.net

Бабенко Лідія Михайлівна

кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного Національної академії наук України, м. Київ, Україна
ORCID: 0000-0001-5391-9203
BabenkoLM@nas.gov.ua

Криворученко Роман Володимирович

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна
ORCID: 0000-0003-1943-8486
roman.kryvoruchenko@gmail.com

Турчинова Ніна Петрівна

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна
ORCID: 0000-0002-8982-6161
ninaturch@gmail.com

Іванов Олександр Віталійович

аспірант
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна
ORCID: 0000-0002-9679-1139
axe.ivanov1@gmail.com

Турчинов Олександр Олександрович

аспірант
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна
ORCID: 0000-0002-1624-2604
alexurch97@gmail.com

Косаківська Ірина Василівна

доктор біологічних наук, професор
Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного Національної академії наук України, м. Київ, Україна
ORCID: 0000-0002-2173-8341
phytohormonology@ukr.net

*В останні десятиріччя спостерігається зростання інтересу до селекції малопоширених пшениць, що в свою чергу обумовлено зростанням серед споживачів попиту на продукцію зерна з цих видів. До таких видів належить і стародавній плівчастий вид пшениці *Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl. – полба звичайна, який вирощувався в Україні з доісторичних часів, але з переходом до інтенсивного сільськогосподарського виробництва був повністю витіснений з полів високопродуктивними сортами м'якої та твердої пшениці. Для багатьох зразків полби звичайної притаманним є стійкість до різних несприятливих чинників середовища, двозернянка зростає на малородючих ґрунтах, стійка до холоду, надмірного зволоження і посухи, відзначається імунітетом до основних грибкових хвороб та шкідників, витримує забур'янення, що дозволяє вирощувати її без використання засобів захисту рослин за органічною, екологічно безпечною технологією. Другою важливою особливістю полби, що вплинула на відродження цієї культури є висока поживна якість її зерна та чудові смакові якості крупи з нього. Саме з цих причин продукція виготовлена з зерна полби, високо цінується серед шанувальників здорового і дієтичного хар-*

чування, що і призвело до зростання попиту на неї в багатьох країнах світу. Останнім часом, спостерігається зростання попиту на продукцію з двозернянки і в Україні, про що свідчить поява нових сортів полби на вітчизняному ринку та збільшення посівних площ під нею.

Зважаючи на інтерес селекціонерів і виробників до цієї культури ми підготували огляд, в якому навели проаналізовані та узагальнені відомості, щодо походження полби та історію її поширення, надали інформацію стосовно її морфо-біологічних ознак та властивостей, оцінили перспективність її використання в селекційному процесі та відродження полби звичайної як самостійної культури. В статті наводяться приклади успішного використання полби в селекційній роботі з різними видами пшениці та обговорюються проблемні питання, щодо її культивування і використання як самостійної культури.

Ключові слова: *Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl., полба звичайна, або культурна двозернянка, плівчастість, філогенія, геном пшениці, господарсько-цінні та морфо-біологічні ознаки, селекційний процес.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.11>

Вступ. Пшениця – одна з найважливіших продовольчих культур сучасності і основна злакова культура помірних регіонів, яка за площами посіву (понад 30% сільськогосподарських угідь, або 220 млн. га) та валовими зборами врожаю (понад 700 млн. тонн) посідає повідне місце в світі та є основним продуктом харчування для 40% населення світу (Sheleпов et al., 2004; Kilian et al., 2010; Morgun et al., 2016; Takenaka et al., 2018). Проте, прогнозується, що світовий попит на зернові культури в найближчі десятиріччя перевищить потужності його виробництва (Yoshioka et al., 2019).

Разом з тим, за останні десятиріччя генетичний потенціал урожайності пшениці практично досяг своєї межі, загострилась проблема незадовільної якості пшениці, обмежений адаптивний потенціал сучасних сортів створив проблеми зі збором стабільних врожаїв, що особливо істотно позначилось в умовах глобальних змін клімату. Розвиток аграрної галузі, що відбувся впродовж останніх двох сторіч, мав одним з наслідків генетичну ерозію культурних рослин, яка особливо відчутно позначилась на пшениці. Було припинено або зведено до мінімуму культивування всіх видів роду *Triticum*, окрім *T. aestivum* L. та *T. durum* Desf., що призвело до звуження різноманіття генів, котрі обумовлюють стійкість до біотичних та абіотичних стресорів. Тому, вразливість посівів пшениці зросла, обсяги і якість урожаю стали нестабільними. (Goncharov & Kondratenko, 2008; Tverdokhlіb & Boguslavskiy, 2012; Babenko et al., 2016). В той же час, зріс попит серед споживачів, на екологічну і здорову продукцію з зерна пшениці, вирощену без використання засобів захисту рослин, з високими поживними якостями, без вмісту глютенів, тощо. З огляду на ці виклики, зростає інтерес серед селекціонерів та виробників зерна до малопоширених видів пшениці, що мали значне поширення в минулому, але з переходом до механізованих способів обробітку ґрунту, посіву та обмолоту були фактично виключені з сільськогосподарського виробництва і залишились в невеликій кількості, лише в місцях їх традиційного вирощування, або зберігались в колекціях селекціонерів та генетичних банках. До таких видів, відродження яких ми спостерігаємо останнім часом відноситься і плівчастий вид тетраплоїдної пшениці – полба звичайна – *Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl. Цей невибагливий до вирощування вид зростає на малородючих ґрунтах, стійкий до холоду, надмірного зволоження

і посухи; є толерантним до багатьох хвороб та шкідників, здатен протистояти забур'яненню посівів (Zhukovskiy, 1971; Morgun et al., 2015; Koutis, 2015), що дає змогу культивувати цю пшеницю без використання засобів захисту рослин за органічною, екологічно безпечною технологією (Chaika et al., 2021). Полба генетично близька до тетраплоїдних видів з геномною формулою *BBAA* і легко схрещується з видами пшениці підроду *Triticum*, тому широко використовується у селекційних програмах для покращення твердої і м'якої пшениць. Зростання інтересу до цієї культури в багатьох країнах Європи обумовлено її пристосованістю до маловитратного органічного землеробства, а також її харчовою й технологічною якістю, що дозволяє частково замінити полбою традиційні голозерні пшениці (Tverdokhlіb & Boguslavskiy, 2012). Метою представленого огляду є аналіз та узагальнення відомостей про історію походження та поширення полби звичайної (*T. dicoccum*), її біологічні характеристики та перспективи використання полби у селекційній роботі як донора цінних ознак для покращення існуючих сортів м'якої та твердої пшениці, так і відродження полби звичайної як самостійної культури на теренах України.

Походження та поширення полби звичайної. Молекулярно-генетичний аналіз показав, що донором геному *B* поліплоїдних видів пшениці є *Aegilops speltoides*, єдиний з видів роду *Aegilops* секції *Sitopsis* (Jaub. et Spach) Zhuk., котрий має дві пари хромосом із супутниками. Встановлено, що цей вид є також джерелом цитоплазми у поліплоїдних пшениць. Походження тетраплоїдних видів підроду *Triticum* є результатом схрещування *A. speltoides* з дикою однозернянкою *T. urartu* (джерело геному *A*⁴) з подальшим подвоєнням хромосом. Припускають, що перша поліплоїдизація пшениці відбулась 500000–150000 років тому. Оскільки материнською формою у цих схрещуваннях виступав представник виду егілопс, то геномна формула тетраплоїдних видів лінії *Emmer* (полби) повинна записуватись починаючи з геному *B*, як *BBAA*⁴*A*⁴=28. (Kilian et al., 2010; Charmet, 2011; Goncharov, 2011; Faris, 2014). Приблизно 10000 років тому мисливці-збирачі почали культивувати найдавніший тетраплоїдний вид пшениці – *T. dicoccoides* (Korn. ex Aschers. et Graebn.) Schweinf., у якого під час доместикації виникли цінні мутації і від якого були отримані культурні тетраплоїдні види, зокрема і культурна двозернянка, або полба звичайна (*T. dicoccum* (Schrank)

Schuebl.). Перший етап доместикації пшениці пов'язаний з переходом від механізмів природного розсіювання насіння до появи форм пшениці з неламким колосом (Goncharov, 2009; Faris, 2014; Ilhan & Demir, 2021; Biradar et al., 2021).

Полба звичайна (emmer) – одна з найбільш давніх хлібних культур. Батьківщина полби – Близький Схід, так званий «Родючий Півмісяць», де археологічні знахідки датуються VIII–IX тисячоліттями до н.е. Територія «Родючого півмісяця» (рис. 1) відзначалась наявністю дикорослих предків багатьох культур, які зростали у великій кількості й давали значні врожаї. Найбільш вірогідним місцем одомашнення двозернянки вважається південний Левант (Ліван, південний захід Сирії і Ізраїль), звідси вирощування полби поширилось до Європи, Азії та Африки. Експериментально було встановлено, що з природних ділянок дикорослих злаків збиралось насіння, урожай якого досягав однієї тони зерна з гектару (Diamond, 2009; Kilian et al., 2010; Zaharieva et al., 2010). Знахідки культурної двозернянки в багатьох східно-середземноморських археологічних дослідженнях датуються 7400 р. до н.е. Полба була однією з основних культур в неолітичному періоді, її одомашнення стало вирішальним чинником започаткування сільського господарства, тобто ознаменувало неолітичну революцію. Полба була основною культурою Вавилону, стародавнього Єгипту та Греції. Встановлено, що полбу вирощували у Шумерів та в Аркаді у IV тисячолітті до н.е., а в кам'яному віці – на території сучасної Німеччини. Двозернянка згадується в поемах Гомера,

в античних працях Теофраста, Геродота, Колумели. За часів Римської імперії велика кількість полб'яного зерна імпортувалась із Єгипту до Риму, яке стало там дуже популярним після вторгнення в Єгипет Юлія Цезаря в 47 р. до н.е. і отримало назву «фараонова пшениця». Вирощування полби звичайної, через витіснення її голозерними видами, почало занепадати в ранній бронзовий вік, приблизно 3000 р. до н.е. Сьогодні двозернянку відносять до «острівних» культур, етнографічно пов'язану з народами, які вирощували її в давнину (Zhukovskiy, 1971; Laghetti et al., 2009; Zaharieva et al., 2010; Demirel, 2016; Biradar et al., 2021).

З давньоєврейської мови слова «*kussemeth*» і «*kusmin*» означало емер. Лінгвістичні дані вказують на те, що стародавнім азійським народам цей злак був добре відомий. З центрального близькосхідного нуклеарного центру культурних рослин полба поширилась на захід – у Європу і на Схід – до Центральної Азії та Індії; у долину Нілу. Полба звичайна набула значного поширення в Поволжі, Удмуртії, Башкирії, на Кавказі, Балканському півострові, в Іспанії, Туреччині, Ірані, Ємені, Індії, Ефіопії та Марокко (Dorofeev et al., 1987; Pashkevich & Videiko, 2006; Mosulishvili et al., 2017). Україна межує з двома центрами походження та формоутворення культурних рослин: на сході – з Передньоазійським (Кавказ), на заході – із Середземноморським (Балканський осередок) (Zhukovskiy, 1970; Vavilov, 1987; Goncharov, 2012). Припускають, що саме з цих генцентрів у VI тисячолітті до н.е. в Україні поширилась полба звичайна, яка тут стала однією з головних зернових культур (Vavilov,



Рис. 1. Родючий півмісяць на Близькому Сході (за Diamond, 2009)

1987; Goncharov, 2012). Початок культивування полби на території сучасної України пов'язують із Буго-Дністровськими поселеннями дотрипільського періоду. (Pashkevich & Videiko, 2006). Серед країн СНД культура полби залишилась у місцях, де населення зберегло традиційний уклад свого господарства – Вірменії, Грузії, Азербайджані, Дагестані, у Росії – в Поволжі (Boguslavskiy & Golik, 2001; Mosulishvili et al., 2017).

Порівняно нещодавно, ще на початку ХХ століття, чисті посіви полби були і в Україні – у Криму та Передкарпатті. Так, під час своєї останньої експедиції у 1940 р. М. І. Вавілов знайшов *T. dicoccum* біля с. Путили під Чернівцями. Знайдена полба підтвердила його припущення про наявність посівів реліктових півчастих пшениць у замкнених гірських районах, в тому числі в Карпатах (Bahteev, 1960; Pashkevich & Videiko, 2006). У Карпатському регіоні двзернянку під назвами «оркиш», «оркуш», «лускниця» вирощували до середини 50-х років ХХ століття, а в суміжній словацькій частині Карпат – у 80-ті роки. У 20-ті роки ХХ ст. полбу вирощували і в Криму, а саме в с. Бююк-Яшлау неподалік від Бахчисараю та у Байдарській долині. У Західній Україні розповсюджені були європейські полби, адаптовані до зволжених підкислених та підзолистих ґрунтів; у Криму – східні форми, пристосовані до слаболужних солончакових ґрунтів та посушливих умов (Boguslavskiy & Golik, 2001).

З кінця ХІХ і до середини ХХ століття, під час активного розвитку сільського господарства, вирощування полби різко скоротилось через її низьку продуктивність і півчастість зерна. Заповідниками полби залишається східна частина головного Кавказького хребта. В ХХ ст. у Західній Європі полба плямами зберігалась у гірських районах Балканського півострова, у Швейцарії, Німеччині, Іспанії (область Піренеїв та Астурії). В Африці її вирощували в Абіссинії та Марокко, зростала також в Індії та Ємені, де з її зерна виготовляли традиційні страви. І лише нещодавно, розпочалось відродження цієї стародавньої зернової культури, популярність якої останнім часом зростає, що пов'язано з високою якістю її зерна та невибагливістю до умов вирощування. Зростання попиту на зерно полби призвело активізації селекційної роботи з цією пшеницею та до розширення посівних площ в багатьох країнах світу (Zhukovskij, 1971; Boguslavskiy & Golik, 2001; Pagnotta et al., 2005; Terzi et al., 2007; Pagnotta et al., 2008; Konvalina et al., 2010; Zaharieva et al., 2010; Golik et al., 2016). На сьогоднішні посівні площі під полбою у світі складають лише 1% від загальної площі відведеної під пшеницю. Зокрема, *T. dicoccum* вирощують в центральній і південній Європі: Боснії і Герцеговині, Хорватії, Чорногорії, Сербії, Чехії, Словаччині, Албанії, Угорщині, Австрії, Швейцарії, Італії, Греції, Іспанії, на Кавказі, на Поволжі; важливою цю культуру можна вважати в Східній Туреччині, Ірані, Ємені, Індії; наприкінці ХХ ст. з'явилися підтвердження, щодо вирощування полби звичайної і в Північному Омані; серед африканських країн ця пшениця широко культивується в Ефіопії та Марокко. Сорти полби виявились конкурентоспроможними по відношенню до голозерних

пшениць при поширенні технології органічного землеробства (Biradar et al., 2021; Ilhan & Demir, 2021; Konvalina & Moudry, 2007; Laghetti et al., 2009; Zaharieva et al., 2010; Koutis, 2015). Повертається полба і на поля України, про що свідчить поява сортів цієї культури в реєстрі сортів України (St. geestr, 2022; Babenko et al., 2017).

Біологічні та господарсько-цінні ознаки полби звичайної. Полбу звичайну подекуди плутають з іншим півчастим видом – полбою справжньою або спельтою (*Triticum spelta* L.). Проте, ці види генетично відмінні, мають різні напрямки використання і відрізняються за зовнішнім виглядом (рис. 2). *T. dicoccum* – тетраплоїдний вид ($2n=28$) генетично близький до тетраплоїдних пшениць з геномом *A⁴B* (Goncharov & Kondratenko, 2008). Натомість, спельта має 42 хромосоми і генетично споріднена з м'якою пшеницею та гексаплоїдними видами з геномом *A⁴BD* (Novak & Zhekova, 2011; Hospodarenko et al., 2016; Babenko et al., 2018). Археологічні пам'ятки свідчать про те, що *T. dicoccum* і *T. spelta*, а подекуди і *T. monoccum* L., вирощували разом у сумішах, через що, тривалий час, усі півчасті види пшениць були об'єднані під загальною назвою «полби». Однак, істотні відмінності у морфологічній будові та господарсько-цінних ознаках полб, обумовлені особливостями геному, призвели до розділення півчастих пшениць на полбу звичайну (emmer) та полбу справжню (spelt) (Pashkevich & Videiko, 2006; Zaharieva et al., 2010; Hospodarenko et al., 2016).

Зовні полба звичайна добре відрізняється від інших видів пшениці. Колоси у двозернянки сплюснені, дворядний бік значно ширший за однорядний. Колос полби ламкий, при дозріванні він легко розламується на окремі членики з колосками, зерно при обмолоті не відділяється від колосових лусок, через що результатом збирання і обмолоту полб є колоски, а не зернівки. Перед звільненням від плівок колоски полби нагрівають, а після обмолоту провіюють, в колоску переважно дві зернівки. Кіль колоскової луски більш чи менш виражений, в горі



Рис. 2. Колосся з колосками *T. spelta* L. (1) та *T. dicoccum* (Schrank) Schuebl (2)

переходить в зубець (Zhukovskiy, 1971; Dorofeev et al., 1987; Shelepov et al., 2004; Pashkevich & Videiko, 2006; Zaharieva et al., 2010; Tverdokhlib et al., 2013).

Відрізняється полба від твердої пшениці і за формою зернівок: у *T. dicocum* зернівки, зазвичай, дрібніші, але більш видовжені, ніж у *T. durum*. На разі описані QTL локуси, що визначають морфологію та крупність зернівки у тетраплоїдній пшениці на хромосомах 1B, 2B, 3A, 3B, 4B та 7B. Також на хромосомах 3A і 3B ідентифіковані гени, що визначають кулясту форму зернівки, функціонально подібні до гену на хромосомі 3D у *T. sphaerococum*. (Salina et al., 2000; Russo et al., 2014; Martín-Gómez et al., 2019; Biradar et al., 2021). Для ідентифікації форм полби серед гібридних комбінацій з твердою пшеницею нами був розроблений індекс кулястозерності (I grm) (Rozhkov, 2018), який дозволяє розділити досліджувані морфотипи за типом видовженості зернівки: у зразків полби (I grm = 1,50) цей індекс достовірно вищий за індекс більшості зразків твердої пшениці (I grm = 1,20). Виключенням в цьому відношенні можуть бути заразки твердої пшениці різновиду *falcatomelanopus*, та можливо інші фалькатні форми, з довгими формами зернівки, які за індексом кулястозерності подібні до зразків полби звичайної. Також, зважаючи на те, що у полби, яку ще називають культурною двозернянкою в колоску розвивається лише дві зернівки ідентифікувати полб'яністі форми можна використовуючи індекс озерненості колоску. У полби звичайної озерненість колоску за багаторічними спостереженнями нижча (1,40–1,80) за таку у зареєстрованих сортів твердої пшениці (2,40–2,70). Проте, ми вважаємо, що обмеженням у використанні показника озерненості, в якості надійного ідентифікатора зразків полби можуть бути несприятливі умови у розвитку твердої пшениці, коли озерненість цих форм знижується і наближається до зразків *T. dicocum* (Rozhkov et al., 2020).

Пшениця полба відзначається широким різноманіттям форм, що пояснюється її тривалим вирощуванням в широкому діапазоні еколого-географічних умов. Через це, всі полби розділяються на окремі еколого-географічні групи, серед яких південноєвропейська, поволжська, закавказька, абіссінська, ефіопська та марокканська. Південноєвропейські полби відзначаються пізньостиглістю, високорослістю, мають довгі, вузькі, остисті колосся, зернівки також вузькі, видовжені та щільно охоплені лусками. Полби поволжської екогрупи характеризуються високою життєздатністю, стійкі до посухи, на початку росту і в період дозрівання зерна відзначаються стійкістю до низьких температур, мають добре розвинену первинну та вторинну кореневі системи, продуктивну кущистість і фертильність колосків. Абіссінські і марокканські полби відзначаються скоростиглістю, низькорослі з короткими колосами. Окремі екотипи полби характеризуються високим імунітетом до численних хвороб та стійкістю до шкідників, зокрема описані високостійкі зразки *T. dicocum* до видів іржі, борошнистої роси, фузаріозу, септоріозу та плямистостей листя, а також толерантні проти гессенської мухи і пшеничної попелиці. Для полби описані різні механізми перенесення несприятливих умов. Переносити посуху та засоленість ґрунту,

їх допомагає висока водоутримуюча здатність, міцна коренева система з більш високим співвідношенням кореня до пагона, підтримання фотосинтетичних пігментів, різке зниження швидкості транспірації. Вважається, що *T. dicocum* ідеально підходить для високотемпературного стресу. Завдяки своїй пристосованості до бідних і кам'янистих ґрунтів та стійкості до низьких і високих температур, полби відзначаються витривалістю до різких кліматичних змін, що особливо актуальним є в епоху глобальних змін клімату. Зразки полби звичайної різного еколого-географічного походження виявилися поліморфними за чутливістю і стійкістю до дії іонів алюмінію різних концентрацій, що дозволяє вести добори форм двозернянки стійких до цього найпоширенішого токсичного металу ґрунтах. Також, стійкість до абіотичних стресорів робить цю культуру придатною до маловитратного, органічного землеробства (Zhukovskiy, 1971; Dorofeev et al., 1987; Zaharieva et al., 2010; Moudry et al., 2011; Biradar et al., 2021; Lymanska et al., 2022).

Полба звичайна переважно яра однорічна рослина, зрідка зустрічаються справжні озимі форми. Проте, в деяких південних районах планети, зокрема і в Італії, ярі зразки полби вирощують при осінньому посіві, як і озимі культури. Зерно полби проростає при більш низьких температурах, ніж зерно у ярої м'якої пшениці. Поглинання води зерном полби відбувається більш інтенсивно, ніж у голозерної пшениці та ячменю. Завдяки тому, що з одного колоска з'являються одночасно два паростки – «шильця», вони мають здатність пробивати ґрунтову кірку. У полби швидше, ніж у сортів м'якої та твердої пшениць відбувається закладка первинної кореневої системи, а корені глибше проникають у ґрунт. Функціонуюча зона вторинних коренів у полби більша на 10–15%. Під час формування зернівки ріст у довжину та ширину відбувається більш активно. Накопичення ж сухої речовини інтенсивніше протікає у м'якої пшениці, проте триває довше ніж у полби. Зернівки полби досягають за низької температури, тому стан спокою у них глибший, ніж у пшениці та ячменю, що запобігає її проростанню на корені та у валках за роздільного збирання (Boguslavskiy & Golik, 2001; Rozhkov, 2014; Giacintucci et al., 2014). Полба пристосована до росту в різних ґрунтових умовах. Добре розвинена коренева система полби дозволяє вирощувати її на підзолистих ґрунтах та глинах. Вона може вирощуватись на погано оброблених і на дуже виснажених ґрунтах, але врожайність її при цьому значно знижується; при посіві не потребує глибокої оранки (Stoletova, 1925; Dorofeev et al., 1987; Golik et al., 2016). На малородючих ґрунтах, в умовах, коли сучасні високопродуктивні сорти, створені під інтенсивні агротехнології не можуть реалізувати свій генетичний потенціал, вирощування плівчастих пшениць, зокрема і полби звичайної, може виявитись рентабельним. При цьому вирощування продукції без інтенсивних технологій є маловитратним та екологічним (Laghetti et al., 2009; Lacko-Bartosova et al., 2015). У Грузії двозернянка ціниться як седеративна культура, що добре протистоїть забур'яненню на полях (Dorofeev et al., 1987). При органічній системі землеробства здатність полби проти-

стояти забур'яненню має особливе значення, оскільки дозволяє вирощувати її без застосування ЗЗР (Sramek et al., 2009).

В той же час, як показують останні дослідження луски, через наявність в них певних інгібіторів, негативно впливають на схожість насіння пливчастих видів пшениці при їх довгостроковому зберіганні, що безперечно має бути врахованим при вирощуванні полби звичайної (Skorokhodov & Boguslavskiy, 2019).

Отже, вагомою причиною зацікавленості до цього виду є здатність полби давати стабільні врожаї з високою якістю зерна в умовах постійних змін клімату, які спостерігаються в усіх частинах нашої планети (Arzani, 2019). На початкових етапах онтогенезу полба відзначається холодостійкістю, що дозволяє проводити надранні посів ярих форм, уникаючи негативного впливу пізньовесняних приморозків. Висока продуктивна кушистість, озерненість колосу та маси 1000 зерен сприяють зростанню урожайності озимої полби на 60% (Boguslavskiy & Golik, 2001). Дослідження генетичного різноманіття полб дозволило встановити широку варіативність і ускладненість за показниками продуктивності у зразків, що вказує на можливість ефективного добору на підвищену урожайність зерна через адитивний ефект генів. Висота рослин має пряму позитивну кореляцію з показниками продуктивності у двозернянок (Kyosev & Desheva, 2015). Пливчасті пшениці за рівнем урожайності можуть мати переваги над комерційними сортами м'якої та твердої пшениці при їх вирощуванні на маргінальних ґрунтах за органічною технологією землеробства (Bencze et al., 2020). Завдяки здатності полби витримувати холоди, весняну сирість, приморозки, вона отримала назву «надійного» хліба. Полба більш стійка до суховіїв, ніж інші види пшениці, (Stoletova, 1925; Dorofeev et al., 1987; Pashkevich & Videiko, 2006). Ультраростли зразки знайдені серед полб Йемена та Індії, натомість пізні зразки притаманні для гірських регіонів Західної Європи. Серед генетичного різноманіття полби виявлені суттєві відмінності у реакції зразків на яровизацію та зміну фотоперіоду, що обумовлені різними генетичними системами контролю. За результатами досліджень встановлено, що найчисельнішу групу утворюють південоевропейські та ефіопські справжні ярі полби. Полби європейської екологічної групи потребують довгої яровизації і чутливі до фотоперіоду, що узгоджується з їх походженням із зони помірного клімату. Сильно реагують на яровизацію пізньостиглі полби, тоді як скоростиглі мають коротку світлову стадію і не реагують, або реагують слабо (Letifova, 1991; Biradar et al., 2021).

Про стійкість полби до борошністої роси та іржі, повідомляв ще М. І. Вавілов. Стійкі до стеблової іржі зразки виділені серед армянсько-анатолійської, нагорно-карабахської та балканської екологічних груп, східного та гірськоєвропейських підвидів. Видатні джерела стійкості до стеблової іржі виділені також серед полб Індії, Палестини, Ефіопії (Jakubciner, 1966, 1969; Zaharieva et al., 2010). Численні дослідження з генетики імунітету полби дозволили визначити гени стійкості до хвороб на хромосомах 1В, 2А, 3В, 4А та 7А. Зокрема, виявлено

низку генів стійкості до листової іржі (*Lr17*, *Lr20*, *Lr27*, *Lr28*, *Lr30* і *Lr38*), стеблової іржі (*Sr2*, *Sr7*, *Sr15*, *Sr21*, *Sr22*, *Sr38*), жовтої іржі (*Yr17*) і борошністої роси (*Pm1*, *Pm4*) (Biradar et al., 2021). У полби сорту Vernal волзької екогрупи ідентифіковані гени стійкості до стеблової іржі *Sr1* (= *Sr9d*) та *Sr 9e*. Серед зразків *T. dicoccum* виявлені ефективні джерела для покращення існуючих сортів, що є носіями гену *Sr 2* стійкості до стеблової іржі (Дорофеев и др., 1987; Mago, 2017). У індійського сорту *Khalpi* ефіопської групи визначені гени стійкості до стеблової іржі *Sr7*, *Sr13* і *Sr14* та ген стійкості до борошністої роси *Pm 4a* (Dorofeev et al., 1987; Zaharieva et al., 2010). У двозернянок виявлений ген стійкості до жовтої іржі *Yr15*. Втім, в сприятливих умовах для поширення жовтої іржі всі досліджувані зразки виявились чутливими до жовтої іржі (*Puccinia striiformis* West.), при цьому 20–70% рослин виявились вкритими пустулами. Полби вирізняються польовою та ембріональною стійкістю до летючої сажки. Понад 70% різновидів мають імунітет до збудників *Tilletia caries* Tul. та *Puccinia recondita* Rob. (Jachevskaia & Naumov, 1990; Boguslavskiy & Golik, 2001; Mandini et al., 2008; Cattivelli et al., 2017; Bencze et al., 2020). Для полб поволзьсько-балканської групи притаманна стійкість до кореневих гнилей. Інтенсивне опушення листків у полби визначає її толерантність до п'явиці звичайної (*Lema melanopus* L.) та пшеничної попелиці (*Diuraphis noxia*) (Dorofeev et al., 1987; Boguslavskiy & Golik, 2001; Zaharieva et al., 2010).

Поширення інформації про цілющі властивості полби вплинуло на переоцінку цієї культури в сучасному суспільстві, зростає попит на продукцію з зерна полби. Її зерно є одним із найбільш перспективних нетрадиційних видів рослинної сировини для розширення асортименту продуктів здорового і дієтичного харчування, оскільки ця культура належить до пливчастих пшениць, якість котрих не була порушена селекцією в напрямі надання зерну високих хлібопекарських властивостей, що в більшості випадків, призводить до зниження біологічної цінності зерна та продуктів його перероблення. Цільнозернове борошно є цінним джерелом харчових волокон у нерозчинних формах, целюлози та геміцелюлози, містить велику кількість мікроелементів. Враховуючи високий вміст білків (до 23,9%, що в півтора рази більше, ніж у сортів голозерних пшениць), харчових волокон (понад 16%), вітамінів групи В, заліза і низький вміст жирів, зерно полби рекомендується для виробництва продуктів здорового харчування. Амінокислотний склад у полби кращий, ніж у сучасних голозерних сортів пшениці, зокрема характеризується високим вмістом лізину (до 3,65%), що супроводжується високою засвоюваністю білка. Двозернянки також багаті на каротиноїди (лютеїн) (Dorofeev et al., 1987; Bozhenova, 2004; Mandini et al., 2008; Konvalina et al., 2010; Zaharieva et al., 2010; Moudry et al., 2011; Kyosev & Desheva, 2015; Bencze et al., 2020; Biradar et al., 2021). Електрофорез запасних білків ендосперму дозволив виділити унікальні локуси, пов'язані з високою якістю зерна у зразків полби (Giacintucci et al., 2014; Zaharieva et al., 2010; Bellil et al., 2019). Зразки культурної двозернянки мають переваги над сортами

м'якої та твердої пшениці за вмістом таких мікроелементів, як залізо, цинк, марганець, мідь і магній (Rudra et al., 2015; Kyosev & Desheva; Biradar et al., 2021). Підвищений вміст мікроелементів в зерні є особливо актуальним для країн, що розвиваються, мешканці, яких не можуть собі дозволити продукти тваринного та рибного походження з високим вмістом цих елементів, і переважно споживають злаки (Biradar et al., 2020). Цінується зерно полби і за високий вміст антиоксидантних сполук, які попереджають розвиток злоякісних пухлин. В зразках полби антиоксидантні властивості обумовлені високою кількістю в зерні фенолів, ферулової кислоти, флаванолідів та підвищеним вмістом селену, які захищають від хвороб серця, діабету, інсульту та деяких видів раку (Zaharieva et al., 2010; Lacko-Bartosova et al., 2015; Arzani, 2019; Bencze et al., 2020; Biradar et al., 2021). Істотною перевагою зерна цієї культури в порівнянні з *T. aestivum* є значно менший вміст білка глютену, який провокує целиакію. Білок-глютен складається з двох фракцій – глютеїнової і гліадинової, із яких остання викликає непереносимість глютену. В складі клейковини зерна полби гліадинова фракція представлена в значно меншій кількості. (Alratova et al., 2002; Damidaux et al., 1980; Koutis, 2015; Biradar et al., 2021; Moudrý et al., 2011). Низький глікемічний індекс продукції з зерна полби робить її придатною для споживання хворими на діабет (Zaharieva et al., 2010; Biradar et al., 2021). Втім, за співвідношенням ненасичених жирних кислот до насичених зразки *T. dicoccum* поступились голозерним сортам твердої пшениці (Relina et al., 2020).

Із зернівок полби виробляють крупу, борошно, макаронні вироби, випікають хліб і печиво; зерно використовують і для виготовлення пива та оцту. Вихід крупи у різних сортів полби складає від 61% до 85%, коефіцієнт розварюваності – від 6,6% до 8%. Крупа з полби високо-склоподібна, під час варки не утворює слизу. Традиційно продукти із полби мають кращі органолептичні властивості: смак, аромат та консистенцію, ніж з продуктів з голозерних сортів пшениці (Filatenko et al., 1983; Lysyuk et al., 2006; Longin et al., 2015; Biradar et al., 2021). Каша із зернівок двозернянки, характеризується дієтичними властивостями, поживна і за якістю не поступається гречаній. Якість пшеничного хліба суттєво покращується при додаванні 15% домішки полб'яного борошна. Порівняно з твердою пшеницею, макаронні вироби з полби мають підвищений вміст білка і складні вуглеводи та покращують витривалість спортсменів. Все ж, найбільш прийнятним способом переробки вважається булгуризація. Також, зерно полби є гарним концентрованим кормом, зокрема для домашньої птиці, коней, свиней та великої рогатої худоби. Крім того, кормове і технологічне значення має солома полби (Filatenko et al., 1983; Boguslavskiy & Golik, 2001; Pashkevich & Videiko, 2006; Lysyuk et al., 2006; Biradar et al., 2021).

Використання полби в селекційній роботі та перспективи її відродження як самостійної культури. У вітчизняній та світовій практиці існує багато прикладів успішного використання різних екотипів полби в селекції та подальшій гібридизації з різними видами пшениці,

у порівнянні з якими, як вже зазначалось, полба характеризується невибагливістю до кліматичних, едафічних, біотичних та інших факторів і має чудові круп'яні якості зерна. З другої половини XIX сторіччя і до цього часу полбу використовують як джерело цінних генів для ряду господарсько-цінних ознак. Значний поліморфізм полби робить її привабливою для поліпшення існуючих сортів голозерних пшениць (Dorofeev et al., 1987; Boguslavskiy & Golik, 2001; Pagnotta et al., 2005; Terzi et al., 2007; Zaharieva et al., 2010; Cativelli et al., 2017). Висока якість зерна цього виду та невибагливість до умов зростання роблять її привабливою для шанувальників здорової і органічної їжі, що й сприяло повторному відродженню в наш час. Саме з цих причин інтерес до цієї культури неухильно зростає і серед провідних наукових шкіл України в галузі дослідження пшениці (Tverdokhlib et al., 2013; Morgun et al., 2016; Borysova & Ruzhitskaya, 2015; Demydov et al., 2016; Fyroj et al., 2020).

Однак, гібридний некроз і гібридний хлороз часто зустрічається при схрещуванні полби з м'якою і твердою пшеницею і створює серйозні перешкоди для передачі генів. Гібридний некроз контролюється двома комплементарними генами *Ne1* та *Ne2* розташованими на хромосомах *5B* і *2B* відповідно. Гібридний хлороз контролюється двома комплементарними генами: *Ch1* (поширений серед індійських полб) розташований на хромосомі *2A* та *Ch2* на хромосомі *3D* (Zaharieva et al., 2010).

Селекційно цінними є полби гірськоєвропейських та південноєвропейських екогруп, для яких характерними є більш короткі, товсті нижні міжвузля та збільшене число вузлів на стеблі, що обумовлює їх стійкість до вилягання (Dorofeev et al., 1987). Існують повідомлення, що у селекції ярої пшениці використовувались середньоранні алтайські різновидності полби (Puhal'skiy, 1971). Гібридизація з голозерними видами пшениці, зокрема схрещування полби з *Triticum carthlicum*, сприяло просуванню пшениці на північ (Zhukovskiy, 1971). Встановлено, що за умови коли полба виступала як материнська рослина, то її гени домінували (Dorofeev et al., 1979). При гібридизації полби з твердою пшеницею спостерігалось вищеплення рослин з ознаками батьківських форм, з проміжними ознаками та з ознаками *Triticum turgidum* (Dorofeev et al., 1987). Пшениця полба високо цінується як резервуар генів для покращення сортів м'якої та твердої пшениці. Гібридизація полби з твердою пшеницею дозволила підвищити у гібридних рослин продуктивну кущистість, фертильність колосу та масу 1000 зерен, створити високопродуктивні, стійкі до несприятливих факторів навколишнього середовища лінії. Генетичне різноманіття полби може виявитись одним з найцінніших потенціальних донорів для всіх якісних параметрів зерна голозерних видів пшениці, включаючи мікроелементний склад. Інтрогресія локусу *Gps-B1* в генотип твердої пшениці призвело до значного збільшення білка в зерні, вплинуло на час замішування борошна, твердість спагеті, водопоглинальну здатність тіста та на об'ємний вихід буханки. Хлібопекарські якості у *T. durum* істотно покращувались за рахунок генів полби: збільшувався об'ємний вихід

хліба, клейковина ставала міцною, а розтяжність тіста підвищувалась. (Janchenko, 1983; Pagnotta et al., 2008; Fyroj et al., 2020; Biradar et al., 2021). Використовується різноманіття полби і для біозбагачення сортів м'якої та твердої пшениці на вміст мінеральних поживних речовин, зокрема *Zn* та *Fe*. До того ж між вмістом білку у зерні і зазначеними мікроелементами спостерігається істотна позитивна кореляція (Fyroj et al., 2020).

Наявність в індійському сорті *T. dicoccum* DDK1009 та деяких мутантних лініях алеллю *Rht-B1b* робить їх нечутливими до GA3, що може використовуватися як джерело короткостеблості. (Biradar et al., 2021). В Ємені проводять схрещування полби із твердою пшеницею, щоб створити сорти, які підходять до вирощування в умовах багари. В Міжнародному центрі покращення пшениці і кукурудзи – CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo, Mexico) *T. dicoccum* активно використовується в селекції синтетичної гексаплоїдної пшениці, оскільки двозернянка відрізняється жаро- та посухостійкістю, що дозволило створити лінії з підвищеною урожайністю в посушливих умовах Мексики, Пакистану та Східної Індії (Zaharieva et al., 2010).

На разі, існує багато успішних прикладів використання полби у селекції твердої пшениці. Зокрема, створений у Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва сорт Харківська 46 займав найбільші посівні площі в колишньому СРСР серед твердих сортів пшениці. Також з використанням полби були отримані сорти Харківська 51 та Леукурум 19 (Dorofeev et al., 1987; Rabinovich, 1972; Zaharieva et al., 2010). У Куйбишевському НДІСГ після схрещування з індійською полбою Khalpi створено сорт Безенчукська 115. Індійська полба Khalpi була задіяна і при створенні сортів твердої пшениці Yuma, Wells, Lacota, Langdon (США) та Jaj (Індія), а також сортів ярої м'якої пшениці N.P. 839 (Індія) та озимої м'якої пшениці Ottawa (США) (Dorofeev et al., 1987). Від вже згаданого сорту індійської полби Khalpi в генотип м'якої пшениці був інтродукований домінуючий ген стійкості до борошністої роси *Pm4*, внаслідок чого вдалось створити стійкий сорт "Chancellor". За участі кокчетавської полби в Сибірському НДІСГ створені посухостійкі сорти Леукурум 54 та Алмаз, які були районовані у Сибіру та Казахстані. З використанням полби в США були одержані сорти Stewart, Vernum, Carleton та створено перший комерційний сорт, що характеризується стійкістю до сажки – Hercules (Канада), який відносять до *T. turgidum*. У НДІСГ Південного-Сходу створено стійкий до бурої іржі сорт Ясар, донором стійкості для якого послужив сорт полби Vernal. Від схрещування *T. durum* x *T. dicoccum* одержано сорт Sahl. У Красноярському НДІСГ з використанням забайкальської полби було створено стійкі до хвороб та шкідників сорт Гордейформе 230 та ранньостиглі сорти Ракета й Ракета покращена (Rabinovich, 1972; Dorofeev et al., 1987; Jachevskaja & Naumov, 1990; Zaharieva et al., 2010).

На несприятливість полби до іржі та борошністої роси свою увагу звернув ще М. І. Вавилов, він особисто встановив, що у гібридів з полбою домінує стійкість до борошністої роси і наголошував на доцільності гібриди-

зації полби з сортами твердої та м'якої пшениці (Vavilov, 1987). Австралійський селекціонер Фарер, у 1898 р. провів серію міжвидових схрещувань з полбою та отримав стійку до стеблової іржі м'яку пшеницю (Dorofeev et al., 1987). Зразки полби частіше за інші споріднені види використовувались в селекції пшениці на стійкість до хвороб. На дослідній станції в Мінесоті (Південна Дакота, США) після схрещування ярославської полби з сортом ярої м'якої пшениці Marguis були створені стійкі до стеблової іржі та твердої сажки сорти *T. aestivum* Hope і H-44, які в подальшому використані в селекції нових сортів озимої та ярої м'якої пшениці в США, Канаді, Австралії, Кенії та інших країнах; їхні гени стійкості не втратили ефективності і сьогодні, хоча в великих обсягах використовуються в світовій селекції пшениці. Сорт полби Vernal став донором генів стійкості до стеблової іржі для сорту 'Mindum', а місцевий сорт 'ST464' (з Ефіопії) для сорту 'Leeds'. Стійкий до стеблової іржі сорт твердої пшениці 'Ward' в своєму генотипі поєднав гени від сортів полби 'Vernal', 'Khapli', 'ST464', а також зразка з Ефіопії CI17780. При штучному зараженні зразків полби фузаріозом, вона виявилась стійкішою за сорти стандарти м'якої та твердої пшениці. Позитивно вплинула інтрогресія генів полби і на якісні показники зерна м'якої пшениці, у якої спостерігалось поєднання пухкості борошна з високою масою зерна (McFadden, 1930; Markelova, 2007; Zaharieva et al., 2010; Moudry et al., 2011; Biradar et al., 2021).

У колишньому СРСР були розповсюджені селекційні сорти культурної двозернянки: полба Кокчетавська (Казахстан), Полба 3 (Росія, Удмуртія), полб'яно-пшеничний гібрид 7 (Росія, Ульяновськ). В 1997 р. у державне сортопробування Російської Федерації передано два сорти полби з українською назвою: Лускниця 1 і Лускниця 2. В останні роки створені нові російські сорти Руно (2006 р.) і Гремме (Краснодарський НДІСГ та ВІР) (St. reestr, 2017; Gilev et al., 2018). Про селекцію і вирощування сортів полби відомо і в інших країнах: Agnone, Guardiola regia, Molise sel Colli (Словатчина); Rudico (Чехія); MV Hegyes (Угорщина); Yakub, Rossorubino, Zefiro, Padre Pio, Mose, Davide (Італія), Weisser Sommer (Німеччина), Alas (Ємен); чи не найактивніша селекція полби проводиться науковими установами Індії, де створені сорти NP-200, NP-201, NP-202, DDK1001, DDK1009, DDK1025, DDK1029, MACS 2971, MACS 2981 (Індія); сорти Sinana-1 і Lemesso створені в 90-х роках ХХ ст. спеціально для ефіопського нагір'я (Ефіопія); Lentz Emmer, Black Winter Emmer, ND Common, Lucille (США), тощо (Dorofeev et al., 1987; Zaharieva et al., 2010; Lacko-Bartosova et al., 2015; Biradar et al., 2021; Moudry et al., 2011; Bencze et al., 2020).

Над створенням сортів полби працюють і провідні селекційні установи України. На сьогодні в Державній реєстр сортів України придатних до поширення внесено чотири сорти, ярого типу розвитку, віднесені до виду *T. dicoccum*, заявлені селекціонерами Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Це зокрема, сорт Голіківська (2015 р.) створений в результаті складних міжвидових схрещувань за участі полби ярої K19285, K21961 та пшениці твердої ярої Харківська 41; сорт Романівська зареєстрований в 2018 році (на разі цей

сорт знято з виробництва); та два нових сорти Юніка (2020 р.) і Антарес (2021 р.). Дослідженнями науковців підтверджено переваги зазначених сортів над поширеними у виробництві сортами твердої пшениці за вмістом білка в зерні, стійкістю проти хвороб та вилягання. (Golik & Kabasyura, 2012; Rozhkov et al., 2017; Rozhkov et al., 2020; St. reestr, 2023).

Проте, хоча зазначені сорти внесені в Державний реєстр сортів, як *T. dicoccum*, віднести їх до полби за морфологічними ознаками, що притаманні цьому виду не можна. За зовнішнім виглядом сорти Голіковська та Романівська більш подібні до твердої пшениці, хоча за смаковими якостями крупы з зерна і наближаються до полби та за свідченням авторів цього сорту мають притаманний для полб'яної каші горіховий присмак (Golik & Kabasyura, 2012; Babenko et al., 2017). В подальшій роботі зі створення власне сортів полби звичайної ми рекомендуємо селекціонерам звернути увагу на ознаки, які притаманні саме зразкам *T. dicoccum*, зокрема, форму колосу з його співвідношенням між лицьовою і бічною сторонами, на озерненість колосків в колосі та на видовжену форму зернівки у двозернянки (Rozhkov, 2018; Tverdokhlіb et al., 2020). Отже, ми вважаємо, щоб не втратити морфотип полби в процесі селекційної роботи, продуктивність колосу у *T. dicoccum*, варто покращувати не за рахунок збільшення кількості зерен в колоску, що призводить до появи морфотипів *T. durum*, а за рахунок довжини колосового стрижню та крупності зернівки.

Окремі властивості полби, прийнятні в період екстенсивного землеробства стали перешкодою для її подальшого культивування при переході до сучасного механізованого землеробства. Витривалі до суворих умов екстенсивні сорти полби "народної селекції" мали обмежений потенціал продуктивності. Певне виключення склали полби піренейської екологічної групи європейського підвиду спроможні конкурувати за продуктивністю з сортами твердої і навіть м'якої пшениці. Однак, не зважаючи на цілу низку господарсько-цінних ознак, ця пшениця має і ряд суттєвих недоліків: ламкість колосу, яка при досягнанні полби призводить до втрат урожаю, а плівчастість вимагає додаткових витрат на обмолот та очистку зерна. При цьому, звільнення зернівок від плівок знижує схожість зерна більше ніж на 10% (Boguslavsky & Golik, 2001). Відмічалось, що під час оранки бороною, колоски, які висівають, чіпляються за зубці бороны і виходять на поверхню ґрунту (Stoletova, 1925). На разі, можливості сучасної техніки дозволяють здійснювати обмолот плівчастих пшениць, натомість, посів зерна в колосках і досі лишається невирішеним.

Висновки. Полба звичайна, як самостійна культура пройшла періоди кульмінації, спаду і зараз спостерігається її повторне відродження. Тривалий час в Україні полба практично не використовувалась як круп'яна культура, проте сьогодні спостерігається переоцінка цієї

культури і все більше вітчизняних селекціонерів використовують цю пшеницю в своїй роботі. (Dorofeev et al., 1987; Rozhkov et al., 2020; Tverdokhlіb et al., 2020). Схема селекції сучасних сортів плівчастих пшениць, і культурної двозернянки зокрема, спрямована на створення ліній з високою якістю та урожайністю для вирощування в умовах органічного землеробства (Koutis K., 2015).

Отже, на сьогодні чітко визначені два селекційні напрямки роботи з полбою: 1) використання полби як джерела і донора господарсько-цінних ознак у селекційних програмах, для чого необхідно вдосконалювати, робити більш ефективними методи та схеми схрещувань з твердою та м'якою пшеницями; 2) відродження її як самостійної культури, що пов'язано з суттєвою зміною спадково обумовленого габітусу рослини і підвищенням її урожайності (Boguslavsky & Golik, 2001). Як показує аналіз літературних джерел для відродження полби *T. dicoccum*, як самостійної культури в сільськогосподарському виробництві мають бути враховані її морфобіологічні особливості, які створюють складнощі при її широкому культивуванні. Зокрема, плівчастість *T. dicoccum*, створює перешкоди при посіві цієї пшениці, при обробі ґрунту, під час тривалого зберігання зерна. До того ж, всі ці операції в роботі з полбою вимагають підвищених енергетичних і фінансових затрат, що як наслідок, буде відображено в кінцевій вартості продукції створеної із зерна полби. В разі ж, зменшення частки невимолоченого зерна у новостворених сортах полби звичайної із збереженням її загального вигляду з'являються реальні передумови до зменшення собівартості продукції та її більш широкого культивування. Іншою актуальною проблемою є низька в порівнянні з твердою та м'якою пшеницями урожайність полби. Ми вважаємо, що підвищення урожайності двозернянки без втрати вихідного морфотипу полби звичайної можливе через контроль морфологічних ознак притаманних *T. dicoccum*, та за рахунок збільшення довжини колосового стрижню і кількості колосків на ньому, а також за рахунок крупності зерна. Що ж до другого напрямку використання полби, для поліпшення існуючих сортів *T. aestivum* та *T. durum*, то зразки *T. dicoccum*, вже показали себе надійними джерелами цінних генетичних комплексів, використання яких дало цілу низку сортів з покращеними господарсько-цінними ознаками в багатьох країнах світу, і в Україні зокрема. Для забезпечення стабільного розвитку сільськогосподарського виробництва в умовах постійних змін клімату, та досягнення продовольчої безпеки цілеспрямоване залучення в селекційний процес малопоширених видів пшениці, серед яких особливо виділяється *T. dicoccum*, виглядає одним з найперспективніших напрямків зі створення сортів з високим адаптивним потенціалом, стійких до основних біологічних та абіотичних стресорів та з високою якістю зерна.

Бібліографічні посилання:

1. Alpatova, N.V., Gavrilyuk, I.P., Leonteva, N.A. & Krasilnikov, V.N. (2002) Rezultaty immunofermentnogo analiza zlakovykh kultur kak vozmozhnogo syirya dlya agglutynovoy diety [The results of an enzyme-linked immunosorbent assay of cereals as a possible raw material for the aggluten diet]. Agricultural Russia, 43, 36–48. (in Russian).

2. Arzani, A. (2019). Emmer (*T. turgidum* ssp. *dicoccum*) Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention (Second Edition). Chapter 7, 89-98 pp. doi: 10.1016/B978-0-12-814639-2.00007-1
3. Babenko, L. M., Rozhkov, R. V., Pariy, Ya. F., Pariy, M. F., Vodka, M. V. & Kosakisvska, I. V. (2017). *Triticum dicoccum* (Shrank) Schuebl.: origin, biological characteristics and prospects for use in breeding and agriculture. Visn. Hark. nac. agrar. univ., Ser. Biol., 2(41), 92–102 doi: 10.35550/vbio2017.02.092 (in Ukrainian).
4. Babenko, L. M., Hospodarenko, H. M., Rozhkov, R. V., Pariy, Y. F., Pariy, M. F., Babenko, A. V. & Kosakivska, I. V. (2018). *Triticum spelta*: Origin, biological characteristics and perspectives for use in breeding and agriculture. Regulatory Mechanisms in Byosystems. 9(2), 250–257. doi:10.15421/021837
5. Bahteev, F. H. (1960). Polba (*Triticum dicoccum* Schuebl.), naydannaya N.I. Vavilovym v Karpatah [Emmer (*Triticum dicoccum* Schuebl.), found by N. I. Vavilov in the Carpathians]. Voprosy evolyutsii, biogeografii, genetiki i seleksii [Questions of evolution, biogeography, genetics and selection]. Moscow, Leningrad, 59-61 (in Russian).
6. Bellil, I., Hamdi, O., Benbelkacem, A. & Khelifi, D. (2019) The Genetic Potential of a Germplasm of Interspecific Crosses between Durum Wheats (*Triticum turgidum* L. ssp. *durum* (Desf.) Husn.) and their Relatives (*T. dicoccum* Schübl. and *T. polonicum* L.) in Five Glutenin Loci. Cereal Research Communications, 47(4), 678–688. doi: 10.1556/0806.47.2019.33
7. Bencze, S., Makádi, M., Aranyos, T. J., Földi, M., Hertelendy P., Mikó P., Bosi, S., Negri, L. and Drexler, D. (2020). Re-Introduction of Ancient Wheat Cultivars into Organic Agriculture – Emmer and Einkorn Cultivation Experiences under Marginal Conditions. Sustainability, 12, 1584. doi: 10.3390/su12041584
8. Biradar, S. S., Yashavanthakumar, K. J., Navathe, S., Reddy, U. G., Baviskar, V. S., Gopalareddy, K., Lamani, K. & Desai, S. A. (2021). Chapter – Dicoccum Wheat: Current Status and Future Perspectives. Kashyap, P. L. et al. (eds.), New Horizons in Wheat and Barley Research. doi: 10.1007/978-981-16-4449-8_21
9. Boguslavskiy, R. L. & Golik, O. V. (2001). Henetychni resursy kulturnoi dvoznianky *Triticum dicoccum* Schrank (Schuebl.) dlia seleksii pshenytsi v Ukraini [Genetic resources of the cultivar *Triticum dicoccum* Schrank (Schuebl.) for wheat selection in Ukraine]. Plant Breeding and Seed Production 85, 72–83 (in Ukrainian).
10. Borysova, O. & Ruzhitskaya, O. (2015). Hulled wheats' (*Triticum spelta*, *Triticum dicoccum*) grain quality, germination, and viability characteristic. Studia Biologica, 9(1), 125–134. doi: 10.30970/sbi.0901.40
11. Bazhenova, I. A. (2004) Issledovanie tehnologicheskikh svoystv zerna polbyi (*Triticum dicoccum* Schrank.) i razrabotka kulinarnoy produktsii s ego ispolzovaniem [Investigation of the technological properties of emmer grain (*TRITICUM DICOCCUM* SCHRANK.) and the development of culinary products with its use] (Cand. Technic. Sci. Diss.) Sankt Petersburg, 24. (in Russian).
12. Cativelli, L., Desiderio, F., Rubiales, D., Vale, G., Piarulli, L., Blanco, A. & Mazzucotelli, E. (2017). Fine mapping of new loci for resistance to leaf rust and powdery mildew derived from *Triticum turgidum* ssp. *dicoccum*. Proceedings 13 th International Wheat Genetics Symposium (23rd-28th April, 2017, Tulln-Austria) – Vienna, BOKU, 279.
13. Charmet, G. (2011) Wheat domestication: Lessons for the future. C. R. Biologies. 334, 212–220. doi: 10.1016/j.crv.2010.12.013
14. Chaika, T., Korotkova, I., Barabolia, O., Shokalo, N., Chetveryk, O., Bilenko, O. & Krykunova, V. (2021). Technological peculiarities of the mustang and *Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl wheat cultivation according to organic farming standards. International Journal of Botany Studies, 6(6), 205–210.
15. Damidaux, R., Autran, J. & Teillet, P. (1980). Gliadin electrophoregrams and measurements of gluten viscoelasticity in durum wheat. Cereal Foods World, 25(12), 754–756.
16. Demirel, S. (2016). Domestication of Wheat in Anatolia from the Neolithic Period to the Iron Age. Recent Researches in Interdisciplinary Sciences – Chapter 10, 130–138.
17. Demydov, O. A., Koliucha, G. S., Pravdziva, I. V. & Yurchenko, T. V. (2016). Using gene pool of related species for breeding improvement of wheat by grain quality. *Myronivskiy visnyk* [Myronivsky herald], 2, 141–155. doi: 10.21498/2518-7910.0.2016.119557
18. Diamond, J. (2009) Guns, Gems, and Steel. The Fates of Human Societies, translate from English. Kyiv, 448 (in Ukrainian).
19. Dorofeev, V. F., Filatenko, A. A., Migushova, Je. F., Udachin, R. A. & Jakubciner, M. M. (1979). Pshenitsa [Wheat]. Cultural flora of the USSR. Leningrad, 1, 348 (in Russian).
20. Dorofeev, V. F., Udachin, R. A. & Semenova, L. V. (1987). *Pshenitsyi mira* [Wheat of the world]. Leningrad, 560 (in Russian).
21. Faris, Justin D. (2014). Wheat Domestication: Key to Agricultural Revolutions Past and Future. Genomics of Plant Genetic Resources – Chapter 18, 439–464 pp. doi: 10.1007/978-94-007-7572-5_18
22. Filatenko, A. A., Boguslavskiy, R. L., Sergeeva, A. T., Chmeleva, Z. V. & Gasratyaliyev, G. S. (1983). Krupnyanye kachestva polbyi *Triticum dicoccum* (Schuebl.) [Grain emmer qualities *Triticum dicoccum* (Schuebl.) Schrank]. Nauchno-tehnicheskyy byulleten VIR. [Scientific and technical Bull. VIR], 129, 22–26 (in Russian).
23. Fyroj, Biradar, S. S., Desai, S. A., Rudra, N. V., Mahalaxmi, K. P. & Sneha, L. Sewaram (2020). *Triticum dicoccum* Schubler wheat: A potential source for wheat bio-fortification program. International Journal of Chemical Studies, 8(5), 1417–1422 doi: 10.22271/chemi.2020.v8.i5t.10499
24. Giacintucci, V., Guardoño, L., Puig, A., Hernando, I., Sacchetti, G. & Pittia, P. (2014): Composition, protein contents, and microstructural characterisation of grains and flours of emmer wheats (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccum*) of the central Italy type. Czech J. Food Sci., 32, 115–121. doi:10.17221/512/2012-CJFS
25. Gilev S. D., Tymbalenko, I. N., Kopylov, A. N., Fillipova, E. A. (2018). Emmer wheat is a promising grain group for organic agriculture. Grain Economy of Russia, 4(58), 6–11 doi: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-6-11 (in Russian).

26. Golik, O. V. & Kabacyura, A. A. (2012). Kharakterystyka vykhidnogo materialu yarykh pshenytsi ta polby za ekolohichnoiu plastychnistiu urozhainosti ta dosiahnennia selektsii [Characteristics of spring wheat and emmer source material for environmental yield plasticity and breeding achievement]. *Plant Breeding and Seed Production*, 101, 39–49 (in Ukrainian).
27. Golik, O. V., Tverdohleb, E. V., Pozdnyakov, V. V., Didenko, S. Yu. & Boguslavskiy R. L. (2016). Plenchatyie vidy pshenitsy dlya organicheskogo zemledeliya. [The hulled wheat for organic farming]. in: *Fundamentalnyie i prikladnyie issledovaniya v bioorganicheskom selskom hozyaystve Rossii, SNG i ES*. [Fundamental and applied research in organic agriculture in Russia, the CIS and the EU] International scientific and practical conference (9-12.08.2016, Moscow), 1, 368–378 (in Russian).
28. Goncharov, N. P. & Kondratenko, E. Ya. (2008). Proishozhdenie, domestikatsiya i evolyutsiya pshenits [The origin, domestication and evolution of wheat]. *Vesnik VOGiS [Bulletin of the All-Russian Society of Geneticists and Breeders]*, 12, 159–179 (in Russian).
29. Goncharov, N. P. (2009). Opredelitel raznovidnostey myagkoy i tvyordoy pshenits. [The determinant of varieties of soft and hard wheat] *Novosibirsk*, 67 (in Russian).
30. Goncharov, N. P. (2011). Genus *Triticum* L. taxonomy: the present and the future. *Plant Syst. Evol.*, 295, 1–11. doi: 10.1007/s00606-011-0480-9
31. Goncharov, N. P. (2012). Ekspeditsii N. I. Vavilova [Expeditions N. I. Vavilov]. *Vavilov. zhurn. genet. i selektsii [Vavilov Journal of Genetics and Breeding]*, 16(3), 560–578 (in Russian).
32. Goncharov, N. P., Melikyan, A. Sh., Arutyunyan, M. G., Oganesyanyan, M. Ts., Oganesyanyan, L. V., Sadoyan, R. R. & Lypunova, O. A. (2014). Kavkazskiy tsentr formoobrazovaniya dikih di- i tetraploidnykh pshenits: ekspeditsiya «Armeniya-2013» [Caucasian center for formation of wild di- and tetraploid wheat: Armenia 2013 expedition]. *Vavilov. zhurn. genet. i selektsii*, 18(2), 387–399 (in Russian).
33. Hospodarenko, H. M., Kostogryz, P. V., Liubych, V. V., Parii, M. F., Poltoretskyi, I. A., Polianetskyi, I. A., Ryabovol, L. A., Ryabovol, Ya. S. & Sukhodum, V. H. (2016). Pshenitsia spelta [The wheat of spelt]. *Kyiv*, 300 (in Ukrainian).
34. Ilhan, D. & Demir, H. (2021). Phylogeographic Structure of Kars Emmer Wheat (*Triticum dicoccum* Schrank ex Schübl) in Turkey Explained by SSR Markers. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(4), 3128–3137. doi: 10.21597/jist.923430
35. Yachevskaya, G. L. & Naumov, A. A. (1990). Ispolzovanie metoda otdalyonnoy gibridizatsii v selektsii pshenitsy [Using remote hybridization method in wheat breeding]. *Moscow*, 68 (in Russian).
36. Yakubtciner, M. M. (1966). Sortovyye i vidovyye bogatstva pshenits mira ih ispolzovanie. [Varietal and species richness of the world wheat and their use]. In: *Voprosy geografii kulturnykh rasteniy i N. I. Vavilov*, Moscow, 44–65 (in Russian).
37. Yakubtciner, M. M. (1969). Mirovaya kolleksiya pshenitsy tsennyiy ishodnyiy material dlya selektsii [World wheat collection valuable breeding source]. In: *N. I. Vavilov i s.-h. nauka [N. I. Vavilov and agricultural science]*. Moscow, 229–251 (in Russian).
38. Yanchenko, V. I. (1983). Hozyaystvenno-biologicheskaya otsenka mirovoy kolleksii polby *Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl. v Altayskom krae i eyo ispolzovanie v selektsii yarovoy pshenitsy. [Economic and biological assessment of the world collection of emmer *Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl. in the Altai Territory and its use in breeding spring wheat]. *Abstract. diss. cand. agricultural sciences. Leningrad*, 22 (in Russian).
39. Khodnytskyi, V. K. & Khodanytska, O. O. (2017). Polba i spelta: novi perspektyvy vyroshchuvannia [Emmer and spelt: new prospects for cultivation]. *Propozitsiya*, 3, 84–88 (in Ukrainian).
40. Kilian, B., Martin, W. & Salamini, F. (2010). Genetic Diversity, Evolution and Domestication of Wheat and Barley in the Fertile Crescent. *Evolution in Action*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 137–166. doi: 10.1007/978-3-642-12425-9_8
41. Konvalina, P. & Moudry, J. (2007) Evaluation of Suitability of emmer wheat varieties (*Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl) for organic farming. *Lucrari Stiintifice, seria Agronomie*, 50, 241–247.
42. Konvalina, P., Stehno, Z., Capouchova, I., Moudry, J., Juza, M., Zdeněk, S., Capouchová, I. & Moudry, J. (2010). Emmer wheat using and growing in the Czech Republic. *Lucrari Stiintifice, seria Agronomie*, 53(2), 15–19.
43. Koutis, K., (2015) Selection and evaluation of emmer, einkorn and spelta germplasm in Greece for organic farming adaptability and bakery-nutritional quality. *Acta fytotechn. zootechn.* 18, 81–82. doi: 10.15414/afz.2015.18.si.81-82
44. Kyosev, B. & Desheva, G. (2015) Study on variability, heritability, genetic advance and associations among characters in emmer wheat genotypes (*Triticum dicoccon* Schrank). *J. BioSci. Biotechnol. SE/ONLINE*, 221–228.
45. Lacko-Bartosova, M., Curn, V. & Lacko-Bartosova, L. (2015) Emmer – ancient wheat suitable for ecological farming. *Research Journal of Agricultural Science*, 47(1), 3–10.
46. Laghetti, G., Fiorentino, G., Hammer, K., Pignone, D. (2009). On the trail of the last autochthonous Italian einkorn (*Triticum monococcum* L.) and emmer (*Triticum dicoccon* Schrank) populations: a mission impossible? *Genet Resour Crop Evol.*, 56, 1163–1170. doi: 10.1007/s10722-009-9439-x
47. Letifova, M. S. (1991). Reaktsiya na yarovizatsiyu i fotoperiod obraztsov polby *Triticum dicoccum* Schuebl. [Reaction to spring vernalization and photoperiod of emmer samples of *Triticum dicoccum* Schuebl.]. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Leningrad. VIR*, 142, 119–121 (in Russian).
48. Longin, C. F. H., Ziegler, J., Schweiggert, R., Koehler, P., Carle, R. & Wurschum, T. (2015). Comparative Study of Hulled (Einkorn, Emmer, and Spelt) and Naked Wheats (Durum and Bread Wheat): Agronomic Performance and Quality Traits. *Crop Science Society of America – Plant Genetic Resources*, 56(1), 302–311. doi: 10.2135/cropsci2015.04.0242
49. Lymanska, S., Palachova, N., German, O., Turchinova, N., Rozhkov, R., Maslennikov, D., Popov, V., Ponurenko S. & Dolgova, T. (2022) Phytotoxic effects of aluminum and aluminum-tolerance of emmer populations. *CEREAL RESEARCH COMMUNICATIONS*. doi: 10.1007/s42976-022-00333-7

50. Lysiuk, G. M., Postnova, O. M. & Boguslavskiy, R. L. (2005). Perspektyva vykorystannia produktiv pererobky polby u kharchovykh produktakh. [Perspective on the use of emmer processing products in food products]. In: Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhovli. [Progressive equipment and technologies of food production, restaurant industry and trade]. Zb. Nauk. Prac'. Kharkiv, 1, 224–230 (in Ukrainian).
51. Mago, R., Xia, X., Basnet, B. R., Chandramon, S., Bariana, H., Whan, A., Espino-Huerta, J., Singh, R. P. & Lagudah, E. (2017). Adult plant stem rust resistance in a durum wheat “Glossy Huegenot”: mapping and market development. Proceedings 13 th International Wheat Genetics Symposium (23rd-28th April, 2017, Tulln-Austria) – Vienna, BOKU, 250.
52. Mandini, L., Grausgruber, H., Porceddu, E. & Pagnotta, M. A. (2008). Assessment of genetic diversity in European emmer wheat populations. 11-th International Wheat Genetics Symposium. Proceedings – Australia, University Publishing Service of Sydney, 1, 264–266.
53. Markelova, T. S. (2007) Ispolzovanie dikih vidov i sorodichey pshenitsyi dlya introgressii genov ustoychivosti k boleznyam [Use of wild species and related wheat for introgression of disease resistance genes]. Agro XXI, 4–6 (in Russian).
54. Martín-Gómez, J. J., Rewicz, A., Goriewa-Duba, K., Wiwart, M., Tocino, Á. & Cervantes, E. (2019) Morphological Description and Classification of Wheat Kernels Based on Geometric Models. Agronomy, 9, 399. doi: 10.3390/agronomy9070399
55. McFadden, E. S. (1930). A successful transfer of emmer characters to vulgare wheat. Journal of the American Society of Agronomy, 22, 34–1020. doi: 10.2134/agronj1930.00021962002200120005x
56. Morgun, V. V., Sichkar, S. M., Pochynok, V. M., Golik, O. V. & Chugunkova, T. V. (2015). Analiz struktury produktyvnosti kolektsiinykh zrazkiv maloposhyrenykh vydiv pshenytsi [Analysis of the productivity structure of collection samples of rare wheat species]. In: Faktory eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv [Factors of experimental evolution of organisms], 16, 136–140 (in Ukrainian).
57. Morgun, V. V., Dubrovna, O. V. & Morgun, B. V. (2016). The modern biotechnologies of producing wheat plants resistant to stresses. Plant Physiology and Genetics, 48(3), 196–214 (in Ukrainian) doi: 10.15407/frg2016.03.196
58. Mosulishvili, M., Bedoshvili, D., Maisaia, I. (2017). A consolidated list of *Triticum* species and varieties of Georgia to promote repatriation of local diversity from foreign genebanks. Annals of Agrarian Science, 15, 61–70. doi: 10.1016/j.aasci.2017.02.006
59. Moudrý, J., Konvalina, P., Stehno, Z., Capouchová, I. & Moudrý, J. jr. (2011). Ancient wheat species can extend biodiversity of cultivated crops. Scientific Research and Essays., 6(20), 4273–4280. doi:10.5897/SRE11.928
60. Novak, Zh. M. & Zhekova, O. I. (2011). Kharakterystyka pshenytsi ozymoi *Triticum spelta* L. [Winter wheat characteristics of *Triticum spelta* L.]. Zbirnyk naukovykh prats Umanskooho natsionalnoho universytetu sadivnytstva [Collected Works of Uman University of Horticulture], 75, 128–132 (in Ukrainian).
61. Pagnotta, M. A., Mondini, L. & Atallah, M. F. (2005) Morphological and molecular characterization of Italian emmer wheat accessions. Euphytica. 146, 29–37. doi: 10.1007/s10681-005-8607-0
62. Pagnotta, M. A., Mondini, L., Codianni, P. & Fares, C. (2008) Agronomical, quality, and molecular characterization of twenty Italian emmer wheat (*Triticum dicoccon*) accessions. Genet Resour Crop Evol. doi: 10.1007/s10722-008-9364-4
63. Pashkevych, G. O. & Videiko, M. Iu. (2006). Rilynstvo plemen trypilskoï kultury [The agriculture of tribes of Trypillian culture] Kyiv, 150 (in Ukrainian).
64. Puhalskiy, A. V. (1971). Novyye raznovidnosti pshenytsi [New wheat varieties]. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Leningrad. VIR, 44(1), 55–56 (in Russian).
65. Rabinovich, S. V. (1972). Sovremennyye sorta pshenytsi i ih rodoslovnyie [Modern wheat varieties and their pedigrees] Kiev, 328 (in Russian).
66. Relina, L. I., Suprun, O. H., Boguslavskiy, R. L., Didenko, S. Yu., Vecherska, L. A. & Golik, O. V. (2020). Fatty acid composition of oil from grain of some tetraploid wheat species. Biotechnologia acta, 13(2), 56–64. doi: 10.15407/biotech13.02.056
67. Reynolds, M., Ortiz-Monasterio, J. & McNab, A. (2001). Application of physiology in wheat breeding. Mexico, D. F. Cimmyt, 491.
68. Rozhkov, R. V. (2014). Istoriia vyroshchuvannia vydovoho riznomanittia pshenytsi v ukrainskykh khliborobskykh tradytsiakh ta perspektyvy vykorystannia tsykh vydiv na suchasnomu etapi. [History of cultivation of species diversity of wheat in Ukrainian baking traditions and prospects of using these types at the present stage]. In: Istorychni, filosofski, movni i metodolohichni tendentsii rozvytku suchasnoi osvity. Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia studentiv i molodykh naukovtsiv (4–5 december 2014), Kharkiv, 14–17 (in Ukrainian).
69. Rozhkov, R., Tverdokhlib, O., Pariy, J., Pariy, M., Popov, V., Oboznyi, O., Kyriyenko, A., Zaitceva, G. & Dolgova, T. (2017). The main areas of genetics and breeding research of wheat in The All-Ukrainian Scientific Institute of Breeding. 13th International Wheat Genetics Symposium (23rd-28th April 2017, Tulln-Austria) – BOKU, Vienna, 178.
70. Rozhkov, R.V. (2018). Indices for grain morphometric assessment of hexaploid wheat species. Plant varieties Studying and Protection, 14(1), 75–80 (in Ukrainian). doi: 10.21498/2518-1017.14.1.2018.126513
71. Rozhkov, R. V., Parii, M. F., Parii, Ya. F., Babenko, L. M., Popov, V. M., Dolgova, T. A., Palachova, N. E., Turchy-nova, N. P. & Tverdokhlib, O. V. (2020). Genetic potential of samples of spring emmer from working collection of Ukrainian Scientific Institute of plant breeding. Visn. hark. nac. agrar. univ. Ser. Biol., 1(49), 79–88 (in Ukrainian). doi: 10.35550/vbio2020.01.079
72. Rudra, Naik V., Yashavanthakumar, L. M., Biradar, S. S., Desai, S. A. & Veerasha, B. A. (2015). Genetic Variability Parameters for Micronutrients, Yield and Quality Traits in Wheat. International Journal of Agriculture Sciences. 7(5), 520–522.

73. Russo, M. A., Ficco, D. B. M., Laido, G., Marone, D., Papa, R., Blanco, A., Gadaleta, A., Vita, D. P. & Mastrangelo, A. M. (2014). A dense durum wheat 3 *T. dicoccum* linkage map based on SNP markers for the study of seed morphology. *Molecular Breeding*. doi: 10.1007/s11032-014-0181-5
74. Salina, E., Borner, A., Leonova, I., Korzun, V., Laikova, L., Maystrenko, O. & Roder, M.S. (2000) Microsatellite mapping of the induced sphaerococcoid mutation genes in *Triticum aestivum*. *Theor. Appl. Genet.* 100, 686–689. doi: 10.1007/s001220051340
75. Shelepov, V. V., Malasay, V. M. & Penzev, A. V. (2004). Morfologiya, biologiya, hozyaystvennaya tsennost pshenitsyi [Morphology, biology, economic value of wheat]. *Mironovka*, 526 (in Russian).
76. Skorokhodov, M. Yu. & Boguslavskiy, R. L. (2019). Vplyv lusok na dovhovichnist nasinnia plivchastykh pshenyts v umovakh pryskorenoho starinnia [The influence of scales on the longevity of durum wheat seeds under conditions of accelerated aging]. *Genetični resursi roslin*, 25, 151–159. (in Ukrainian). doi: 10.36814/pgr.2019.25.12
77. Sramek, J., Zdrohova, I., Konvalina, P., Moudry, J. jr. & Moudry, J. (2009) Selection of optimum varieties of genus wheat (*Triticum* L.) in organic farming with resoest to weed competitiveness. *Lucrari Stiintifice, seria Agronomie*, 52, 103–115.
78. State Register for Selection Achievements Admitted for Usage. “Plant varieties” (2017). Moscow: official publication 1(14) URL: https://gossort.com/docs/REESTR_2018.pdf
79. State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine 10.03.2023 URL: <https://www.profihort.com/wp-content/uploads/2018/07/5b488e7b71efe.pdf>
80. Stoletova, E. A. (1925). Polba – emmer (*Triticum dicoccum*) [Polba – Emmer (*Triticum dicoccum*)]. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. Leningrad, VIR, 14(1), 27–98 (in Russian).
81. Takenaka, S., Nitta, M. and Nasuda, S. (2018) Population structure and association analyses of the core collection of hexaploid accessions conserved ex situ in the Japanese gene bank NBRP-Wheat. *Genes Genet. Syst.*, 93, 237–254 doi: 10.1266/ggs.18-00041
82. Terzi, V., Morcia, C., Stanca, A. M., Kucera, L., Fares, C., Codianni, P., Fonzo, N. D. & Faccioli, P. (2007). Assessment of genetic diversity in emmer (*Triticum dicoccon* Schrank) durum wheat (*Triticum durum* Desf.) derived lines and their parents using mapped and unmapped molecular markers. *Genet Resour Crop Evol.* 54, 1613–1621 doi: 10.1007/s10722-006-9173-6
83. Tverdokhlib, O. V. & Boguslavskiy, R. L. (2012). Vydove riznomanittia pshenytsi, napriamky i perspektyvy yoho vykorystannia. [The species variety of wheat, directions and prospects of its use]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho NUS*, 80(1), 37–47 (in Ukrainian).
84. Tverdokhlib, O. V., Golik, O. V., Ninieva, A. K. & Boguslavskiy, R. L. (2013). Spelta i polba v orhanichnomu zemlerobstvi. [Spelt and emmer in organic farming]. *Posibnyk ukrainskoho hliboroba*, 150–172 (in Ukrainian).
85. Tverdokhlib, O. V., Boguslavskiy, R. L. & Rozhkov, R. V. (2020) Botaniko-henetychne riznomanittia kulturnoi dvozerianky y kartliiskoi pshenytsi ta perspektyvy yoho vykorystannia [Botanical and genetic diversity of cultivated emmer and karthlicum wheat and prospects for its use]. *Materialy IX Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii «Selektsiino-henetychna nauka i osvita» (Pariievi chytannia) (19 march 2020, Uman)*. 202–205 (in Ukrainian).
86. Vavilov, N. I. (1987). Botaniko-geograficheskie osnovyi selektsii (Uchenie ob ishodnom materiale v selektsii) [Botanical and geographical foundations of selection (The doctrine of the source material in breeding)]. *Proishozhdenie i geografiya kulturnykh rastenyi* [The origin and geography of cultivated plants]. Leningrad, 289–333 (in Russian).
87. Yoshioka, M., Takenaka, S., Nitta, M., Li, J., Mizuno, N. & Nasuda, S. (2019). Genetic dissection of grain morphology in hexaploid wheat by analysis of the NBRP-Wheat core collection. *Genes Genet. Syst.*, 94, 35–49 doi: 10.1266/ggs.18-00045
88. Zaharieva, M., Ayana, N. G., Al Hakimi A., Misra, S. C. & Monneveux, P. (2010) Cultivated emmer wheat (*Triticum dicoccon* Schrank), an old crop with promising future: a review. *Genet Resour Crop Evol.*, 57, 937–962 doi: 10.1007/s10722-010-9572-6
89. Zhukovskiy, P. M. (1957). Pshenitsa v SSSR [Wheat in the USSR] Moscow, 752 (in Russian).
90. Zhukovskiy, P. M. (1970). Mirovoy genofond rastenyi dlya selektsii. Megagentsentryi i endemichnyie mikrogentsentryi [World plant gene pool for breeding. Megagen centers and endemic microgen centers] Leningrad, 88 (in Russian).
91. Zhukovskiy, P. M. (1971). Kulturnyie rasteniya i ih sorodichi [The cultivated plants and their relatives]. Leningrad, 792 (in Russian).

Rozhkov R. V., PhD (Biological Sciences), Associate Professor, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

Babenko L. M., PhD (Biological Sciences), Senior Staff Scientist, M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Kryvoruchenko R. V., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

Turchinova N. P., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

Ivanov O. V., PhD student, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

Turchinov O. O., PhD student, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

Kosakivska I. V., Doctor (Biological Sciences), Professor, M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Emmer: origin, distribution, biology and prospects of revival in modern agricultural production of Ukraine

In recent decades, there has been an increase in interest in the breeding of rare wheats, which in turn is due to an increase in consumer demand for grain products from these species. Such species also include the ancient membranous species

of wheat *Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl. – emmer, which was grown in Ukraine since prehistoric times, but with the transition to intensive agricultural production, it was completely displaced from the fields by highly productive varieties of bread and durum wheat. Many samples of emmer wheat are characterized by resistance to various adverse environmental factors, *T. dicoccum* grows on infertile soils, is resistant to cold, excessive moisture and drought, is characterized by immunity to the main fungal diseases and pests, withstands weeding, which allows it to be grown without the use of plant protection agents by organic, environmentally safe technology. The second important feature of spelled, which influenced the revival of this culture, is the high nutritional quality of its grain and the excellent taste of the groats from it. It is for these reasons that products made from emmer grains are highly valued among fans of healthy and dietary food, which has led to an increase in demand for it in many countries of the world. Recently, there has been an increase in demand for products from emmer wheat in Ukraine as well, which is evidenced by the appearance of new varieties of spelled on the domestic market and an increase in the area sown under it.

Taking into account the interest of breeders and producers in this culture, we prepared an overview in which we provided analyzed and summarized information about the origin of emmer and the history of its distribution, provided information about its morpho-biological signs and properties, assessed the prospects of its use in the breeding process and the revival of emmer ordinary as an independent culture. The article gives examples of the successful use of emmer in breeding work with various species of wheat and discusses problematic issues related to its cultivation and use as an independent crop.

Key words: *Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl., emmer, hullless, phylogeny, wheat genome, economic and valuable and morpho-biological traits, breeding process.

ФУМІГАЦІЯ СУМІШАМИ ФОСФІНУ З ВУГЛЕКИСЛИМ ГАЗОМ ПРОТИ ЗЕРНОЇДІВ НА РІЗНИХ СТАДІЯХ РОЗВИТКУ

Романко Володимир Олександрович

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна

ORCID: 0000-0002-5263-4190

volodymyr.romanko@uzhnu.edu.ua

Робота присвячена пошуку альтернатив бромистому метилу – універсального фуміганта, який був обмежений у застосуванні на вимогу Монреальського протоколу. В статті наведені результати токсичної дії сумішей фосфіну з вуглекислим газом проти шкідників зернобобової продукції.

*Мета статті – дослідження токсичної дії суміші фосфіну та вуглекислого газу проти зерноїдів на різних їх стадіях розвитку та популяціях. Об'єкти досліджень. *Acanthoscelides obtectus* на різних стадіях розвитку та популяцій. Матеріал досліджень – препаративна форма фосфіну «Магтоксин» (таблетковидна форма) виробництва *Detia Degesch GmbH*, вуглекислий газ у балонах. Методи – аналітичний огляд по тематиці досліджень, чинній нормативно-правовій базі у галузі знезараження; аналіз біологічних особливостей шкідників; експериментальний – встановлення 100% ефективності фосфіну із вуглекислим газом проти шкідників у лабораторних умовах за відповідного обладнання; математико-статистичний – за допомогою комп'ютерних математичних функцій, вбудованих у програму *Microsoft Excel 2003*.*

*При фумігації за ДКЧ 6,85 та температури 30 °С, визначали загибель імаго, личинок, лялечок та яєць зерноїда квасолевого на рівні 96,7±1,31, 89,7±1,73, 66,3±3,97 та 58,3±3,46% відповідно. При фумігації за ДКЧ 14,26 та температури 22 °С, визначали загибель імаго, личинок, лялечок та яєць зерноїда квасолевого на рівні 79,3±2,85 74,0±4,08, 65,3±3,54 та 60,6±4,28% відповідно. Для забезпечення 100% загибелі стійких популяцій *Acanthoscelides obtectus* на стадії яйця була необхідність збільшити показники ДКЧ з 10,14–14,23 до 19,22–29,25 годинограмів залежно від температури. *Acanthoscelides obtectus* на стадії яйця виявся найбільш стійким при фумігації сумішами газів за різних температур. Лялечки лише на 7,0% є менш стійкими до сумішей газів, порівняно з стадією яйця. Різниця загибелі між активними та неактивними стадіями становила 38,4 та 18,7% за температур 30 та 22 °С відповідно. Отримані результати свідчать про необхідність проведення подальших досліджень у напрямку більш детального вивчення популяційної стійкості зерноїдів при знезараженні сумішами газів.*

Ключові слова: альтернатива бромистому метилу, популяції та стадії розвитку *Acanthoscelides obtectus*.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.12>

Вступ. В Україні, як і в інших країнах, обмеження по застосуванню бромистого метилу, які виконуються відповідно рішенням Четвертої конференції Монреальського Протоколу, відчутно впливають на карантинні заходи та фумігації складських приміщень, де в основному використовувався бромистий метил (*Wöhr & Frey, 2020*). Така ситуація спонукала дослідників багатьох країн до проведення досліджень по використанню замість бромистого метилу інших відомих фумігантів та їх сумішей. Серед препаратів, які розглядають в якості альтернативних бромистому метилу, більшістю дослідників та спеціалістів на перший план виносяться препарати на основі фосфіну.

Фосфін, або фосфористий водень (PH_3) – безбарвний газ, у який вводиться газ-аналізатор з неприємним запахом, за рахунок чого є більш безпечнішим, ніж бромметил. Проте цей фумігант має ряд недоліків. Перш за все це стосується у необхідності тривалих експозицій, що пов'язано з повільним випаровуванням препарату із твердої форми, вибухонебезпечністю, наявністю «наркотичного ефекту» та резистентністю у комах (*Manoj K Nayak et al. 2020; Kopemann et al. 2017; Holloway et al., 2016*).

До інших альтернатив бромистого метилу слід віднести фтористий сульфурил (*Romanco et al., 2014*) та його сумішей з фосфіном (*Jagadeesan et al., 2018*;

Rajeswaran Jagadeesan, et. al., 2021; Rajeswaran Jagadeesan, Manoj K Nayak, 2017). Також проводять дослідження з сумішами бромистого метилу з вуглекислим газом (*Klechkovskiy et al., 2016; Klechkovskiy & Niamtsu, 2020; Klechkovskiy & Neamtsu, 2019*), ефективність яких доведена.

Проте, дані фуміганти та їх суміші не зареєстровані для використання на території України, хоча необхідність їх актуальна. В такому разі є перспективний інший спосіб – це застосування суміші фосфіну (дозволений у використанні на території України) з вуглекислим газом проти шкідників. Особливо актуальним є вивчення токсичної дії суміші газів проти тих стадій комах, які є стійкими до фумігантів, зокрема стадії яйця та лялечки.

Серед карантинних видів шкідників зернобобової продукції, які можуть проникнути та акліматизуватися на території України, є китайський (*Callosobruchus chinensis* L.) (*CABI digital library, 2021; Singh, 2022*) та чотириохплямистий зерноїди (*Callosobruchus maculatus* Fabre) (*CABI digital library, 2021; Khadim Kébé, et. al. 2017; Kalpna et al., 2022*).

Враховуючи те, що дані організми є шкідниками запасів та вже присутні на території країн Європи, ймовірність потрапляння та акліматизації на територію України досить високі.

Важливою умовою можливості застосування фумігантів у карантинному знезараженні, є їх 100% ефективність проти шкідників. Проведений нами аналітичний огляд показав, що на ефективність знезараження може суттєво впливати ряд таких чинників як вибір фуміганту, герметизація, параметри знезараження, а також стійкість та резистентність шкідників на різних їх стадіях і популяціях.

Так, деякі дослідники вважають, що фумігація препаратом ECO₂FUME (суміш фосфіну з вуглекислим газом) проти таких шкідників запасів як *Plodia interpunctella*, *Amyelois transitella*, *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum*, *Trogoderma variabile*, *Orzaepphilus surinamensis*, *Lasioderma serricorne* та *Carpophilus hemipterus* виявилась ефективною, проте не забезпечувала повну загибель комах на всіх стадіях розвитку. Стадія яйця виявилась найстійкішою (максимальна загибель шкідників становила максимум 99,8%), а найбільш чутливою стадією – імаго (Hartsell & Muhareb, 2005).

В літературі є дані щодо токсичної дії фумігантів та їх альтернатив проти *Callosobruchus maculatus* та *Callosobruchus chinensis*. Так, у роботі Хассан А. та його колег вказується на високу ефективність дії озону на імаго даних шкідників. Проте, неактивні стадії (яйця та лялечки) виявились стійкими (Hassan et al. 2021). Або інсектицидної дії ефірних олій (альтернатива хімічному методу) проти даних шкідників (Himanshi Gupta et al., 2023). А також токсичної дії вуглекислого газу на *Callosobruchus maculatus*. Так, 18% CO₂ істотно підвищували смертність дорослих особин, пізніх стадій яєць, а також личинок 1-го і 4-го віку (Weining Cheng et al., 2013). Loganathan et al. (2011) наводять результати досліджень впливу високих та низьких температур проти *Callosobruchus maculatus* на різних стадіях розвитку, де лялечки виявились найбільш стійкими (Loganathan et al. 2011). Проте, вищенаведені результати не гарантують 100% ефективність, що є необхідним при застосуванні карантинних заходів.

Слід відзначити, що у літературі наявні дані фумігації сумішами фосфіну з вуглекислим газом проти *Callosobruchus maculatus* та *Callosobruchus chinensis*. Так, Manar Y. et al. (2021) наводять результати досліджень щодо 100% ефективності фумігації препаратом ECO₂FUME проти *Callosobruchus maculatus* та *Callosobruchus chinensis*. Крім того, виявляли вищу схожість фумігованих насінин бобових, ніж у контрольних (Manar et al., 2021).

Виходячи з вищенаведених результатів ефективності препарату ECO₂FUME, а також відсутності його реєстрації у застосуванні на території України, все це, в цілому, вказує на перспективність та доцільність проведення досліджень по застосуванню сумішей газів фосфіну (зареєстрована форма) з вуглекислим газом проти зерноїдів.

Мета роботи: дослідження токсичної дії суміші фосфіну та вуглекислого газу проти зерноїдів на різних їх стадіях розвитку та популяціях.

Матеріали і методи досліджень. Роботу проводили в Закарпатському територіальному центрі каран-

тину рослин Інституту захисту рослин НААН України в 2014–2015 роках. Продовжували дослідження в Інституті електронної фізики Національної академії наук України в 2021–2022 роках.

Досліди проводили у лабораторних умовах у фумігаційних камерах (ємністю 30 літрів). Для цього застосовували прилади для виміру концентрації фумігантів – газоаналізатор PhD-Lite, інтерферометр ШІ-11, розроблений нами пристрій (Mamontov & Romanko, 2010) для отримання та дозування газів і виміру високих концентрацій фосфіну та інше необхідне лабораторне устаткування. Також для фумігації при високих температурах застосовували термостат.

При проведенні лабораторних досліджень суміші фосфіну з вуглекислим газом застосовували розроблений нами дозатор для нейтрального газу, який забезпечував необхідне дозування в межах від 200 до 2500 мл (рис. 1).

Для проведення досліджень використовували препаративну форму фосфіну «Магтоксин» (таблетовидна форма) виробництва Detia Degesch GmbH. Біоматеріал для дослідів розводили у лабораторії.

Об'єктами досліджень слугували: зерноїд kwasолевий (*Acanthoscelides obtectus* Say) на стадії імаго, личинки, лялечки та яйця, як біологічно близький модельний вид відсутніх на території України карантинних зерноїдів.

Загибель шкідників у дослідах визначали за формулою Аббота:

$$C\% = \frac{(P_k - P_0)}{P_k} * 100$$

де: C% – загибель шкідників, %;

P_k – загибель шкідників у контролі, %;

P_0 – загибель шкідників у досліді, %.

Ефективність сумішей газів визначали на основі показника добутку концентрації на час (ДКЧ), який виражається в одиницях годинограмах (Maslov et. al., 2007; Mamontov, 2006).

Дослідження були направлені на визначення ефективності газів фосфіну з вуглекислим газом проти шкідників зернобобової продукції за різних параметрів фумігації: температурних режимів від 22 до 30 °С, експозицій від 16 до 72 годин та концентрацій – фосфіну від 0,29 г/м³ до 0,59 г/м³, ДКЧ по фосфіну в межах 6,85-42,48 годинограмів.

Концентрацію вуглекислого газу застосовували в межах 116,58–117,93 г/м³ (або біля 5,9% від загального об'єму повітря), оптимальність яких проти даних шкідників експериментально доведено (Romanko, 2015).

Статистичну обробку даних було проведено за допомогою комп'ютерних математичних функцій, що вбудовані в програму Microsoft Excel 2003.

При проведенні досліджень важливою умовою було встановлення показника загибелі комах в межах 90–99%, що в подальшому давало можливість більш точно визначити показник летальної норми за мінімально ефективних концентрацій та експозицій фуміганту. Тому у разі встановлення 100% загибелі комах проводили подальші дослідження у напрямку зниження токсичного наванта-

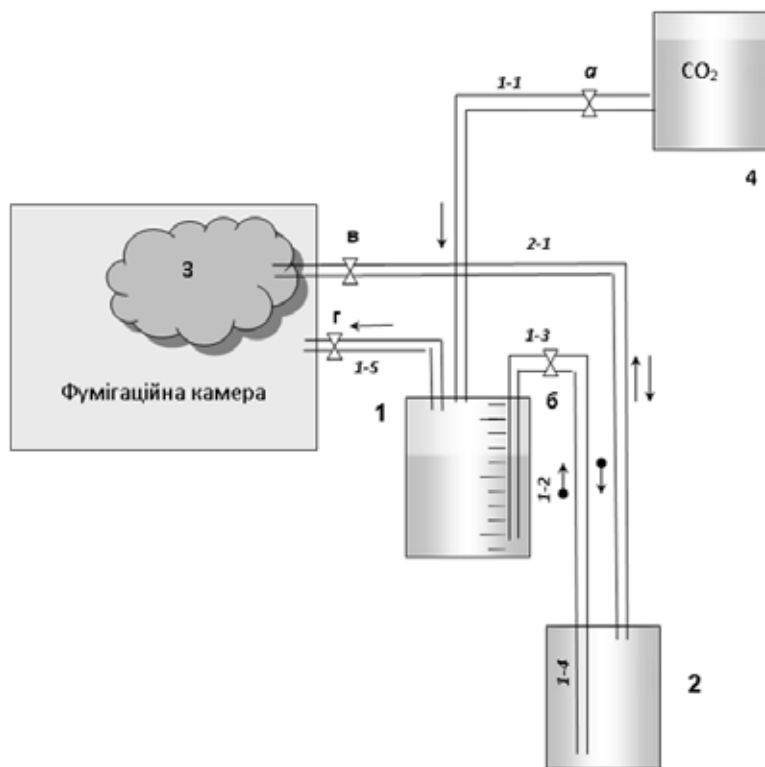


Рис. 1. Пристрій для дозування вуглекислого газу

Примітки:

1 – герметично вимірювальна ємність об'ємом 3000 мл., ціною поділки 100 мл., яка заповнена олією.

2 – герметична ємність об'ємом 3000 мл., яка виконує функцію утворення тиску та резервуару олії.

3 – поліетиленовий мішок ємністю 3000 мл., який розміщений у фумігаційній камері для запобігання утворення тиску при введенні вуглекислого газу у камеру.

4 – ємність, в якій під тиском розміщений вуглекислий газ.

трубки скляні сифонові 1-2, 1-4; трубки гумові 1-1, 1-3, 1-5, 2-1;

затискачі а, б, в, г.

ження на шкідників до встановлення 90–99% показника їх загибелі. І навпаки, підвищували токсичну дію сумішей, якщо була необхідність у отриманні 100% загибелі.

Результати. Згідно отриманих результатів лабораторних досліджень виявлено різницю в чутливості комах до сумішей газів фосфіну з вуглекислим газом в залежності від їх стадії розвитку.

За результатами досліджень встановлено, що шкідник є найбільш стійким до сумішей газів фосфіну з вуглекислим газом саме на стадії яйця. Так, при фумігації за параметрів: експозиції 16 годин, концентрації фосфіну $0,42 \text{ г/м}^3$, вуглекислого газу $117,31 \text{ г/м}^3$ та температури $30 \text{ }^\circ\text{C}$, встановлено, що загибель імаго, личинок, лялечок та яєць зерноїда квасолевого становила на рівні $96,7 \pm 1,31$, $89,7 \pm 1,73$, $66,3 \pm 3,97$ та $58,3 \pm 3,46\%$ відповідно (рис. 2).

З рис. 2 видно, що стадія лялечки лише на 7,0% є менш стійкою до сумішей газів, порівняно з стадією яйця. Різниця загибелі між активними та неактивними стадіями була суттєва. Зокрема між стадією імаго та яйця становила 38,4%.

Подібну тенденцію чутливості стадій шкідника до суміші газів спостерігали і при температурі $22 \text{ }^\circ\text{C}$, ДКЧ $14,26$ годинограм. Проте, різниця загибелі між актив-

ними та неактивними стадіями була не в такій мірі значною. Між стадією імаго та яйця становила 18,7%, що обумовлено, ймовірно, температурним фактором. За низьких температур метаболізм у активних стадій комах значно знижений і це є основною причиною чому зерноїд на даних стадіях стає більш стійкішим до фумігантів.

Крім стадійної чутливості зерноїда квасолевого до сумішей фосфіну з вуглекислим газом спостерігали також і неоднакову загибель шкідника у різних його популяціях.

У наших дослідженнях були взяті дві популяції шкідника: №1 (лабораторна популяція) та №2 (з приватного господарства с. Малі Геївці Ужгородського району).

Слід зауважити, що різниця загибелі зерноїдів з різних популяцій при дії сумішей газів виявилася суттєвою. Так, 100% загибель зерноїда на стадії яйця популяції №1 виявляли за такими параметрами фумігації: температура $23\text{--}24 \text{ }^\circ\text{C}$, експозиція 28 годин, середня концентрація фосфіну $0,51 \text{ г/м}^3$, вуглекислого газу $117,37 \text{ г/м}^3$, ДКЧ_{по фосфіну} $14,23$ годинограмів. Проте, при дії сумішей газів за подібних параметрів проти зерноїдів на стадії яйця популяції №2, повної їх загибелі вже не виявляли (табл. 1).

Так, застосування сумішей газів ДКЧ_{по фосфіну} $14,82$ годинограмів, експозиції 24 годин, середньої

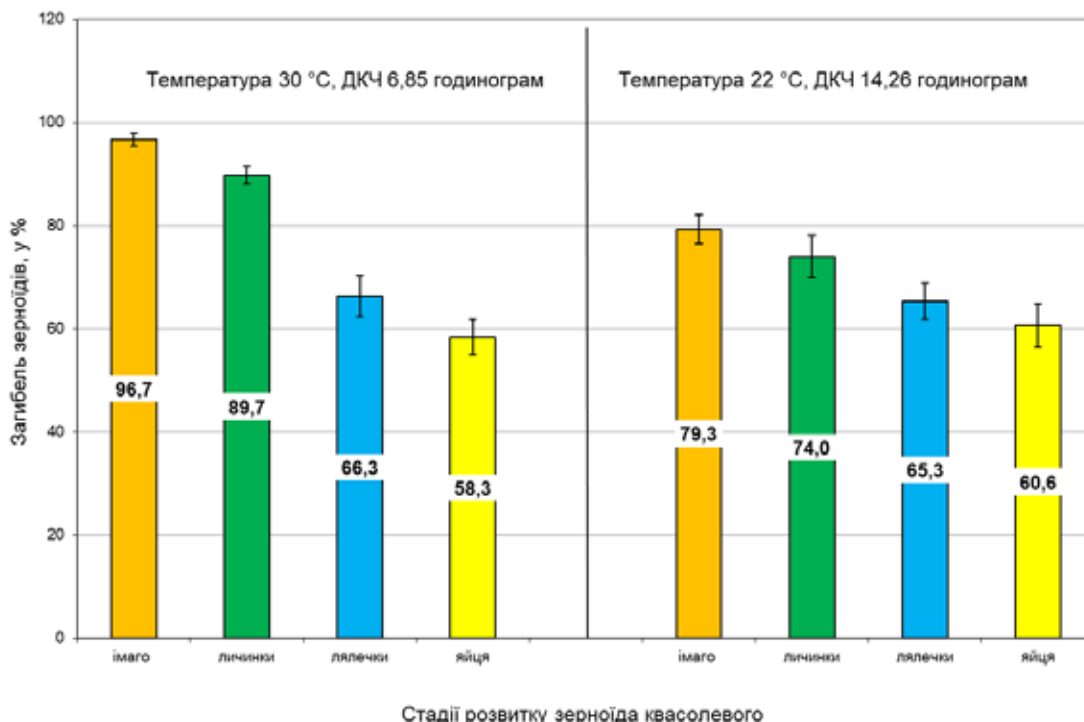


Рис. 2. Стадійна чутливість зернодіа квасолевого до сумішей фосфіну з вуглекислим газом за різних температур (лабораторні досліді, 2014–15, 2021–22 рр.)

Таблиця 1

Токсична дія сумішами фосфіну з вуглекислим газом проти різних популяцій зернодіа квасолевого на стадії яйця (лабораторні досліді, 2014–2015, 2021–2022 рр.)

Зерноді квасолевий	Температура, °С	Концентрація, г/м ³		Експозиція, годин	ДКЧ, години-грамів	Загибель шкідника, у%
		РН ₃	СО ₂			
Популяція №1	23-24	0,51	117,37	28	14,23	100
Популяція №2	23-24	0,53	116,82	24	14,82	77,00±5,88
Популяція №2	23-24	0,48	116,74	42	20,18	90,67±6,91
Популяція №2	23-24	0,40	117,26	52	21,02	97,33±4,54
Популяція №2	23-24	0,49	117,69	60	29,25	100
Популяція №2	23-24	0,59	117,51	72	42,48	100
Популяція №1	25-26	0,36	116,58	28	10,14	100
Популяція №2	25-26	0,29	117,93	28	8,12	79,67±5,10
Популяція №2	25-26	0,41	117,68	42	17,37	98,33±1,73
Популяція №2	25-26	0,42	118,03	46	19,22	100
Популяція №2	25-26	0,56	116,61	48	26,74	100
Популяція №2	25-26	0,45	117,32	68	30,31	100
Популяція №2	25-26	0,55	117,33	66	36,60	100

концентрації фосфіну 0,53 г/м³ та вуглекислого газу 116,82 г/м³ (температура 23–24 °С), забезпечило лише 77,00±5,88% загибелі зернодіа на стадії яйця. Збільшення ДКЧ по фосфіну 20,18 та 21,02 години-грамів та експозиції до 42 та 52 годин відповідно, також не забезпечило 100% сумішей газів.

Подальше підвищення токсичного навантаження до ДКЧ по фосфіну 29,25 та 42,48 години-грамів, а також збільшення експозиції до 60 та 72 годин забезпечило 100% ефективність сумішей газів проти яєць зерноділ.

Аналогічно спостерігали і за вищих температур. Так, застосування сумішей газів проти зернодіа на стадії

яйця з першої популяції №1, спричиняло їх загибель за такими параметрами: температура 25–26 °С, експозиція 28 годин, середня концентрація фосфіну 0,36 г/м³, вуглекислого газу 116,58 г/м³, ДКЧ по фосфіну 10,14 години-грамів.

Тоді як застосування сумішей газів ДКЧ по фосфіну 8,12 години-грамів, експозиції 28 годин, середньої концентрації фосфіну 0,29 г/м³ та вуглекислого газу 117,93 г/м³, забезпечило лише 79,67±5,10% загибелі шкідника з популяції №2. При дії сумішей газів ДКЧ по фосфіну 17,37 години-грамів, експозиції 42 години, середньої концентрації фосфіну 0,41 г/м³ та вуглекислого газу 117,68 г/м³, забезпечило 98,33±1,73% загибелі.

Подальше підвищення токсичного навантаження до ДКЧ_{по фосфіну} 19,22; 26,74, 30,31 та 36,60 годиниграмів, а також збільшення експозиції до 46, 48 та 66 та 68 годин відповідно, забезпечило 100% ефективність сумішей газів проти зерноїдів (табл).

Обговорення. Загальновідомо, що неактивні стадії шкідників є більш стійкими до фумігантів, ніж активні. В той же час стійкість шкідників до знезараження може значно змінюватись, залежно від ряду чинників (Rajendran & Somiahnadar, 2020).

Так, проведені нами дослідження що до вивчення токсичної дії фтористого сульфурилу проти деяких шкідників запасів показали іншу стадійну чутливість комах до фуміганту. Встановлено, стадія яйця у значній мірі була стійкішою до фтористого сульфурилу, навіть порівняно з лялечками. В середньому на стадії яйця зерноїд квасолевий виявився у 7,2 рази більш стійким порівняно зі стадією лялечки, вогнівка млинова – у 16,0, а довгоносик комірний – у 16,5 рази відповідно (Romanko et al., 2014). Така суттєва різниця чутливості між ембріональними та постембріональними стадіями комах до фтористого сульфурилу обумовлена особливістю токсичної дії даного фуміганту.

Що до особливостей сумішей фосфіну з вуглекислим газом проти комах, то слід відзначити їх подібність з токсичною дією окремо взятого фосфіну (еталону) проти шкідників. А саме прослідковувалась чітка тенденція: до фосфіну як при окремій його дії так і у його суміші з вуглекислим газом шкідники виявилися більш стійкими на неактивних стадіях розвитку (лялечки чи яйця), порівняно з активними стадіями (імаго та личинки).

Подібні дані наводять й інші дослідники, які встановили, що при фумігації ECO2FUME проти карантинних зерноїдів, у *Callosobruchus chinensis* лялечка виявилась найбільш стійкою до фуміганту, а у *Callosobruchus maculatus* чутливість до фосфіну яєць та лялечок були на одному рівні (Manar et al., 2021).

Деякі дослідники вказують, що у *Tribolium castaneum* саме лялечки виявились найбільш стійкими до суміші фосфіну та вуглекислого газу (Meenatchi et al., 2021).

Фумігація ECO2FUME виявилась ефективною проти *Frankliniella occidentalis* на всіх стадіях. При чому, стадія личинки та лялечки були майже на однаковому рівні чутливості до фуміганту (Sait Erturk et al., 2018).

Група вчених вивчали залежність стійкості шкідника *Cryptolestes ferrugineus* до фосфіну на генетичному рівні. Залежно від різновиду генотипу стійкість до фуміганту може по різному змінюватися у всіх стадіях

шкідника. У чутливих комах показник зниження стійкості проходив в такій послідовності: яйця > лялечки > імаго > личинки. У гомозиготних стійких комах порядок толерантності був такий: імаго= яйце > лялечки > личинки, а у гетерозигот – личинки > яйця > лялечки > імаго. На всіх стадіях визначали резистентність, причому співвідношення резистентності найвище у імаго > лялечок > личинок > яєць (Muralitharan Venkidusamy et al., 2018).

Неоднакова чутливість різних популяцій одного виду шкідника до пестицидів, в тому числі і до фумігантів явище з нерідкісних (Maslov et al., 2007; Aaron Cato et al., 2019). Так, Маслов М. І. та його колеги стверджують, що при дії фосфіду алюмінію проти хрущаків, залежно від їх популяцій, спостерігали різну чутливість до фуміганту. За однакових параметрів знезараження, загибель шкідників лабораторної та індійської популяції становила 100 та 40% відповідно (Maslov et al., 2007).

Деякі автори вказують, що при фумігації фосфіном проти *Tribolium castaneum* спостерігали різну чутливість популяцій, яких поділяли на «чутливих» до фосфіну, «слабо стійких» і «сильно стійких». При чому, для успішної фумігації проти сильно стійких популяцій була необхідність збільшити тривалість експозиції на з 60 на 100 хв., порівняно з чутливими (Aaron Cato et al., 2019).

Таким чином, нами встановлено, що на стійкість до сумішей газів фосфіну з вуглекислим газом впливає не лише стадія шкідника, але і його популяція. Отримані нами дані будуть враховані при розробці режимів фумігації сумішами фосфіну та вуглекислого газу проти зерноїдів на різних стадіях розвитку.

Висновки. Встановлено, що *Acanthoscelides obtectus* є найбільш стійкою до сумішей фосфіну з вуглекислим газом на стадії яйця. Найменш стійкою виявилась стадія імаго. За температури 30 °С, при якій проходила фумігація сумішами, коефіцієнт стійкості стадій шкідника був на рівні: 1,00 1,08, 1,54 та 1,66 для імаго, личинок, лялечок та яєць відповідно. За температури 22 °С – коефіцієнт стійкості становив на рівні: 1,00 1,07, 1,21 та 1,31 для імаго, личинок, лялечок та яєць відповідно.

Встановлено, що на стійкість шкідників до сумішей газів фосфіну з вуглекислим газом впливає не лише стадія, але і їх популяція. Для забезпечення повної загибелі стійких популяцій зерноїдів на стадії яйця була необхідність збільшити токсичне навантаження в межах 1,9–2,1 разів, залежно від температури. Показник ДКЧ підвищували за рахунок тривалості експозицій.

Бібліографічні посилання:

1. Aaron, Cato, Edwin, Afful, Manoj K Nayak & Thomas, W Phillips (2019). Evaluation of Knockdown Bioassay Methods to Assess phosphine resistance in the red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Insects*, 10(5), 140. doi: 10.3390/insects10050140
2. *Callosobruchus chinensis* CABI digital library. doi.org/10.1079/cabicompendium.10986 Access mode: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.10986#sec-21>
3. *Callosobruchus maculatus*. CABI digital library. doi: 10.1079/pwkb.species.10987 Access mode: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.10987>
4. Hartsell, P.L. & Muhareb, J.S. (2005). Efficacy of a mixture of phosphine / carbon dioxide on eight species of stored product insects. *Southwestern Entomologist* 30 (1), 47–54.

5. Hassan, A. Gad, Gomaa, F. Abo, Laban, Khaled, H. Metwaly, Fathia S. Al-Anany & Samir, A.M. Abdelgaleil (2021). Efficacy of ozone for *Callosobruchus maculatus* and *Callosobruchus chinensis* control in cowpea seeds and its impact on seed quality. *Journal of Stored Products Research*, 92, 101786. doi: 10.1016/j.jspr.2021.101786
6. Himanshi, Gupta, Deeksha, Urvashi, S. G. & Eswara, Reddy (2023). Insecticidal and detoxification enzyme inhibition activities of essential oils for the control of pulse beetle, *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae). *Molecules*, 28(2), 492. doi: 10.3390/molecules28020492
7. Holloway, J. C., Falk, M. G., Emery, R. N., Collins, P. J. & Nayak, M. K. (2016). Resistance to phosphine in *Sitophilus oryzae* in Australia: A national analysis of trends and frequencies over time and geographical spread. *Journal of Stored Products Research*, 69, 129–137. doi.org/10.1016/j.jspr.2016.07.004
8. Jagadeesan, R., Singarayan, V.T, Chandra, K, Ebert, P.R., M.K. (2018). Potential of co-fumigation with phosphine (PH₃) and sulfuryl fluoride (SO₂F₂) for the management of strongly phosphine-resistant insect pests of stored grain. *J Econ Entomol.* 111 (6). P. 2956–2965. doi: 10.1093/jee/toy269
9. Kalpna, Younis, Ahmad Hajam & Rajesh, Kumar (2022). Management of stored grain pest with special reference to *Callosobruchus maculatus*, a major pest of cowpea. *Heliyon*, 8(1). E08703. doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e08703
10. Khadim, Kébé, Nadir, Alvarez, Midori, Tuda, Göran, Arnqvist, Charles, W. Fox, Mbacké, Sembène & Anahí, Espíndola (2017). Global phylogeography of the insect pest *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchinae) relates to the history of its main host, *Vigna unguiculata*. *Journal of Biogeography*, 44(11), 2515–2526. doi: 10.1111/jbi.13052
11. Klechkovskiy, Y.E. & Neamtsu, E.F. (2019). Karantynni obrobky svizhykh ovochiv ta zrizziv kvitiv proty zakhidnoho kvitkovoho trypsa [Quarantine treatments of fresh vegetables and cut flowers against western flower thrips]. Quarantine and plant protection, 1–2, 14–17 doi: 10.36495/2312-0614.2019.1-2.1-4 (in Ukrainian).
12. Klechkovskiy, Yu. E., Chernei, L. B., Yashchuk, V. U. & Niamtsu, Ye. F. (2016). Suchasni problemy znezarazhennia pidkarantynnoi produktsii v Ukraini [Modern problems of decontamination of quarantined products in Ukraine]. *Bulletin of Agricultural Science*. N.2, 11–14. doi: 10.31073/agrovisnyk201602-03 (In Ukrainian)
13. Klechkovskiy, Yu. E. & Niamtsu, Ye. F. (2020). Kontrol chyselnosti kartoplanoi moli za vykorystannia mebrokarbonovykh sumishei [Control of the number of potato moth using mebrocarbon mixtures]. *Bulletin of Agricultural Science*, 98(1), 32–38.
14. Konemann, C. E., Hubhachen, Z., Opit, G. P., Gautam, S. & Bajracharya, N. S. (2017). Phosphine resistance in *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Laemophloeidae) collected from grain storage facilities in Oklahoma, USA. *Journal of Economic Entomology*, 110(3), 1377–1383. doi: 10.1093/jee/tox101
15. Loganathan, M., Jayas, D.S., Fields, P.G. & White, N.D.G. (2011). Low and high temperatures for the control of cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus* (F.) (coleoptera: Bruchidae) in chickpeas. *Journal of Stored Products Research*, 47(3), 244–248. doi: 10.1016/j.jspr.2011.03.005
16. Mamontov, V. A. (2006). Osoblivosti viznachennya letalnih norm pri fumlgatsiyi fosflinom [Peculiarities of determining lethal rates during phosphine fumigation]. *Protection and quarantine of plants*, 52, 308–315 (in Ukrainian).
17. Manar, Y., Amin, Abeer Omar & Refaat, A. Mohamed (2021). Susceptibility of different life stages of *Callosobruchus maculatus* and *Callosobruchus chinensis* to ECO2FUME gas and its impact on cowpea seeds quality. *Research Square*. doi:10.21203/rs.3.rs-889770/v2
18. Manoj, K Nayak, Gregory, J Daglish, Thomas, W Phillips & Paul, R Ebert (2020). Resistance to the fumigant phosphine and its management in insect pests of stored products: A global perspective. *Annual Review of Entomology*, 65, 333–350. doi: 10.1146/annurev-ento-011019-025047
19. Maslov, M. I. Magomedov, U. Sh. & Mordkovich, Ya. B. (2007) Osnovyi karantinnogo obezzarazhivaniya [Fundamentals of quarantine disinfection]. *Nauch. Book, Voronezh*, 196 (in Russian).
20. Meenatchi, R., Alice, R. P. & Paulin, P. P. (2018). Synergistic effect of phosphine and carbon dioxide on the mortality of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) in Paddy. *Journal of Agricultural Science*, 10 (7), 503. doi:10.5539/jas.v10n7p503
21. Muralitharan Venkidusamy, Rajeswaran Jagadeesan, Manoj K. Nayak, Mohankumar Subbarayalu, Chandrasekaran Subramaniam, Patrick J. Collins (2018) Relative tolerance and expression of resistance to phosphine in life stages of the rusty grain beetle, *Cryptolestes ferrugineus*. *Journal of Pest Science*, 91, 277–286 doi: 10.1007/s10340-017-0875-7
22. Patent. 48293 UA, МПК C01B25/06 (2006.01), G01N7/00 (2006.01) Mamontov. V. A., Romanko V. O. (2010). Prys-trii dlia vymiriuvannia vysokykh kontsentratsii fosfinu [Device for measuring high concentrations of phosphine]. The applicant is the Transcarpathian Territorial Plant Quarantine Center of the Plant Protection Institute of the Ukrainian Agrarian Academy of Sciences. № u 200910100; was filled 5.10.2009; was published 10.03.2010. *Bulletin № 5* (in Ukrainian).
23. Rajendran, Somiahnadar (2020). Insect Pest Management in Stored Products *Outlooks on Pest Management*, 31(1), 24–35. doi: 10.1564/v31_feb_05
24. Rajeswaran Jagadeesan, Manoj K Nayak (2017) Phosphine resistance does not confer cross-resistance to sulfuryl fluoride in four major stored grain insect pests. *Pest Manag Sci.* Vol. 73. Issue 7. P.1391-1401. DOI: 10.1002/ps.4468
25. Rajeswaran, Jagadeesan, Virgine, T Singarayan & Manoj, K Nayak. (2021). A co-fumigation strategy utilizing reduced rates of phosphine (PH₃) and sulfuryl fluoride (SF) to control strongly resistant rusty grain beetle, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera: Laemophloeidae). *Pest Management Science*. 77 (9), 4009–4015. doi.org/10.1002/ps.6424
26. Romanko, V. O. (2015). Perspektyvy zastosuvannia sumishei haziv u fumihatsii zernobobovoi produktsii proty karantynnykh vydiv rodu *Callosobruchus* [Prospects for the use of gas mixtures in the fumigation of grain and leguminous products against quarantine species of the genus *Callosobruchus*]. 15th international scientific conference “Uzhhorod

entomological readings – 2015” (abstracts of reports). September 25–27, Uzhgorod, 66 URL: https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/4194/1/UER_2015-proceedings.pdf (in Ukrainian).

27. Romanko, V.O., Zhuravchak, T.M. & Bokshan, O.Ya. (2014). Ovitsydna diia ftorystoho sulfurylu proty shkidnykiv zapasiv [Ovicidal action of sulfuryl fluoride against stock pests]. *Protection and quarantine of plants*, 60, 261–267 URL: <http://zkr.ipp.gov.ua/index.php/journal/issue/view/6/60-pdf> (in Ukrainian).

28. Sait, Erturk, Fatih, Şen & Mustafa, Alkan (2018), Effect of different phosphine gas concentrations against *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) on tomato and green pepper fruit, and determination of fruit quality after application under low-temperature storage conditions. *Turkish Journal of Entomology*, 42(2), 85–92. <https://doi.org/10.16970/entotod.349683>

29. Singh, T. Boopathi (2022) *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Chrysomelidae): Biology, life table parameters, host preferences, and evaluation of green gram germplasm for resistance *Journal of Stored Products Research*. Vol. 95 101912 doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101912 [In English]

30. URL:https://www.researchgate.net/publication/288557410_Efficacy_of_a_mixture_of_phosphinecarbon_dioxide_on_eight_species_of_stored_product_insects

31. Weining Cheng, Jiaxin Lei, Ji-Eun Ahn, Yu Wang, Chaoliang Lei, Keyan Zhu-Salzman (2013). CO₂ enhances effects of hypoxia on mortality, development, and gene expression in cowpea bruchid, *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Insect Physiology*, 59(11), 1160–1168. doi: 10.1016/j.jinsphys.2013.08.009

32. Wöhr, A. & Frey, A. (2020). Handbook for Montreal Protocol on substances that deplete the ozone layer. Freiburg in Breisgau, Germany, 936. ISBN: 978-9966-076-79-3 Access mode: URL: <https://ozone.unep.org/sites/default/files/Handbooks/MP-Handbook-2020-English.pdf>

Romanko V. O., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine
Fumigation with mixtures of phosphine and carbon dioxide against bean weevils at different stages of development

The work is devoted to the search for alternatives to methyl bromide – a universal fumigant, which was restricted in use at the request of the Montreal Protocol. The article presents the results of the toxic action of mixtures of phosphine gases with carbon dioxide against pests of legume products.

Purpose: study of the toxic effect of a mixture of phosphine and carbon dioxide against bean weevils at different of their stages of development and populations. Objects of research. Acanthoscelides obtectus Say at different of their stages of development and populations. The research material is the preparative form of phosphine “Magtoxin” (tablet form) produced by Detia Degesch GmbH, carbon dioxide in cylinders. Methods: analytical review of the research topics, the current regulatory framework in the field of fumigation; analysis of biological characteristics of bean weevils; experimental – establishment of 100% effectiveness of phosphine with carbon dioxide against pests in laboratory conditions with appropriate equipment; mathematical and statistical – with the help of computer mathematical functions built into the Microsoft Excel 2003 program.

During fumigation at a CT Product of 6.85 and a temperature of 30 °C, the mortality of adults, larvae, pupae and eggs of the bean weevil was determined at the level of 96.7±1.31, 89.7±1.73, 66.3±3, 97 and 58.3±3.46%, respectively. During fumigation at a CT Product of 14.26 and a temperature of 22 °C, the mortality of adults, larvae, pupae and eggs of the bean weevil was determined at the level of 79.3±2.85, 74.0±4.08, 65.3±3.54 and 60.6±4.28%, respectively. In order to ensure 100% mortality of resistant populations of Acanthoscelides obtectus in the egg stage, it was necessary to increase the indicators of a CT Product from 10.14–14.23 to 19.22–29.25 depending on the temperature.

Acanthoscelides obtectus in the egg stage was the most resistant to fumigation with gas mixtures at different temperatures. Pupae are only 7.0% less resistant to gas mixtures compared to the egg stage. The difference in mortality between active and inactive stages was 38.4 and 18.7% at temperatures of 30 and 22 °C, respectively.

The obtained results indicate the need for further research in the direction of a more detailed study of the population stability of bean weevils during fumigation with gas mixtures.

Key words: alternative to methyl bromide, concentration, populations and stages of *Acanthoscelides obtectus*.

ВПЛИВ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ НА СТРУКТУРУ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА ПІВНІЧНОМУ СХОДІ УКРАЇНИ

Спичак Юрій Іванович

аспірант

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0003-2677-0284

yuriispychak@gmail.com

Бутенко Сергій Олександрович

доктор філософії, асистент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-9925-3029

serg101983@ukr.net

Пшениця озима одна з найважливіших культур в Україні. Вона займає перше місце за посівними площами, що складає 6907,5 тис. га, задовольняючи експортні та споживчі потреби. Постійні зростаючі потреби споживання пшениці, вимагає постійного вдосконалення технологій виробництва. Для формування врожайності пшениці озимої культури суттєву роль приділяють вибору системи захисту. Без ефективних заходів спрямованих на захист врожаю, отримати добрі результати неможливо, тому саме цьому етапу приділяють достатньо уваги, плануючи технологію вирощування.

Порівняння звичайних і органічних систем захисту є актуальними та поширеними в науковій літературі та охоплюють кілька наукових областей. Ці порівняння представляють інтерес для наукової спільноти, зокрема, коли вони мають справу з такими питаннями, як вплив на навколишнє середовище, біорізноманіття, або здоров'я.

В дослідженні продемонстровано вплив органічної та хімічної системи захисту на елементи структури врожайності та якісні ознаки зерна пшениці озимої. Дослідження проводилися на базі ННБК Сумського НАУ м. Суми (Північно-східний Лісостеп України) впродовж 2021–2022 рр. Для досліджу було обрано 2 сорти: Аліот та Еміл, 1 репродукції. Для системи захисту з використанням хімії використовувались: Максим XL 035 FS, Авіатор Хро 225 ЕС, Гранстар Голд 75, Фас, Аміачна селітра; для органічної системи: мульчування, перед посівна обробка та обробка по колосу 20%-му водному розчині часнику; на контролі проводилися ті ж самі агротехнічні прийоми, з умовою використання та обробки тільки чистою водою.

Сорт Аліот 2020–2022 року врожайності показав зниження результатів при використанні систем захисту. Зниження показників якості на органічній системі варіювалась 0,1%–0,8% в залежності від показника, що значно менше ніж хімічній. В свою чергу біологічна врожайність хімічної системи була на 10% (10,1 т/га) більша в порівнянні до контрольного варіанту.

На сорт Еміл 2021–2022 року врожайності, системи захисту навпаки вплинули позитивно. Різні системи по-різному впливали на розвиток, збільшуючи ті чи інші показники. Системи захисту значно вплинули на біологічну врожайність, в порівнянні з контролем, органічна система захисту збільшила на 11,4% (1,2 т/га), хімічна система захисту збільшила на 35,5% (3 т/га).

Слід зазначити, що досліджувані сорти відреагували на хімічну систему захисту збільшенням кількості вегетативних пагонів, що своєю чергою позитивно вплинуло на загальну врожайність.

За результатами отриманих даних, на основі однорічних досліджень, не можна стверджувати яка система захисту краще впливає на досліджувані показники. Різні сорти по-різному реагують на різні системи захисту, показуючи кращі або нижчі показники. Таким чином для отримання точних висновків, дослід потребує подальшого повторення та вивчення.

Ключові слова: хімічний захист, органічний захист, М1000, кількість вегетативних стебел, біологічна урожайність.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.13>

Вступ. За даними USDA за 2021 р. Україна займає п'яте місце серед лідерів експортерів зернових культур, попит на які постійно зростає (The world's top wheat exporters in 2021, 2021).

Пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) займає перше місце за посівними площами в Україні, на 2021 рік посівні площі пшениці озимої склали 6907,5 тис. га (Посівні площі сільськогосподарських культур за їх видами. Архів, 2023) та задовольняли споживчі потреби, внутрішні потреби споживання склали 7,5 млн тонн на 2021 рік

(Ukraine povnistiu zabezpechena prodovolchym zernom, 2021) економічні потреби – експорт зерна склали 12,5 млн тонн на 2021 рік (Експорт з України зернових, зернобобових та борошна, 2021). Тому формування гарних врожаїв, є головним завданням для аграріїв України.

Для формування врожайності пшениці озимої суттєву роль приділяють вибору системи захисту. Без ефективних заходів спрямованих на захист врожаю, отримати добрі результати неможливо, тому саме цьому етапу приділяють достатньо уваги, плануючи технологію вирощування.

Порівняння звичайних і органічних систем захисту є актуальними та поширеними в науковій літературі та охоплюють кілька наукових областей. Ці порівняння представляють інтерес для наукової спільноти, зокрема, коли вони мають справу з такими питаннями, як вплив на навколишнє середовище, біорізноманіття, або здоров'я (Le Campion et al., 2020).

Застосування пестицидів у системах захисту рослин небезпечно можливими побічними ефектами при інтенсивному їх використанні, а саме: зменшення родючості ґрунту, забруднення водойм, впливу на всі складові біогеоценозу прямої та кумуляційної негативної дії. В багатьох наукових роботах доведено, що в наслідок накопичення у воді, повітрі та ґрунті, рослини та тварини займаючи ланки в ланцюгах живлення розповсюджують хімічні препарати та продукти їх розпаду в біоценозах, завдаючи шкоди, як здоров'ю людей, так і іншим живим істотам. Незважаючи на всі негативні аспекти дії пестицидів, хімічний спосіб боротьби зі шкідливими організмами залишається найпоширенішим (Kuczuk, 2016; Zaiets & Rudik, 2020).

Поєднуючи досягнення у сфері охорони навколишнього середовища та збереження природних ресурсів органічне сільськогосподарське виробництво, є основним для збереження високих стандартів і методів виробництва. Однак враховуючи проблеми вітчизняних аграрних формувань пов'язаних з посиленням конкуренції та активізацією процесів глобалізації, виникають дискусії між науковцями про економічну доцільність запровадження органічного виробництва (Smihunova, 2021).

Для одержання швидкого економічного результату в господарствах застосовують інтенсивні технології які насамперед передбачають застосування пестицидів для забезпечення заходів з захисту рослин від шкідливих організмів (Borzykh & Krut, 2020; Ivashchenko, 2015). Для виробників чистий дохід, пов'язаний з різними витратами, вищий в органічній пшениці, ніж неорганічній. Нижча врожайність органічної пшениці добре компенсується вищими ринковими цінами. Органічне землеробство вважається набагато вигіднішим для фермерів, але різке зниження рівня продуктивності створює серйозні проблеми з точки зору продовольчої безпеки (Inder Pal Sing & Grover, 2011).

Системи органічного землеробства одночасно відповідають ключовим вимогам сталого виробництва, використовуючи набагато менше ресурсів у вигляді добрив і засобів захисту рослин для отримання задовільного врожаю високоякісної пшениці в довгостроковій перспективі. Органічне землеробство може зробити значний внесок у розв'язування проблем, пов'язаних із сільським господарством із високими зовнішніми ефектами (Mäder, et al., 2007).

Сільське господарство майбутнього має потенціал для гармонізації високої біологічної продуктивності сільськогосподарських культур за допомогою інтенсивних технологій з екологічною прийнятністю їх застосування. Висока продуктивність сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій землеробства має ґрунтуватися не на винесенні великої кількості органічної речовини

у верхній шар ґрунту, а на високій біологічній активності ґрунтової мікрофлори та утворенні достатньої кількості доступних форм зв'язування, які запобігають витісненню органічної речовини з верхнього шару ґрунту. Покращення екологічної сумісності систем захисту рослин від шкідливих організмів в умовах інтенсивного землеробства вимагає наукового вдосконалення систем, які прогнозують стадії розвитку шкідливих організмів, а також розробки нових систем, які націлюють і розподіляють робочі рідини, що містять препарати, тільки на рослини без одночасного забруднення нецільових об'єктів (Ivashchenko & Ivashchenko, 2016; Jaskulska, et al., 2019).

Використання різних систем захисту рослин та їх вплив на пшеницю озиму, має широкий простір та інтерес для науковців-аграріїв. Результати отриманих дослідів різняться в науковій спільноті.

У своїх дослідженнях на якість зерна пшениці озимої науковці мають неоднозначні результати. Перша група науковців у своїх висновках стверджують, що пшениця озима за використання органічної системи, знижує вміст білка, клейковини та хлібопекарські властивості, але підвищує показники кількості крохмалю та силу клейковини (Ceseviciene et al., 2012; Augspole et al., 2019). Інша група, навпаки показує позитивний вплив органічного виробництва. Гарні результати в отриманні врожаю та збільшенні кількості білка органічної пшениці досягаються за допомогою кращого управління удобреннями, покращених сортів хлібопекарської якості, кормових N-фіксованих бобових культур як попередньої культури та уникнення пізніх строків сівби (Casagrande et al., 2009).

Доведено, що на формування елементів структури врожаю озимої пшениці та фактори врожайності впливає рівень оксидативного стресу в рослинах. Застосування пестицидів дозволяє знизити рівень пероксидації ліпідів і позитивно впливає на формування продуктивних пагонів, довжину колоса, кількість колосків, вологість колоса та масу 1000 зерен (Klirakova et al., 2019; Turkington et al., 2016).

Для досягнення вищого рівня ефективності науковці пропонують розробляти комплексні системи застосування препаратів та впровадження інших сучасних досягнень біологічного виробництва у різних сівознах і системі захисту озимої пшениці. Це дозволило б значно підвищити врожайність озимої пшениці, розширити площу, де застосовується ця технологія і зменшити навантаження пестицидів (Zaiets et al., 2020; Chuhrii, 2020).

Одним з елементів органічного землеробства у майбутньому можуть стати природні сполуки, отримані з рослин, які є доречними для лікування грибкових інфекцій; фітопатогенів, що на сьогодні залишаються однією з найпоширеніших проблем. Екстракти, ефірні олії та активні сполуки з рослин мають ефективні протигрибкові агенти, які є потужними та менш токсичними проти фітопатогенних грибів, а не синтетичні фунгіциди. Так само вони могли б частково або повністю замінити використання хімічних протигрибкових препаратів, які підвищують стійкість грибів і забруднюють навколишнє середовище, створюючи екологічно чистий механізм

контролю, а також знижуючи витрати для сільськогосподарських компаній (Fernanda Jiménez-Reyes et al., 2019; Moses et al., 2016; Kallioji et al., 2019).

З даних літератури відомо, що фітонциди деяких рослин позитивно впливають на показники, які характеризують швидкість проростання зерна. Нас зацікавив можливий вплив цих біологічно активних речовин на зміну вмісту вітамінів під час пророщування зерна з використанням екстрактів певних рослин. Водний екстракт роду *Allium* по різному впливає на ріст колоній грибів найпоширеніших і найшкідливіших видів грибної флори насіння озимої пшениці, що росте в зоні Північно-східного Лісостепу України: від повного придушення до повної відсутності ефекту. Водний екстракт часнику може регулювати грибковий комплекс у насінні озимої пшениці. Застосування водних розчинів *A. сера* (10%-х) знижують чисельність альтернативних грибів, небезпечних для проростання насіння грибів з роду *Penicillium* sp. та *N. oгузае*. Обробка насіння 20%-м розчином збільшує чисельність альтернативних грибів і на 7-му добу підвищує розвиток проростків майже удвічі. Але збільшення концентрації водного розчину до 40% має негативний ефект на мікофлору насіння (збільшення кількості грибів з роду *Penicillium* sp. у 10 разів) та пригнічення росту проростків пшениці. Отож, обробка насіння пшениці озимої водними екстрактами *A. sativum* (10, 20% розчинами) є ефективною проти розвитку небезпечних видів мікофлори та стимулює розвиток проростків (Rozhkova T. O., 2020).

Метою дослідження є визначити вплив хімічної та органічної системи захисту на елементи структури врожайності та якості зерна за однакових умов вирощування.

Матеріали і методи досліджень. Для дослідження використовували 2 сорти пшениці озимої: Аліот та Еміл (Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini, 2023) Насіннєвий матеріал 1 репродукції, врожаю 2021 року. Місце вирощування: Україна, Сумська обл., Сумський район, с. Вири.

В досліді визначались такі елементи структури врожайності: довжина колосу, маса колосу, кількість насіння в колосі, маса тисячі насінин (M1000), кількість вегетативних стебел, енергія проростання, лабораторна схожість. Для визначення елементів структури врожайності було обрано 2 сорти у 3 варіантах: контроль, органічна система захисту, хімічна система захисту. Також у досліді аналізувались такі показники якості пшениці озимої: сира клейковина, сухий білок, волога.

Польовий дослід проводився на дослідному полі ННБК СНАУ, яке розташоване у північно-східній зоні Лісостепу України. Попередником була суміш багаторічних трав люцерни та конюшини. Строк посіву – I декада жовтня. Дослід проводився згідно Б.А. Доспехова (Dospikhov, 1985). Кількість варіантів – 6, у 3 повтореннях. Розміщення ділянок послідовне, розмір ділянок – 1 м².

Для варіанта хімічної системи захисту, використовувались такі препарати: фунгіцид для обробки насіння Максим XL 035 FS, ТН, (флудіоксоніл, 25 г/л + металак-

сил-М, 10 г/л), фунгіцид Авіатор Хро 225 ЕС, КЕ, (про-тіоконазол 150 г/л, біксафен 75 г/л), гербіцид Гранстар Голд 75, в.г., (Трибенурон-метил, 750 г/кг, тифенсульфурон метил 187,5 г/кг), інсектицид Фас, КС, (альфа-циперметрин 100 г/л) (Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання, 2023), з підживленням Аміачною селітрою (розсипання в рядки). Обприскування проводилося за С.О. Трибель (Trybel et al., 2001).

Для варіанта органічної системи захисту, використовувалась: мульчування, перед посівна обробка та обробка по колосу 20%-му водному розчині часнику за патентом «Спосіб регулювання мікофлори насіння та стимулювання росту проростків пшениці» (Ukraine Patent №150216, 2022).

Для контрольованого варіанту використовувалось обприскування чистою водою, та замочування насіння у воді для виключення позитивного впливу вологи при протруєнні та обробкою водним розчином часнику.

Якість зерна пшениці озимої вимірювалась методом інфрачервоної спектроскопії, цільного вимірювання, апарат для вимірювання – SupNIR – 2750 (за ДСТУ 4117:2007 Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії).

Статистичну обробку даних щодо врожайності проводили за допомогою програми Microsoft Excel «Statistica», методом дисперсійного аналізу (Tsarenko, et al., 2000)

Біологічну врожайність визначали за формулою:

$$B_{\text{врож}} = \frac{N_{\text{кк}} \cdot (100 + H) \cdot N_{\text{зк}} \cdot M_{1000}}{10000}$$

де $N_{\text{кк}}$ – кількість колосків на м в ряду, H – ширина міжрядь, $N_{\text{зк}}$ – кількість зерен в колосі, M_{1000} – маса тисячі насінин.

Результати. Дані стосовно структури урожайності та якості двох сортів виявились різними. За результатами аналізу даних з табл. 1 одразу можна виділити те, що системи захисту стимулювали утворення більшої кількості вегетативних стебел на метр погонний: хімічна – 143 шт (що на 33,6% більше ніж в контролі), органічна – 104 шт (що на 9,5% більше порівняно з контролем), Контроль – 95 шт.

Також, слід зазначити що на лабораторну схожість (табл. 2) не вплинула система захисту, а для енергії проростання різниця складала 1% для обраних систем захисту.

Що до інших показників досліджуваній сорт відреагував зниженням показників структури врожайності на застосування системи захисту в порівнянні до контролю (рис. 1).

Аналізуючи рис. 1, можна зробити висновок, що використання системи захисту сприяють зниженню показників структури врожайності на сорті Аліот. Найбільше піддали впливу такі критично важливі показники як: маса колосу, яка була 7,51% для органічної системи захисту та практично в 2 рази більше 12,31% для хімічної. Інші показники, теж були занижені в порівнянні з контролем: маса насіння в колосі – органічна 8,3%, хімічна дещо менше 2,55%, кількість насінин в колосі – органічна система захисту 5,17% та 6,9% хімічна, M1000 – органічна система захисту 8,53% та більш ніж у 2 рази 20,7% хімічна.

Елементи структури врожайності сорту Аліот

Елементи структури врожайності	Варіанти			НІР 0,5
	Контроль	Органічна система захисту	Хімічна система захисту	
Довжина колосу, см	9,76	9,57	9,11	2,74
Маса колосу, г	3,33	3,08	2,92	1,55
Кількість насіння в колосі, шт	58	55	54	8,6
Маса насіння в колосі, г	2,74	2,51	2,67	1,53
М1000, г	49,72	45,48	39,45	10,1
Кількість вегетативних стебел на метр погонний, шт	95	104	143	12,06
Біологічна урожайність, т/га	9,1	8,7	10,1	10,5

Таблиця 2

Енергія проростання та лабораторна схожість пшениці озимої, сорту Аліот, % (середнє за 2021–2022 рр.)

Показники	Варіанти					
	Контроль		Органічна система захисту		Хімічна система захисту	
Роки	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Енергія проростання	99	99	99	98	98	98
Лабораторна схожість	99	99	99	99	99	99

Маючи основні дані, визначаємо біологічну урожайність пшениці озимої на сорті Аліот за Формулою 1: для контролю – 9,1 т/г, органічної системи захисту – 8,7 т/га, хімічної системи захисту – 10,1 т/га.

У табл. 3 показані відмінності в показниках якості озимої пшениці на сорті Аліот в залежності від обраної системи захисту. При використанні систем захисту показники знизилися в порівнянні до контрольного зразка. Волога в насінні у всіх зразках відмінна при нормі

в 14% (за ДСТУ 3768:2019 Пшениця. Технічні умови). Сира клейковина зменшилась на 2% – хімічна система, на 0,2% – органічна система, сухий білок зменшився на 0,8% – хімічна система, на 0,1% – органічна система.

Отже, роблячи висновок з отриманих даних для сорту Аліот 2022 року урожайності можна зробити висновок, що органічна система захисту – з використанням мульчування та водного екстракту часнику, показала нижчі результати, враховуючи основні показники структури

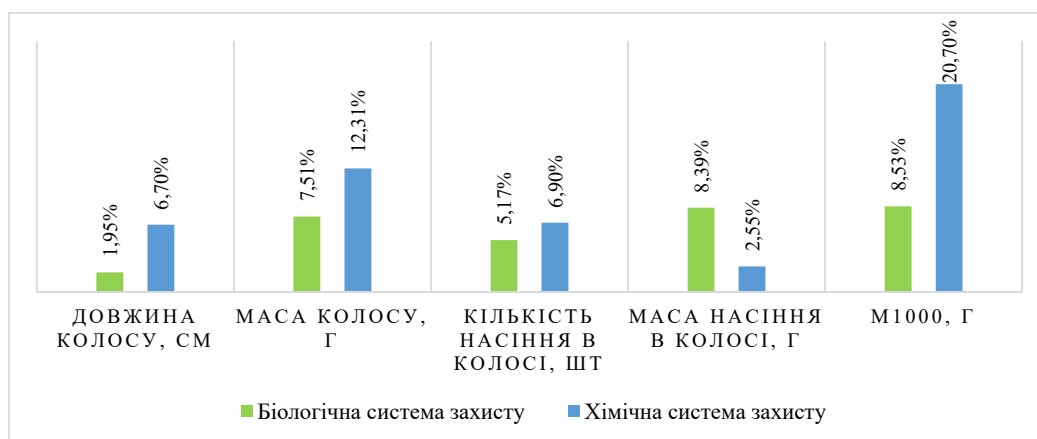


Рис. 1. Відсоток зменшення показників структури урожайності при використанні систем захисту для сорту Аліот в порівнянні з контролем

Таблиця 3

Показники якості пшениці озимої, сорту Аліот

Показники якості	Варіанти			НІР
	Хімічна система	Органічна система	Контроль	
Клейковина сира	19,9	21,7	21,9	7,93
Білок сухий,	11,5	12,2	12,3	3,29
Волога	13,9	13,9	13,7	1,01

врожайності та результати біологічної урожайності, яка була на 4,4% (0,4 т/га) нижчою ніж контроль. Однак слід зазначити, що органічна система значно менше вплинула на зниження показників якості. Варіювання зниження коливається у діапазоні від 0,8% до 0,1% в залежності від показника якості. Хімічна система захисту хоч і показала нижчі результати в основних показниках структури врожайності та якості, але внаслідок збільшення кількості вегетативних стебел дала більшу біологічну урожайність 10,1 т/га, що на 10% (1 т/га) більше ніж в контрольному варіанті.

За результатами аналізу даних з табл. 4 не можна виділити більший або менший вплив якоїсь однієї системи захисту. Вони по різному впливали на різні елементи структури врожайності.

Однозначно можна виділити, що хімічна система захисту стимулювала утворення більшої кількості вегетативних стебел на метр погонний на 35,1% ніж в інших варіантах (слід зазначити, що сорт не відреагував зміною кількості вегетативних стебел на органічну систему захисту, оскільки має ідентичні дані до контролю).

Органічна система вплинула на енергію проростання, коливання в 1% в різні роки вирощування.

Також слід зазначити що енергія проростання за використання органічної системи захисту була нижча на 1% ніж у інших варіантів, в свою чергу лабораторна схожість навпаки вища на 1%, дані показники не відрізнялися в контролі та хімічній системі захисту. Що до інших показників, сорт Еміл показав різну реакцію на системи захисту, але в загальному показники були вищі ніж на контролі (рис. 2).

Таблиця 4

Елементи структури врожайності сорту Еміл

Елементи структури врожайності	Варіанти			НІР 0,5
	Контроль	Органічна система захисту	Хімічна система захисту	
Довжина колосу, см	9,78	10,02	10,23	3,95
Маса колосу, г	2,82	3,06	3,01	1,82
Кількість насіння в колосі, шт	54	57	54	5,81
Маса насіння в колосі, г	2,32	2,51	2,51	1,84
М1000, г	41,34	44,24	41,58	9,77
Кількість вегетативних стебел на метр погонний, шт	72	72	111	5,7
Біологічна урожайність, т/га	5,3	6,5	8,3	8,27

Таблиця 5

Енергія проростання та лабораторна схожість пшениці озимої, сорту Еміл, % (середнє за 2021–2022 рр.)

Показники	Варіанти					
	Контроль		Органічна система захисту		Хімічна система захисту	
Роки	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Енергія проростання	98	98	98	97	98	98
Лабораторна схожість	98	98	99	99	98	98

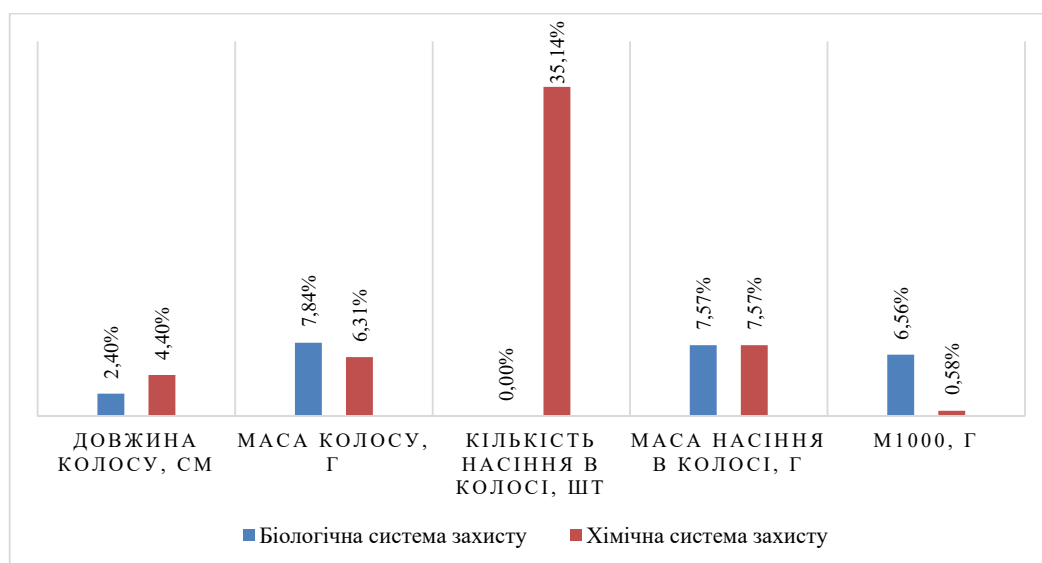


Рис. 2. Відсоток збільшення показників структури урожайності при використанні систем захисту для сорту Еміл у порівнянні з контролем

Аналізуючи рис. 2, можна зробити висновок, що сорт Еміл позитивно відреагував на застосування системи захисту, збільшивши показники структури врожайності у цілому в порівнянні з контрольним зразком. Але не можна однозначно визначити, яка система захисту краще вплинула, оскільки різні системи збільшували різні показники. Хімічна система захисту на даному сорті збільшила показники структури врожайності в порівнянні з контролем: довжину колоса – 4,4%, кількість насіння в колосі – 34,14%. Органічна система захисту збільшила такі показники: масу колосу – 7,84%, масу 1000 – 6,56%, незмінною залишилась кількість насіння в колосі. Однакові результати показали по масі насіння в колосі – 7,57%.

Маючи основні дані, визначили біологічну урожайність пшениці озимої на сорті Еміл за формулою 1: для контролю – 5,3 т/га, органічної системи захисту – 6,5 т/га, хімічної системи захисту – 8,3 т/га.

У табл. 6 показані відмінності в показниках якості озимої пшениці на сорті Еміл в залежності від обраної системи захисту. Волога в насінні у всіх зразках відмінна при нормі в 14% (ДСТУ 3768:2019 Пшениця. Технічні умови). Сорт Еміл позитивно відреагував на використання органічної системи захисту збільшивши показники якості: сира клейковина на 0,5%, сухий білок на 0,3%. Хімічна система у свою чергу збільшила кількість сухого білку на 0,3%, сира клейковина залишилась на тому ж рівні.

Отже, роблячи висновок з отриманих даних для Еміл 2022 року урожайності, можна однозначно сказати, що системи захисту позитивно вплинули на сорт, збільшивши показники структури врожайності, різні системи збільшували ті чи інші показники.

Також системи захисту позитивно вплинули на якість пшениці озимої, органічна система показала приріст у всіх досліджуваних показниках, водночас хімічна система мала незначний приріст при вимірюванні сухого білку – 0,3% та однакову сиру клейковину в порівнянні з контролем.

Біологічна урожайність також позитивно відреагувала на використання систем захисту: органічна система захисту збільшила урожайність в порівнянні з контролем на 11,4% (1,2 т/га), хімічна система захисту збільшила урожайність на 35,5% (на 3 т/га).

Обговорення. Основною метою дослідження було визначити вплив органічної та хімічної систем захисту на показники врожайності пшениці озимої, в умовах вирощування Північно-східного Лісостепу України. Це дослідження показало, що різні сорти реагують по-різному на застосування тих, чи інших систем захисту. Від адаптивності сорту залежить, як він реагує на систему

захисту, позитивно – збільшуючи показники або негативно – зменшуючи їх.

У своєму дослідженні науковці з центральної Норвегії, мають подібний результат при визначенні сортів для органічного вирощування пшениці. Їхні результати були такими: серед протестованих сортів на ринку Mirakel показав кращі результати, ніж Seniorita, яка є нижчою та може гірше конкурувати з бур'янами. Runag є цікавим сортом, який можна розглянути для повернення до практичного використання в органічному вирощуванні завдяки скоростиглості та хорошій продуктивності, принаймні в сезон із хорошими умовами для вирощування зернових (Løes et al., 2020).

Українські науковці, вивчаючи урожайність та якість сортів пшениці озимої за органічного виробництва, також визначили, що різні сорти по-різному реагують на використання біологічної системи захисту. В їхньому дослідженні з 9 сортів гарні результати за показниками структури врожайності показали сорти Столична, Поліська 90, Подолянка. Найкращий результат показав сорт Лукуллус – за якістю зерна (Hrabovska et al., 2016).

Науковці з Польщі, також отримали схожі з нашими результати. У висновках до свого дослідження вони зазначають, що окремі сорти пшениці по-різному реагують на агротехнології, які використовуються при вирощуванні, тому важливо підбирати систему виробництва індивідуально відповідно до вимог і продуктивності сорту. З чотирьох випробуваних сортів пшениці, Serenada виділялася з-поміж інших, яка хоч і характеризувалася відносно низькою врожайністю, але мала високий вміст ПК і РГ, незалежно від системи виробництва, за якої її вирощували (Katarzyna et al., 2023).

Порівнюючи наші результати з результатами які були отримані вище, можна зазначити, що в нашому дослідженні також сорти реагували по-різному на використання систем захисту. Еміл збільшував врожайність незалежно від використовуваної системи захисту, Аліот в свою чергу знижував врожайність.

У своєму дослідженні науковці Заєць С. О. та Рудік О. Л. показали, що хімічний захист проявив вагомий вплив на формування елементів структури врожайності, в порівнянні з біологічним та контрольним зразком. Достовірно встановлено, що використання хімічної системи захисту збільшує врожайність пшениці озимої в порівнянні з контролем (Zaiets & Rudik, 2020). У нашому дослідженні результати за показниками структури врожайності відрізнялись в залежності від сорту. Сорт Аліот показав нижчі показники за використання хімічної системи, Еміл навпаки збільшив показники. Спільне в нашому досліді, є те що хімічна система

Таблиця 6

Показники якості пшениці озимої, сорту Еміл, %

Показники якості	Еміл			НІР
	Варіанти			
	Хімічна система	Органічна система	Контроль	
Клейковина сира	19,8	20,3	19,8	3,09
Білок сухий	11,5	11,6	11,3	8,85
Волога	13,9	13,5	13,3	1,57

захисту позитивно вплинула на загальний врожай з гектара, збільшивши його, порівняно з контролем.

Висновки. З отриманих в досліді даних можна зробити висновок, що різні сорти по різному реагують на застосування тієї чи іншої системи захисту. На прикладі сорту Аліот, видно що сорт відреагував зниженням показників структури врожайності та якості пшениці, в свою чергу сорт Еміл позитивно вплинув на застосування систем захисту збільшивши показники.

Окремо можна виділити, що хімічна система захисту дає більший загальний врожай незалежно від сорту, оскільки внаслідок впливу на збільшення кількості вегетативних стебел, збільшує загальний врожай з гектара, що компенсує нижчі показники структури врожайності.

Отримані однорічні результати не дали однозначних результатів стосовно впливу системи захисту на врожайність та його якість, тому дослідження будуть продовжені.

Бібліографічні посилання:

1. Augspole, I., Linina, A., Rutenberga-Ava, A., Svarta, A. & Strazdina, V. (2019). Effect of organic and conventional production systems on the winter wheat grain quality. *Foodbalt 2019 13th Baltic Conference on Food Science and Technology "food. Nutrition. Well-being."* (с. 93-97). Jelgava: Latvia University of Life Sciences and Technologies Faculty of Food Technology. doi:10.22616/FoodBalt.2019.041
2. Borzykh, O. I., & Krut, M. V. (2020). Innovatsii z udoskonalennia khimichnoho zakhystu roslyn. [Innovations in the improvement of chemical protection of plants]. *Zbirnyk naukovykh prats ЛОНОС: Materialy konferentsii*, (ss. 53-56). Strasbourg, . doi:10.36074/30.10.2020.v1.17 (in Ukrainian).
3. Casagrande, M., David, C., Valantin-Morison, M., Makowski, D., & Jeuffroy, M.-H. (2009). Factors limiting the grain protein content of organic winter wheat in south-eastern France: a mixed-model approach. *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 565–574. doi:10.1051/agro/2009015
4. Ceseviciene, J., Slepeliene, A., Leistrumaitė, A., Ruzgas, V. & Slepetyš, J. (2012). Effects of organic and conventional production systems and cultivars on the technological properties of winter wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(14), 2811–2818. doi:10.1002/jsfa.5675
5. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini [State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine] (2023 p.). Ministerstvo ahrarynoi polityky ta prodovolstva Ukrainy. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reiestr-sortiv-roslyn> (in Ukrainian)
6. Dospikhov, B. A. (1985). *Metodyka polevoho opytav*. [Methodology of field interviews]. Moskva: «Kolos» 1979. (in Russian)
7. Eksport z Ukrainy zernovykh, zernobobovykh ta boroshna [Export of grain, legumes and flour from Ukraine]. (2021). Ministerstvo ahrarynoi polityky ta prodovolstva Ukrainy. URL: <https://minagro.gov.ua/investoram/monitoring-stanu-apk/eksport-z-ukrayini-zernovih-zernobobovih-ta-boroshna> (in Ukrainian)
8. Fernanda Jiménez-Reyes, M., Carrasco, H., Olea, A., & Silva-Moreno, E. (2019). Natural compounds: a sustainable alternative to the phytopathogens control. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 64(2), 4459–4465. doi: 10.4067/S0717-97072019000204459
9. Hrabovska, T. O., Hrabovskyi, M. B., & Melnyk, H. H. (2016). Urozhainist ta yakist sortiv pshenytsi ozymoi za orhanichnoho vyrobnytstva. [Yield and quality of winter wheat varieties under organic production]. *Bila tserkva, Ahrobiolohiia*, 2, 38–45 doi:10.33245/2310-9270 (in Ukrainian).
10. Inder Pal Sing, & Grover, D. (2011). Economic viability of organic farming: an empirical experience of wheat cultivation in punjab. *Agricultural economics research review*, 24(2), 275–281.
11. Ivashchenko, O. O. (2015). Maibutnie systemy zakhystu roslyn, ekolohichni aspekty. [The future of plant protection systems, ecological aspects]. *Kiev. Karantyn i zakhyst roslyn*, 9, 1–4. (in Ukrainian).
12. Ivashchenko, O. O., & Ivashchenko, O. O. (2016). Biolohizatsiia ahrarynoho vyrobnytstva. [Biologicalization of agricultural production]. *Bulletin of agricultural science*, 94(12), 58–62. doi:10.31073/agrovisnyk201612 (in Ukrainian)
13. Jaskulska, I., Jaskulski, D., Gałęzewski, L., Knapowski, T., Kozera, W., & Waclawowicz, R. (2019). Mineral composition and baking value of the winter wheat grain under varied environmental and agronomic conditions. *Journal of chemistry, Food biofortification*, 95-111. doi:10.1155/2018/5013825
14. Kalliopi, M., García-Cela, E., Sulyok, M., Medina, A., & Magan, N. (2019). Influence of Two Garlic-Derived Compounds, Propyl Propane Thiosulfonate (PTS) and Propyl Propane Thiosulfinate (PTSO), on Growth and Mycotoxin Production by Fusarium Species In Vitro and in Stored Cereals. *Toxins*, 11 (8), 459. doi:10.3390/toxins11090495
15. Katarzyna, M., Grażyna, C.-P., Beata, F.-S., Szablewski, T., & Studnicki, M. (2023). Yield and Grain Quality of Common Wheat (*Triticum aestivum* L.) Depending on the Different Farming Systems (Organic vs. Integrated vs. Conventional). *Plants*, 12 (5), 1022. doi:10.3390/plants12051022
16. Klipakova, J. O., Priss, O. P., Bilousova, Z. V., & Jeremenko, O. A. (2019). Productivity of winter wheat depending on presowing. *Bulletin of Agricultural Science*, 4, 16–23. doi:10.31073/agrovisnyk201904-03
17. Kuczuk, A. (2016.). Cumulative Energy- and Emerygy Aspects of Conventional and Organic Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivation. *Journal of Agricultural Science*, 8(4), 140–155. doi:10.5539/jas.v8n4p140
18. Le Champion, A., Oury, F.-X., Heumez, E., & Rolland, B. (2020). Conventional versus organic farming systems: dissecting comparisons to improve cereal organic breeding strategies. *Organic agriculture*, 10 (1), 63–74. doi:10.1007/s13165-019-00249-3
19. Løes, A.-K., Frøseth, R., Dieseth, J., Skaret, J., & Lindö, C. (2020). What should organic farmers grow: heritage or modern spring wheat cultivars? *Organic Agriculture* (10), 93–108. doi:10.1007/s13165-020-00301-7

20. Mäder, P., Hahn, D., Dubois, D., Gunst, L., Alföldi, T., Bergmann, H., Oehme, M., Amadò, R., Schneider, H., Graf, U., Velimirov, A., Fließbach, A. & Niggli, U. (2007). Wheat quality in organic and conventional farming: results of a 21 year field experiment. *Journal of the science of food and agriculture*, 87, 1826–1835. doi:10.1002/jsfa.2866
21. Moses, I., Maduagwu, U., & Osazuwa, E. (2016). Evaluation of the Antifungal Activity of Aqueous and Alcoholic Extracts of Six Spices. *American Journal of Plant Sciences*, 7, 118–125. doi:10.4236/ajps.2016.71013
22. Smihunova, O. V. (2021). State and prospects of development of organic production in Ukraine. *Ukrainian journal of applied economics*, 5(4), 98–105. doi:10.36887/2415-8453-2020-4-10
23. The world's top wheat exporters in 2021. (2021). U.S. Department of Agriculture. Access mode: <https://www.rferl.org/a/top-10-wheat-exporters-russia-ukraine/31871594.html>
24. Tsarenko, O. M., Zlobin, Yu. A., Skliar, V. H., Panchenko, S. M., Tsarenko, A. M., Zlobyn, Yu. A., Skliar, V. H., Panchenko, S. N. (2000). *Kompiuterni metody v silskomu hospodarstvi ta biolohii*. [Computer methods in agriculture and biology]. Sumy: Vydavnytstvo «Universytetska knyha». (in Ukrainian)
25. Turkington, T.K., Beres, B.L., Kutcher, H.R., Irvine, B., Johnson, E.N., O'Donovan, J.T., Harker, K.N., Holzapfel, C.B., Mohr, R., Peng, G. & Stevenson, F.C. (2016). Winter Wheat Yields Are Increased by Seed Treatment and Fall-Applied Fungicide. *Agronomy, Soils & Environmental Quality*, 108 (4), 1379–1389. doi:10.2134/agronj2015.0573
26. Perelik pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh dlia vykorystannia. [List of pesticides and agrochemicals approved for use]. (2023). Diia. URL: <https://data.gov.ua/dataset/389ddb5a-ac73-44bb-9252-f899e4a97588> (in Ukrainian)
27. Posivni ploshchi silskohospodarskykh kultur za yikh vydamy. Arkhiv. [Sown areas of agricultural crops by their types. Archive]. (2023). Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2019/sg/ppsgk/arh_ppsgk_u.html (in Ukrainian)
28. Rozhkova, T. O. (2020). Vplyv vodnykh ekstaktiv roslyn rodu Allium na mikofloru nasinnia ta rozvytok prorostkiv pshenytsi ozymoi. [The influence of achueus extracts of plants of the gnus Alum n the mycoflora of seeds and the development of winter vgeat seedlings]. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 3, 53–61 doi:10.31521/2313-092X/2020-3(107)-7 (in Ukrainian).
29. Rozhkova, T. O. (12 01 2022 p.). *Ukraina Patent №150216*.
30. Trybel, S. O., Siharova, D. D., Sekun, M. P., Ivashchenko, O. O., & and other. (2001). *Metodyky vyprovuvannia i zastosuvannia pestpийshv*. [Methods of testing and application of pesticides]. Kyiv: Svif. (in Ukrainian)
31. *Ukraina povnistiu zabezpechena prodovolchym zernom*. [Ukraine is fully supplied with food grains]. (22 10 2021 p.). URL: <https://minagro.gov.ua/news/ukrayina-povnistyu-zabezpechena-prodovolchim-zernom> (in Ukrainian).
32. Chuhrii, H. A. (2020). Otsinka efektyvnosti vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi za troma tekhnolohiiamy: intensyvnoiu, orhano-adaptivnoiu ta orhanichnoiu[Evaluation of the effectiveness of growing winter wheat using three technologies: intensive, organo-adaptive and organic.]. *Kherson. Taurida Scientific Herald* (112), 166–173 doi:10.32851/226-0099.2020.112.24 (in Ukrainian).
33. Zaiets, S. O., & Rudik, O. L. (2020). Efektyvnist elementiv biolohizatsii systemy zakhystu pshenytsi ozymoi, yachmeniu ozymoho ta soi v umovakh zroshennia pivdnia ukrainy. [Effectiveness of biologization elements of the protection system of winter wheat, winter barley and soybeans in the growing conditions of the south of Ukraine.]. *Izdevniecība "Baltija Publishing"*, Riga. doi: 10.30525/978-9934-588-73-0/1.11 (in Ukrainian)
34. Zaiets, C. O., Rudik, O. L., Onufrat, L. I., & Fundyrat, K. S. (2020). Efektyvnist elementiv systemy zakhystu pshenytsi ozymoi v zoni stepu ukrainy na zroshenni. [Effectiveness of the elements of the winter wheat protection system in the steppe zone of Ukraine under irrigation]. *Kherson: Taurida Scientific Herald*, 112, 62–68 doi: 10.32851/226-0099.2020.112.8 (in Ukrainian).

Spychak Yu. I., PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Butenko S. O., PhD (Agricultural Sciences), Assistant, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

The influence of the protection system on the yield structure and grain quality of winter wheat in the North-East of Ukraine

Winter wheat is one of the most important crops in Ukraine. It ranks first in terms of cultivated area, which is 6,907.5 thousand hectares, satisfying export and consumer needs. A constantly growing demand for wheat consumption requires constant improvement of production technologies. In order to form the yield of winter wheat, a significant role is assigned to the choice of the protection system. Without effective measures aimed at protecting the crop, it is impossible to get good results, so it is this stage that is given enough attention when planning cultivation technology.

Comparisons of conventional and organic defense systems are relevant and widespread in the scientific literature and cover several scientific fields. These comparisons are of interest to the scientific community, particularly when they deal with issues such as environmental impact, biodiversity, or health.

The study demonstrated the influence of the organic and chemical protection systems on the yield structure and quality characteristics of winter wheat grain. The research was conducted on the basis of NNVK SNAU in the city of Sumy, in the north-east forest-steppe zone of Ukraine, during 2021–2022. Two varieties were chosen for the experiment: Aliot and Emil, from the first generation. For the chemistry-based defense system, the following were used: Maxim XL 035 FS, Aviator Xpro 225 ES, Granstar Gold 75, Fas, Ammonium Nitrate; for the organic system: mulching, pre-sowing treatment, and ear treatment with a 20% aqueous solution of garlic; on the control, the same agrotechnical techniques were carried out, with the condition of using and processing only clean water.

The Aliot variety of the 2021–2022 crop year showed a decrease in results when using protection systems. The decrease in quality indicators on the organic system varied from 0.1% to 0.8% depending on the indicator, which is much less than

the chemical one. In turn, the biological yield of the chemical system was 10% (10.1 t/ha) higher compared to the control variant.

On the contrary, protection systems had a positive effect on the Emil variety of the 2021–2022 crop year. Different systems had different effects on development, increasing certain indicators. Protection systems significantly affected the biological yield, compared to the control, the organic protection system increased it by 11.4% (1.2 t/ha), and the chemical protection system increased it by 35.5% (3 t/ha).

It should be noted that the studied varieties responded to the chemical protection system by increasing the number of vegetative shoots, which in turn had a positive effect on the overall yield.

According to the results of the obtained data, based on a one-year study, it is impossible to state which protection system has a better effect on the studied indicators. Different varieties react differently to different protection systems, showing better or lower indicators. Thus, to obtain accurate conclusions, the experiment needs further repetition and study.

Key words: chemical protection, organic protection, M1000, number of vegetative stems, biological productivity.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МОРФОМЕТРИЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ СОРТІВ ГАРБУЗА**Троценко Володимир Іванович**

доктор сільськогосподарських наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-8101-0849
vtrotsenko@ukr.net

Жатова Галина Олексіївна

кандидат сільськогосподарських наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-8606-6750
gzhatova@ukr.net

Коваленко Ігор Миколайович

доктор біологічних наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-4957-2352
kovalenko_977@ukr.net

Писаренко Павло Вікторович

доктор сільськогосподарських наук, професор
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна
ORCID: 0000-0002-4915-265X
pavlo.pysarenko@pdaa.edu.ua

Скляр Юрій Леонідович

кандидат біологічних наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-5790-1331
sul_bio@ukr.net

Бондарєва Людмила Миколаївна

кандидат біологічних наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-4126-7601
milabond77@gmail.com

У сучасному світі не втрачає актуальності питання забезпечення населення продуктами харчування, у тому числі й овочами. Важливе місце у розв'язанні зазначеної проблеми посідає вирощування рослин родини *Cucurbitaceae*, зокрема гарбузів (рід *Cucurbita*). В Україні культура гарбузів сформована на основі трьох окремих видів, представлених приблизно рівною кількістю сортів. Менш представленою є група сортів, сформованих на основі міжвидових гібридів. Широка генетична основа сучасної культури та активне використання у селекції диких форм гарбузів потребують додаткових параметрів візуальної ідентифікації. У статті проаналізована можливість використання, як додаткового фактора ідентифікації сортів, низки морфопараметрів, а саме: п'ять меристичних, вісім метричних та чотири статичних алометричних. Аналіз проводили для 6 сортів гарбузів, поширених в умовах Лівобережного Лісостепу України, які належать до видів *Cucurbita maxima* Duch. (Атлантичний гігант, Стофунтовий, Титан, Український багатоплідний); *Cucurbita pepo* L. (Голонасінний) та *Cucurbita moschata* Duch. (Арабатський). Встановлено, що досліджувані сорти статистично достовірно відрізняються за величинами абсолютної більшості морфоознак (за винятком величин площі найменшого листка, а також співвідношення між кількістю бічних пагонів першого порядку та довжиною головного пагону). Найбільші значення довжини головного пагону зареєстровано у сорту Голонасінний, а найменші – у сорту Арабатський. Український багатоплідний вирізнявся формуванням найбільшої кількості бічних пагонів першого порядку, а Атлантичний гігант – найменшою. Найбільші значення морфопараметрів, що характеризують стан листової поверхні зареєстровано у сорті Український багатоплідний та Голонасінний, а найменші їх показники – у сорту Арабатський. Загалом досліджувані сорти проявили високий ступінь індивідуальності щодо величин показників, які характеризують асиміляційну поверхню. З'ясовано, що найбільшу кількість генеративних структур формують рослини сортів Український багатоплідний та Голонасінний, а найменшу – Арабатський. Досліджувані сорти також проявили високий ступінь індивідуальності щодо величин морфопоказників, які характеризують стан їхньої генеративної сфери. Наприкінці

вегетації найбільшими величинами маси плоду вирізнялись сорти Український багатоплідний та Атлантичний гігант. Наслідком відмінностей у величинах провідних морфопараметрів, зареєстрованих у шести досліджуваних сортів, стали й статистично достовірні відмінності у розмірі сформованого ними врожаю.

Ключові слова: родина *Cucurbitaceae*, рід *Cucurbita*, морфометричний аналіз, морфоструктура та габітус рослин, ідентифікація сортів, розвиток рослин, врожайність.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.14>

Вступ. У сучасному світі не втрачає актуальності питання забезпечення населення продуктами харчування, у тому числі й овочами (Sukhyi & Zaiachuk, 2012; Koshchii, 2013; Sydora, 2017; Korniienko & Rud, 2019). Важливе місце у розв'язанні зазначеної проблеми посідає вирощування рослин родини *Cucurbitaceae*, зокрема гарбузів (рід *Cucurbita*) (Paris, 2000; Lymar, 2006). Їхня продукція є цінною сировиною для харчової промисловості (Loy, 1982; Lymar, 2006; Ferriol & Pico, 2008; Bakhchevyye kultury..., 2011), для отримання препаратів, які використовуються з метою лікування хвороб шкіри, травної, видільної, серцево-судинної систем. Унаслідок значного вмісту пектину, вживання гарбузів сприяє виведенню з організму радіонуклідів, холестерину, важких металів (FAO ..., 2002, Lymar, 2006, Bakhchevyye kultury..., 2011). Гарбузове насіння містить антиоксиданти та протипухлинні хімічні речовини (Caili et al., 2006, Yadav et al., 2010). Гарбуз має здатність поглинати з ґрунту забруднюючі речовини (Otani et al., 2007).

В Україні культура гарбузів сформована на основі трьох окремих видів, представлених приблизно рівною кількістю сортів. Менш представленою є група сортів, сформованих на основі міжвидових гібридів. У наслідок суттєвого господарського значення, представники роду *Cucurbita* залишаються об'єктами ґрунтового наукового вивчення (Paris, 1989, 2000; Koltunov & Bulakh, 2012; Bobos, I. M., & Lavrentieva, 2013; Kolesnik, 2015, 2019; Koiko & Khareba, 2018). Значна увага вивченню властивостей гарбузів та різних аспектів їхнього використання приділяється й закордоном (Reiners & Riggs, 1999; Traka-Mavriona et al., 2000; Halit Yetisir & Nebahat Sari, 2003; Cohen et al., 2005; Janick, 2008; Savage et al., 2015; Alan et al., 2017; Yang et al., 2020; Xuejin Chena et al., 2021; Yang & He, 2022).

Важливою складовою досліджень, спрямованих на розкриття характеристик рослинних організмів, є морфометричний аналіз (Skliar, 2014; Sherstiuk, 2016; Skliar & Sherstuk, 2016; Bondariva et al., 2019; Zlobin et al., 2022). У прикладному аспекті методика проведення морфометричних досліджень також може бути використана для спрощення ідентифікації сортів або сортотипів сільськогосподарських культур, у тому числі й на основі візуальних ознак. Отримані дані, дозволяють й сформулювати пропозиції щодо оптимізації сортових технологій, проведення селекційних досліджень тощо (Agbagwa & Ndukwu, 2004, Khareba & Unuchko, 2019, Galaguria, 2022, Gart et al., 2019, Popovych et al., 2022). Тому проведення морфометричних досліджень посідає важливе місце й у системі вивчення властивостей представників роду *Cucurbita*. Відповідно, метою даної публікації було визначено: оцінити величини провідних морфоознак у низки сортів гарбуза, які культивуються в умовах Лівобереж-

ного Лісостепу України, та проаналізувати можливість використання результатів морфометричного аналізу як додаткового фактора ідентифікації сортів.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводились на території Сумського району Сумської області у ґрунтово-кліматичних умовах, що є типовими для Лівобережного Лісостепу України. Вивчення морфоознак було здійснено для шести сортів гарбуза, що належать до трьох видів:

– Гарбуз великоплідний (*Cucurbita maxima* Duch.): сорти Атлантичний гігант (**№ 1**), Титан (**№ 2**), Стофунтовий (**№ 3**), Український багатоплідний (**№ 4**);

– Гарбуз звичайний (*Cucurbita pepo* L.): сорт Голонасічний (**№ 5**);

– Гарбуз мускатний (*Cucurbita moschata* Duch.): сорт Арабатський (**№ 6**).

Сорти, охоплені вивченням, здебільшого мають вегетаційний період тривалістю 105–120 днів, протягом якого і здійснювалася оцінка стану рослин відповідно до загальноприйнятих підходів щодо проведення морфометричного аналізу (Zlobin et al., 2022). Розмір облікової ділянки становив 16 м², повторність – 3-разова, розміщення повторностей – рандомізоване. У рослин реєструвалися меристичні, метричні та алометричні показники (табл. 1). При роботі із плодами встановлювали загальну масу кожного із них, а також масу за винятком маси насіння із плацентою. Цей показник у статті вказано як «маса оплодня».

Вимірювання морфопараметрів рослин гарбузів здійснювалось чотири рази за вегетаційний сезон. При цьому ідентифікувався й їхній онтогенетичний стан на основі шкали ВВСН (Zlobyn & Prasol, 1993).

Дані, отримані у процесі польових досліджень, були опрацьовані методами математичної статистики із використанням точкового оцінювання та дисперсійного аналізу. Розрахунки за останнім були доповнені попарним порівнянням сортів між собою на основі спеціального тесту: Fisher LSD (Carenko et al., 2000).

Результати. У таблицях 2–4 представлені результати узагальнення даних, набуті у період досягнення гарбузами молодого генеративного стану, що за шкалою ВВСН відповідає фазі за № 61 (початок цвітіння). На цей час рослини мали сформовані вегетативні структури, у тому числі головний пагін із певним рівнем галушення. Досліджувані сорти статистично достовірно відрізнялися між собою за довжиною головного пагона та кількістю сформованих на ньому бічних пагонів першого порядку (табл. 2).

При цьому найбільші значення довжини головного пагона (203,6±21,16 см) зареєстровані у сорту Голонасічний, а найменші (85,3±9,12 см) у – Арабатський. Незначною була й довжина головного пагона й у сорту

Перелік морфопараметрів, які були оцінені у рослин гарбуза

Назва морфопараметра	Умове позначення та розрахункова формула	Розмірність
<i>Меристичні морфометричні параметри</i>		
Кількість листків	NL	шт.
Кількість листків на головному пагоні	NL main	шт.
Загальна кількість генеративних органів	Ngen	шт.
Кількість генеративних органів на головному пагоні	Ng_main	шт.
Кількість бічних пагонів першого порядку	B	шт.
<i>Метричні морфометричні параметри</i>		
Довжина головного пагона	L	см
Загальна площа листової поверхні	A	см ²
Площа найбільшого листка	<i>a max</i>	см ²
Площа середнього листка	<i>a med</i>	см ²
Площа найменшого листка	<i>a min</i>	см ²
Маса плоду	Wgen_1	кг
Маса оплодня у складі плоду	Wop_gen_1	кг
Маса насіння у складі плоду	Wse_gen_1	г
<i>Алометричні морфометричні параметри</i>		
Співвідношення між площею листової поверхні та довжиною головного пагона	AL = A/L	см ² /см
Співвідношення між кількістю бічних пагонів першого порядку та довжиною головного пагона	BL = B/L	шт./см
Співвідношення між довжиною головного пагона та загальною кількістю генеративних органів	LN _g = L/N _g	см/ шт.
Частка маси насіння у загальній масі плоду	Wse_qu=(Wse_gen_1/Wgen_1)*100	%

Таблиця 2

Величини морфометричних параметрів¹, які характеризують стан головного пагону та його розгалуженість

№ сорту ²	Морфопараметри та їхні одиниці вимірювання		
	L, см	B, шт.	BL, шт./см
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
1	120,0±14,17	0,6±0,27	0,004±0,0019
2	165,5±15,00	1,4±0,27	0,008±0,0013
3	167,8±14,39	1,5±0,37	0,008±0,0017
4	190,7±8,29	3,4±0,40	0,018±0,0016
5	203,6±21,16	1,6±0,31	0,008±0,0021
6	85,3±9,12	1,0±0,40	0,010±0,0045
Довірчий рівень, р ³	0,0000*	0,0009*	0,1607

Примітка: ¹ тут і у таблицях 3–5 та на рис. 1–6 умовні позначення морфопараметрів відповідають таблиці 1.

² тут і у таблицях 3–5 та на рис. 1–6 нумерація сортів відповідає наведеній у тексті підрозділу «Матеріали і методи досліджень».

³ тут і у таблицях 3–5 позначкою «*» відзначено відмінності, статистично достовірні на рівні 95% і вище.

Атлантичний гігант: 120,0±14,17 см. У підсумку Арабатський та Атлантичний гігант за цією ознакою статистично достовірно відрізнялися від усіх інших сортів (рис. 1).

Сорт Український багатоплідний вирізнявся формуванням найбільшої кількості бічних пагонів першого порядку (3,4±0,40 шт.), а Атлантичний гігант – найменшою (0,6±0,27 шт.). За цією ознакою ці сорти статистично достовірно відрізнялися від інших (рис. 2).

Разом усі шість досліджуваних сортів виявились подібними за кількістю бічних пагонів, що формуються на одиницю довжини головного пагону: показник BL варіював у межах 0,004–0,018 шт./см при р=0,1607. Одні із

найбільших значень цього морфопараметру зареєстровані у сортів Арабатський (0,010±0,0045 шт./см) та Український багатоплідний (0,018±0,0016 шт./см), а найменші – у Атлантичного гіганту (0,004±0,0019 шт./см).

Досліджувані сорти мали статистично достовірні відмінності й за величинами абсолютної більшості морфопараметрів, що характеризують стан листової поверхні (за винятком показників площі найменшого листка) (табл. 3, 4). Найбільші значення морфопараметрів цієї групи були характерними для сорту Український багатоплідний (показники NL, NL main, *a med*, AL) або Голонасинний (A, *a max*), а найменші значення (показники NL,

LSD test; variable L (sort_cucurb_un)							
Probabilities for Post Hoc Tests							
Error: Between MS = 2488,9, df = 61,000							
Cell No.	Sort	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		119,96	165,45	167,80	190,74	203,59	85,300
1	1		0,023424	0,022535	0,009057	0,000183	0,071605
2	2	0,023424		0,908986	0,339265	0,074072	0,000077
3	3	0,022535	0,908986		0,397250	0,105756	0,000099
4	4	0,009057	0,339265	0,397250		0,639843	0,000127
5	5	0,000183	0,074072	0,105756	0,639843		0,000000
6	6	0,071605	0,000077	0,000099	0,000127	0,000000	

Рис. 1. Результати тесту Fisher LSD для довжини головного пагону (L)

LSD test; variable B (sort_cucurb_un)							
Probabilities for Post Hoc Tests							
Error: Between MS = 1,2866, df = 61,000							
Cell No.	Sort	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		,61538	1,3846	1,5455	3,4000	1,6000	1,0000
1	1		0,088867	0,049790	0,000017	0,043303	0,374388
2	2	0,088867		0,730438	0,001282	0,653270	0,374388
3	3	0,049790	0,730438		0,003570	0,912723	0,230405
4	4	0,000017	0,001282	0,003570		0,005221	0,000125
5	5	0,043303	0,653270	0,912723	0,005221		0,199956
6	6	0,374388	0,374388	0,230405	0,000125	0,199956	

Рис. 2. Результати тесту Fisher LSD для кількості бічних пагонів першого порядку (B)

Таблиця 3

Величини провідних морфометричних параметрів, які характеризують асиміляційний апарат

№ сорту	Морфопараметри та їхні одиниці вимірювання			
	NL, шт.	NL main, шт.	A, см ²	AL, см ² /см
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
1	16,2±2,08	15,9±1,21	8896,7±1172,15	68,0±10,33
2	25,0±2,78	18,3±2,24	16723,7±2628,36	98,7±11,60
3	26,6±3,47	17,1±1,91	16059,8±2541,43	92,6±12,33
4	33,2±4,53	30,6±4,33	27111,8±4333,15	139,8±18,51
5	32,7±3,80	18,3±0,83	27318,1±4383,02	130,4±14,87
6	14,0±1,51	12,9±1,21	5536,9±806,68	60,4±6,03
Довірчий рівень, p	0,0000*	0,0002*	0,0000*	0,0001*

Таблиця 4

Величини морфометричних параметрів, які характеризують листкову поверхню

№ сорту	Морфопараметри та їхні одиниці вимірювання		
	a max, см ²	a med, см ²	a min, см ²
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
1	890,7±99,06	488,2±53,81	65,6±7,35
2	1186,4±95,06	644,5±45,92	67,0±6,42
3	1043,2±62,67	618,2±35,56	58,0±5,60
4	1366,0±21,73	989,9±84,11	62,4±9,70
5	1450,5±160,85	918,8±119,08	73,0±8,46
6	618,6±74,80	288,2±21,29	75,2±8,33
Довірчий рівень, p	0,0000*	0,0000*	0,6735

NL main, A, **a med**, **a max**, AL) – для сорту Арабатський. Сорт Атлантичний гігант також не вирізнявся високими значеннями морфопараметрів, що характеризують листову поверхню. Стосовно показника площі найменшого листка встановлено, що найбільші його показники ($139,8 \pm 18,51 \text{ cm}^2$) мають рослини сорту Арабатський, а найменші ($58,0 \pm 5,60 \text{ cm}^2$) – сорту Стофунтовий. Загалом досліджувані сорти проявили високий ступінь індивідуальності щодо величин показників, які характеризують

асиміляційний апарат (рис. 3–5). Зокрема, за значеннями загальної площі листової поверхні (A) подібними між собою виявились лише сорти Голонасінний та Український багатоплідний ($p=0,966089$), Титан та Стофунтовий ($p=0,855392$), Атлантичний гігант та Арабатський ($p=0,321108$), Атлантичний гігант та Стофунтовий ($p=0,053112$).

На початку цвітіння у рослин гарбуза різних сортів зареєстровано статистично достовірні відмінності у кіль-

LSD test; variable a_max (sort_cucurb_un)							
Probabilities for Post Hoc Tests							
Error: Between MS = 1090E2, df = 61,000							
Cell No.	Sort	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		890,65	1186,4	1043,2	1366,0	1450,5	618,60
1	1		0,025844	0,263853	0,008127	0,000156	0,033545
2	2	0,025844		0,293606	0,305377	0,061942	0,000027
3	3	0,263853	0,293606		0,074728	0,006399	0,001939
4	4	0,008127	0,305377	0,074728		0,641976	0,000047
5	5	0,000156	0,061942	0,006399	0,641976		0,000000
6	6	0,033545	0,000027	0,001939	0,000047	0,000000	

Рис. 3. Результати тесту Fisher LSD для площі найбільшого листка (a max)

LSD test; variable AL (sort_cucurb_un)							
Probabilities for Post Hoc Tests							
Error: Between MS = 1477,6, df = 61,000							
Cell No.	Sort	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		67,985	98,724	92,615	139,75	130,35	60,401
1	1		0,045811	0,122976	0,000754	0,000279	0,604499
2	2	0,045811		0,699418	0,046902	0,055080	0,010765
3	3	0,122976	0,699418		0,026522	0,028305	0,038864
4	4	0,000754	0,046902	0,026522		0,656585	0,000175
5	5	0,000279	0,055080	0,028305	0,656585		0,000036
6	6	0,604499	0,010765	0,038864	0,000175	0,000036	

Рис. 4. Результати тесту Fisher LSD для співвідношення між площею листової поверхні та довжиною головного пагону (AL)

LSD test; variable A (sort_cucurb_un)							
Probabilities for Post Hoc Tests							
Error: Between MS = 7857E4, df = 61,000							
Cell No.	Sort	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		8896,7	16723,	16059,	27111,	27318,	5536,9
1	1		0,027989	0,053112	0,000238	0,000006	0,321108
2	2	0,027989		0,855392	0,029653	0,006094	0,001475
3	3	0,053112	0,855392		0,024183	0,005078	0,004014
4	4	0,000238	0,029653	0,024183		0,966089	0,000015
5	5	0,000006	0,006094	0,005078	0,966089		0,000000
6	6	0,321108	0,001475	0,004014	0,000015	0,000000	

Рис. 5. Результати тесту Fisher LSD для загальної площі листової поверхні (A)

кості генеративних структур (бутонів, квіток), які у них формуються (табл. 4). Найбільше їх мають рослини сортів Український багатоплідний ($N_g=32,5\pm 3,88$ шт.) та Голонасінний ($N_g=30,2\pm 5,00$ шт.). Найменші показники щодо загальної кількості генеративних структур відповідають сорту Арабатський ($N_g=8,7\pm 0,75$ шт.). Окрім того, його рослини не вирізняються високою «щільністю» розташування генеративних структур на головному пагоні: одна квітка (бутон) формується на кожні $10,5\pm 1,00$ см. Тоді як у сортів Атлантичний гігант та Голонасінний одна генеративна структура формується на $6,1-6,5$ см пагону. Загалом досліджувані сорти проявили високий ступінь індивідуальності щодо величин показників, які характеризують генеративні структури у фазі початку квітання. Зокрема, на цей період за загальною кількістю сформованих генеративних структур найбільшою мірою від усіх інших сортів відрізнялися Арабатський та Голонасінний (рис. 6). Більшу подібність до досліджуваних сортів проявив Стофунтовий, який мав відмінності лише із Арабатським ($p=0,000090$) та Голонасінним ($p=0,032843$).

Наприкінці вегетації (фаза 91–92 за шкалою BBCH) сорти мали й статистично достовірні відмінності в ознаках плодів та насіння (табл. 5). Найбільшими величинами маси плоду вирізнялись сорти Український багатоплідний ($W_{gen_1}=6,8\pm 0,59$ кг) та Атлантичний гігант ($W_{gen_1}=6,1\pm 0,54$ кг). Атлантичний гігант та Титан – це сорти, у плодах яких формується насіння найбільшої

маси: $179,1\pm 24,7$ г та $177,2\pm 25,4$ г, відповідно. Показник частки ваги насіння у складі загальної маси плоду у п'яти сортів (за винятком Арабатського) варіює від 2,6 до 3,3%. Найменші значення абсолютних та відносних показників, що характеризують плоди та насіння зареєстровано у сорту Арабатський.

У підсумку, досліджувані сорти продемонстрували й відмінності у розмірі врожаю. У порядку збільшення величини цього показника вони сформували наступний ряд: Голонасінний (24,8 т/га) → Арабатський (25,6 т/га) → Український багатоплідний (35,7 т/га) → Титан (37,1 т/га) → Стофунтовий (38,5 т/га) → Атлантичний гігант (42,1 т/га).

Обговорення. Результати морфометричного аналізу, надані у табл. 2–6, засвідчують прояв у рослин гарбуза чітко виражених сортових особливостей щодо розміру та архітеконики. Здебільшого встановлені нами кількісні показники відповідають літературним даним, які наводяться для сортів, охоплених вивченням (Koltunov & Bulakh, 2012; Kolesnyk, 2015). Однак величини морфопараметрів, визначальних щодо розміру врожаю, зареєстровані у нашому дослідженні, не завжди досягають значень, максимально можливих для цих сортів. Це, зокрема, характерно для сортів Стофунтовий, Титан, Атлантичний гігант, для яких у літературних джерелах вказуються середні значення плодів, більші за 10 кг (Lebedeva, 1987; Paris, 1989; Savage et

Таблиця 4

Величини морфометричних параметрів, які характеризують генеративні структури

№ сорту	Морфопараметри та їхні одиниці вимірювання		
	Ngen, шт.	Ng_main, шт.	LNg, см/шт.
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
1	19,2±1,67	17,1±1,32	6,1±0,44
2	19,7±2,47	12,4±1,23	9,5±1,38
3	23,8±3,85	15,2±1,54	8,0±0,72
4	30,2±5,00	14,4±0,93	7,0±1,09
5	32,5±3,88	18,8±1,81	6,5±0,61
6	8,8±0,75	6,9±0,46	10,5±1,00
Довірчий рівень, p	0,0000*	0,0000*	0,0060*

LSD test; variable Ngen (sort_cucurb_un)							
Probabilities for Post Hoc Tests							
Error: Between MS = 82,799, df = 61,000							
Cell No.	Sort	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		19,154	19,692	23,818	30,200	32,500	8,6667
1	1		0,880577	0,215625	0,024474	0,000912	0,003468
2	2	0,880577		0,272729	0,032025	0,001406	0,002197
3	3	0,215625	0,272729		0,198379	0,032843	0,000090
4	4	0,024474	0,032025	0,198379		0,646094	0,000023
5	5	0,000912	0,001406	0,032843	0,646094		0,000000
6	6	0,003468	0,002197	0,000090	0,000023	0,000000	

Рис. 6. Результати тесту Fisher LSD для загальної кількості генеративних органів (Ngen)

Величини морфометричних параметрів, які характеризують плоди та насіння

№ сорту	Морфопараметри та їхні одиниці вимірювання			
	Wgen_1, кг	Wop_gen_1, кг	Wse_gen_1, г	Wse_qu, %
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
1	6,1±0,54	5,3±0,48	179,1±24,7	3,1±0,56
2	5,6±0,41	5,2±0,43	177,2±25,4	3,3±0,61
3	4,9±0,38	4,6±0,32	158,2±21,9	3,2±0,28
4	6,8±0,59	6,3±0,49	169,5±29,1	2,6±0,18
5	4,2±0,37	3,9±0,31	130,1±17,4	3,0±0,25
6	2,0±0,31	1,9±0,28	23,6±9,15	1,2±0,14
Довірчий рівень, p	0,0041*	0,0000*	0,0000*	0,0048*

al., 2015). Останній сорт є ще й рекордсменом у Книзі рекордів Гіннеса в номінації «Найбільш великоплідний гарбуз у світі».

Разом з тим набуття рослинами габітусу, притаманного відповідному сорту, відбувається на тлі прояву й такої властивості як ознакоспецифічність: різні морфопараметри відрізняються за ступенем достовірності зареєстрованих міжсортних відмінностей (це доводять показники довірчого рівня, репрезентовані у табл. 2–6). Кожен морфопараметр проявляє певні особливості у розподілі за сортами абсолютних величин, морфопараметри проявляють індивідуальність у ступені вираженості відмінностей при попарному порівнянні сортів між собою (що засвідчують результати тесту Fisher LSD, надані на рис. 1–6). Вважаємо, що набуття гарбузами сортних морфоознак при збереженні ознакоспецифічності вказує на потенційну здатність їхніх рослин реагувати на стан довкілля зміною розмірно-морфоструктурних характеристик та використовувати морфометричні зміни як частину комплексу заходів із адаптації до умов зростання.

У рослин формування морфоадаптацій зазвичай безпосередньо пов'язано із рівнем скорельованості розмірних показників між собою та із його динамікою на тлі змін довкілля (Skliar et al., 2016; Zlobin et al., 2022). У наших дослідженнях високий рівень кореляції між морфопараметрами зареєстрований у сорту Атлантичний гігант, а в Українського багатоплідного він був значно нижчим. Однак питання скорельованості морфопоказників, та загалом морфологічної цілісності рослин різних сортів, потребує окремого вивчення. У подальших наукових дослідженнях перспективним є і застосування для оцінки життєвості рослин в агрофітоценозах віталітетного аналізу.

Висновки. Проведені дослідження засвідчили, достатньо високий рівень інформативності методів морфометричного аналізу рослин для ідентифікації сортів гарбузів або інших сільськогосподарських культур, сформованих на основі кількох самостійних видів. У прикладному аспекті окремі елементи методики можуть бути використані як додатковий інструмент у програмах їх селекційного та технологічного покращення.

Бібліографічні посилання:

1. Agbagwa, I. O. & Ndukwu, B. C. (2004). The value of morpho-anatomical features in the systematics of *Cucurbita* L. (*Cucurbitaceae*) species in Nigeria. *Afr. J. Biotechnol.*, 3, 541–546.
2. Alan, O., Sen, F. & Duzyaman, E. (2017). The effectiveness of growth cycles on improving fruit quality for grafted watermelon combinations. *Food Sci. Technol.* 38. Suppl. 1. doi: 10.1590/1678-457x.20817
3. Bahchevyie kultury v lechbeno-profilakticheskom pitanii [Bakhchevy cultures in the treatment and prevention issue] (2011). Kherson: Ailant, 252 (in Russian).
4. Bobos, I.M. & Lavrentieva, N.O. (2013). Introduktsiia maloposhyrenykh ovochevykh kultur rodyny Harbuzovi [Introduction of rare vegetable crops of the Pumpkin family]. *Plant Varieties Studying and Protection*, 1 (18), 47–50. doi: 10.21498/2518-1017.1(18).2013.58751 (in Ukrainian).
5. Bondarieva, L.M., Kyrylchuk, K.S., Skliar, V.H., Tikhonova, O.M., Zhatova, H.O. & Bashtovyi, M.G. (2019). Population dynamics of the typical meadow species in the conditions of pasture digression in flooded meadows. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (1), 204–211.
6. Caili, F., Huan, S. & Quanhong, L. (2006). A review on pharmacological activities and utilization technologies of pumpkin. *Plant Foods Hum. Nutr.* 61, 73–80. doi: 10.1007/s11130-006-0016-6
7. Careno, O.M, Zlobin, Yu. A., Skliar, V.H. & Panchenko, S.M. (2000). *Kompiuterni metody v silskomu hospodarstvi ta biolohii* [Computer methods in agriculture and biology]. Univ. knyha, Sumy, 203 (in Ukrainian).
8. Cohen, R., Burger, Y., Horev, C., Porat, A. & Edelstein, M. (2005). Performance of Galia-type melons grafted on to *Cucurbita* rootstock in *Monosporascus cannonballus*-infested and non-infested soils. *Annals of Applied Biology*, 146, 381–387 doi: 10.1111/j.1744-7348.2005.040010.x
9. *FAO Production Yearbook* (2002), 55, 416.
10. Ferriol, M. & Pico, B. (2008). Pumpkin and winter squash. In: *Vegetables I* (edited by J. Prohens & F. Nuez). New York: Springer, 317–349.

11. Galaguria, A. (2022). Efektyvnist riznykh pidshchep dlia kavuna hibryda Yukon F1 v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The effectiveness of various rootstocks for watermelon hybrid Yukon F1 in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, (71), 33–39 doi: 10.32717/0131-0062-2022-71-33-39 (in Ukrainian).
12. Gart, O., Kuraksa, N., & Kondratenko, S. (2019). Biometrychni ta biokhimichni pokaznyky plodiv selektsiino-tsinnykh zrazkiv pertsiu solodkoho za umov statevoho ta zmishanoho apomiktychno-statevoho rozmnozhenia [Biometric and biochemical indicators of fruits of selection-valuable samples of sweet pepper under the conditions of sexual and mixed apomictic-sexual reproduction]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, (60), 44–51 (in Ukrainian).
13. Halit Yetisir & Nebahat Sari (2003). Effect of different rootstock on plant growth, yield and quality of watermelon. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43, 1269–1274. doi:10.1071/EA02095
14. Janick, J. (2008). Gigant pumpkins: genetic and cultural breakthroughs. *Chronica Horticulturae*, 48, 16–17.
15. Khareba, V., & Unuchko, A. (2019). Biometrychni pokaznyky rozsady bamii (*Hibiscus esculentus* L.) zalezno vid viku roslyn [Biometric indicators of okra seedlings (*Hibiscus esculentus* L.) depending on the age of the plants]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, (60), 255–260 (in Ukrainian).
16. Khareba, V., & Unuchko, A. (2019). Efektyvnist riznykh pidshchep dlia kavuna hibryda Yukon F1 v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The effectiveness of various rootstocks for watermelon hybrid Yukon F1 in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, (71), 33–39. doi: 0.32717/0131-0062-2022-71-33-39. (in Ukrainian).
17. Kolesnyk, I.I. (2015). Dzherela hospodarsko-tsinnykh oznak kulturnykh vydiv harbuza dlia riznykh napriamiv selektsii [Sources of economic and valuable characteristics of cultivated types of pumpkin for different areas of selection]. *Naukovi dopovidi NUBIP Ukrainy*. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_4_20 (in Ukrainian).
18. Kolesnik, I. (2019). Sposib selektsii harbuza na skorostyhlst [The method of selection of pumpkin for precocity]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, (60), 124–127 (in Ukrainian).
19. Koiko, V.V. & Khareba, O.V. (2018). Ekonomichna ta bioenerhetychna otsinka elementiv tekhnologii vyroshchuvannia harbuza velykoplodnoho v Lisostepu Ukrainy [Economic and bioenergetic assessment of the elements of the technology of growing large-fruited pumpkin in the forest-steppe of Ukraine]. *Naukovi dopovidi NUBIP Ukrainy. Seria «Ahronomiia»*, 3(73), 1–8. (in Ukrainian).
20. Koltunov, V. & Bulakh, M. (2012). Strukturni skladovi plodiv harbuza [Structural components of pumpkin fruits]. *Tovary i rynky*, 2, 122–129 (in Ukrainian).
21. Korniienko, S. & Rud, V. (2019). Osnovni polozhennia haluzevoi kompleksnoi prohramy «Ovochi Ukrainy – 2020» [The main provisions of the sectoral comprehensive program “Vegetables of Ukraine – 2020”]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, (61), 17–33 (in Ukrainian).
22. Koshchii, O.V. (2013). Problemy zabezpechennia naselennia Ukrainy prodovolstvom [Problems of providing the population of Ukraine with food]. *Sots.-ek.problemy suchas.periodu Ukrainy*, 6 (104), 4, 441–448 (in Ukrainian).
23. Lebedeva, A.T. (1987). Tykvennyye kultury [Pumpkin cultures]. *Rosselkhozizdat, M*, 80 (in Russian).
24. Loy, J. B. (1982). Autumn Pride winter Squash. *HortScience*, 17 (5), 832–833.
25. Lymar, O.A. (2006). Bashtannytstvo – perspektyvna haluz [Masonry – a promising industry]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 12, 43–47 (in Ukrainian).
26. Otani, T., Seike, N. & Sakata, Y. (2007). Differential uptake of dieldrin and endrin from soil by several plant families and Cucurbita genera. *Soil Sci. Plant Nutr*, 86–94. doi: 10.1111/j.1747-0765.2007.00102.x
27. Paris, H.S. (1989). Historical records, origins, and development of the edible cultivar groups of *Cucurbita pepo* (*Cucurbitaceae*). *Economic Botany*, 43, 4, 423–443.
28. Paris, H.S. (2000). History of the cultivar – groups of *Cucurbita pepo*. *Hortic. Revs.*, New York, 25, 71–170.
29. Peng-Ming Yang & Song-Tao He (2022). The effects of arbuscular mycorrhizal fungi and deficit irrigation on the yield and sugar content of watermelons (*Citrullus lanatus*), *Horticultural Science (Prague)*, 1–9. doi: 10.17221/108/2021-HORTSCI
30. Popovych, H., Sadovska, N. & Hamor, A. (2022). Perspektyvnist kultyvuvannia novykh harbuzovykh kultur u nyzynii zoni Zakarpattia za riznykh sposobiv vyroshchuvannia [Prospects of cultivation of new pumpkin crops in the lowland zone of Transcarpathia using different cultivation methods]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, (70), 53–65. doi: 10.32717/0131-0062-2021-70-53–65 (in Ukrainian).
31. Reiners, S. & Riggs, D.I. (1999). Plant population affects yield and fruit size of pumpkin, 34, 6, 1076–1078.
32. Savage, J.A., Haines, N.M. & Holbrook, J.A. (2015). The making of giant pumpkins: How selective breeding changed the phloem of *Cucurbita maxima* from source to sink. *Plant, cell & environment*, 38, 8, 1543–1554.
33. Sherstiuk, M. (2016). Morfometrychni oznaky *Oxycoccus palustris* Pers. u bolotnykh ta lisobolotnykh fitotsenozakh Ukrainy Polissia [Morphometric characteristics of *Oxycoccus palustris* Pers. in swamp and forest-swamp phytocenoses of the Ukrainian Polissia]. *Naukovi visnyk Skhidnoevropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Seria: Biolohichni nauky*. 7, 332, 78–83 (in Ukrainian).
34. Skliar, V.H. (2014). Pryrodne ponovlennia providnykh lisoutvoriuvalnykh vydiv Novhorod-Siverskoho Polissia: realizovani ekolohichni nishi ta yikhnia dynamika [Natural regrowth of the main forestforming species of Novgorod-Siversky Polissya: realized ecological niches and their dynamics]. *Ukr. bot. zhurn*. 71, 1, 8-16 (in Ukrainian).
35. Skliar, V., Sherstiuk, M. & Skliar, Iu. (2016). Algorithm of comprehensive assessment of individual's morphological integration of plants contrast biomorfs. *QUAERE 2016 (vol. VI): Interdisciplinary Scientific Conference for PhD students and assistance*, 393–403.
36. Skliar, V. & Sherstiuk, M. (2016). Size structure of phytopopulations and its quantitative evaluation. *Eureka: Life Sciences*. 1, 9–15. doi: 10.21303/2504-5695.2016.00047

37. Sukhyi, P.A. & Zaiachuk, M.D. (2012). Suchasnyi stan i perspektyvy rozvytku ovochivnytstva v Ukraini [The current state and prospects for the development of vegetable growing in Ukraine]. Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnoho universytetu im. V.I. Vernadskoho. Serii: Heohrafichni nauky, 25 (64), 3, 38–48 (in Ukrainian).
38. Sydora, V.V. (2017). Formuvannia ta rozvytok marketynhu na rynku ovochevoi produktsii [Formation and development of marketing in the market of vegetable products]. Ekonomika ta upravlinnia pidpriemstvamy, 4 (60), 111–118.
39. Traka-Mavrana, E., Koutsika-Sotiriou, M. & Pritsa, T. (2000). Response of squash (*Cucurbita* spp.) as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.). Scientia Horticulturae, 83, 353 – 362. doi:10.1016/S0304-4238(99)00088-6
40. Xuejin Chen, Songtao He, Lina Jiang, Xinzheng Li, Weili Guo, Bihua Chena, Junguo Zhoua & Viktoriia Skliar (2021). An efficient transient transformation system for gene function studies in pumpkin (*Cucurbita moschata* D.). Scientia Horticulturae, 1, 1–12. doi: 10.1016/j.scienta.2021.110028
41. Yadav, M., Jain, S., Tomar, R., Prasad, G.B. & Yadav, H. (2010). Medicinal and biological potential of pumpkin: an updated review. Nutr. Res. Rev. 23, 184–190. doi: 10.1017/S0954422410000107
42. Yang, P.M., He, S.T., Jiang, L.N., Chen, X.J., Li, Y.F. & Zhou, J.G. (2020). The effects of pumpkin rootstock on photosynthesis, fruit mass, and sucrose content of different ploidy watermelon (*Citrullus lanatus*). Photosynthetica. 58(5), 1130–1139. doi: 10.32615/ps.2020.068
43. Zlobyn, Yu.A. & Prasol, V.Y. (1993). Periodizatsiya ontogeneza kulturnykh i sornykh rastenyi [Periodization of the ontogenesis of cultivated and weed plants], 65 (in Russian).
44. Zlobin, Yu.A., Skliar, V.H. & Klymenko, H.O. (2022). Biolohiia ta ekolohiia fitopopuliacii [Biology and ecology of phytopopulations]. Univ. knyha, Sumy, 512 (in Ukrainian).

Trotsenko V. I., Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Zhatova H. O., PhD (Agricultural Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Kovalenko I. M., Doctor (Biological Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Pysarenko P. V., Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

Skliar Yu. L., PhD (Biological Sciences), Associates Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Bondarieva L. M., PhD (Biological Sciences), Associates Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Efficiency of using morphometric analysis for identification of pumpkin varieties

In the modern world, the issue of providing the population with food products, including vegetables, does not lose its relevance. Cultivation of plants of the Cucurbitaceae family, in particular pumpkins (*Cucurbita* genus), plays an important role in solving this problem. In Ukraine, the culture of pumpkins is formed on the basis of three separate species represented by an approximately equal number of varieties. A group of varieties formed on the basis of interspecific hybrids is less represented. The broad genetic basis of modern culture and the active use in breeding of wild forms of pumpkins require additional parameters of visual identification. The article analyzes the possibility of using a number of morphoparameters, namely: five meristic, eight metric, and four static allometric, as an additional factor for the identification of varieties. The analysis was carried out for 6 varieties of pumpkins common in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine, which belong to the species *Cucurbita maxima* Duch. (Atlantic Giant, Hundred Pound, Titan, Ukrainian Multifruit); *Cucurbita pepo* L. (Non-seeded) and *Cucurbita moschata* Duch. (Arabatskyi). It was established that the studied varieties differ statistically significantly in the values of the absolute majority of morphological characteristics (with the exception of the area of the smallest leaf, as well as the ratio between the number of side shoots of the first order and the length of the main shoot). The largest values of the length of the main shoot were registered in the Golonasinny variety, and the smallest - in the Arabatsky variety. Ukrainian multi-fruited was distinguished by the formation of the largest number of side shoots of the first order, and the Atlantic giant – the smallest. The highest values of morphoparameters characterizing the state of the leaf surface were recorded in the Ukrainian multi-fruited and Bare-seeded varieties, and the lowest values in the Arabatsky variety. In general, the investigated cultivars showed a high degree of individuality regarding the values of the indicators characterizing the assimilation surface. It was found that the largest number of generative structures is formed by plants of the Ukrainian multi-fruited and Bare-seeded varieties, and the least by Arabatsky. The studied varieties also showed a high degree of individuality regarding the values of morpho-indicators that characterize the state of their generative sphere. At the end of the growing season, the varieties Ukrainian multi-fruited and Atlantic Giant were distinguished by the largest values of fruit mass. As a result of the differences in the values of the leading morphoparameters registered in the six researched varieties, there were also statistically significant differences in the size of the crop formed by them.

Key words: family Cucurbitaceae, genus *Cucurbita*, morphometric analysis, morphostructure and habit of plants, identification of varieties, plant development, productivity

ЩЕПЛЕННЯ У СИСТЕМІ ЗАХОДІВ ІЗ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН РОДИНИ *CUCURBITACEAE*

Хе Сунтао

аспірант

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0003-1250-5754

805986863@qq.com

Незважаючи на давню історію виникнення, у сучасних умовах щеплення є технологією, яка не лише широко використовується, а й постійно вдосконалюється. Її застосування в системі заходів із вирощування рослин родини *Cucurbitaceae* є невід'ємною складовою розв'язання однієї із пріоритетних проблем людства: забезпечення населення продуктами харчування. Метою даної є огляд літературних джерел, присвячених питанню використанню цієї технології при культивуванні рослин родини *Cucurbitaceae*. При цьому у якості підщепи широко використовуються гарбузи. При оцінці ефективності застосування зазначеної технології, значну увагу приділяють вивченню показників врожайності, продуктивності рослин. Показано, що щепленням дійсно можна досягти раннього збору продукції, продовжити період росту та збільшити врожайність. На тлі щеплення часто відбувається й зміна якості отримуваних плодів (їхньої форми, товщини шкірки, рН соку, вмісту глюкози, амінокислот, мінеральних елементів тощо). Здебільшого відзначається, що зміни, які реєструються у плодів при використанні щеплення, не супроводжуються докорінним погіршенням якості отримуваної продукції. Разом з тим у літературних джерелах відзначається, що невіддале поєднання рослин, обраних для щеплення, може призвести до зниження як врожайності, так і якості продукції. Тобто вибір відповідної комбінації підщепи та прищепи є ключем для досягнення високої продуктивності багаторічних культур. Зареєстровані у щеплених рослин факти щодо показників врожайності, швидкості росту, ознак плодів тощо є закономірним результатом фізіологічних змін, які відбуваються при їхньому вирощуванні. На тлі щеплення, зокрема, у рослин проявлялися зміни у поглинанні води та мінеральних елементів, синтезі фітогормонів, мала місце активізація потоку речовин й енергетичного обміну та зростала холодостійкості рослин. Щеплення є й засобом впливу на екохарактеристики особин та моделювання рослин із ознаками, що відповідають запитам виробництва. Зокрема, застосування щеплення є ефективним при вирішенні питання щодо підвищення солестійкості представників родини *Cucurbitaceae*. Результати багатьох досліджень засвідчують, що щеплення, у тому числі й завдяки використанню високостійких або імунних підщеп, може значно поліпшити стійкість рослин до хвороб. У свою чергу, щеплені рослини у середовищі без хвороб проявляли вищі показники врожайності, середньої маси плодів, вмісту розчинної сухої речовини та виживання рослин.

Ключові слова: родина *Cucurbitaceae*, рід *Cucurbita*, багаторічні культури, щеплення, врожайність, якість продукції рослинництва, фізіолого-біохімічні зміни, стійкість до стресу, адаптація, розвиток рослин, технологія вирощування.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.15>

Вступ. У сучасному світі питання забезпечення населення продуктами харчування є одним із найактуальніших. За деякими даними щорічно на Землі від голоду та його наслідків помирає приблизно 40 млн. осіб. Зазначена проблема, яка ще й загострюється на тлі зменшення площі земельних угідь, придатних для обробітку, змушує шукати шляхи підвищення врожайності рослин та продуктивності різних галузей сільського господарства (Koshchii, 2013; Sydora, 2017; Syrovitskyi, 2019).

Складовою проблеми забезпечення населення продуктами харчування є і задоволення потреб людей у овочах, у тому числі й за рахунок продукції, яка отримується у процесі вирощування представників *Cucurbitaceae*. Данні про кількість родів та видів, які належать до цієї родини, суттєво різняться: кількість родів вказується у межах 90–130, а видів 600–1100. *Cucurbitaceae* переважно представлена поширеними у теплого клімату багаторічними й однорічними травами. Загальною ботанічною ознакою родини є ліаноподібна життєва форма. Плоди багатьох представників родини (динь, огірків, гарбузів, кавунів, кабачків, патисонів та низки інших) їстівні і дуже популярні у населення як продукт харчування (Lebedeva, 1987; Nepochatov, 1987; Lyumar, 2012). З ура-

хуванням зазначеного вище, цілком закономірним є те, що зараз значна увага приділяється вдосконаленню технологій, застосуванню іновачій при вирощуванні рослин родини *Cucurbitaceae* (Onipko & Taran, 2009; Lendel, 2012; Vdovenko & Palamarchuk, 2021; Goncharenko et al., 2019; Khareba, & Kokoyiko, 2019; Lyumar & Kholodnyak, 2021), та проведенню для них селекційної роботи (Sych et al., 2001; Kolesnyk, 2014; Linnik et al., 2021; Kondratenko & Lancaster, 2022; Serhiienko et al., 2022; Sergienko & Linnik, 2022, 2023). Останнім часом зростає й увага до інтродукції малопоширених рослин цієї родини (Bobos & Lavrentyeva, 2013; Hutsol, Zhuravel, 2018).

На тлі зростання потреби у продукції, отримуваної завдяки вирощуванню рослин родини *Cucurbitaceae*, збільшуються й перепони на шляху досягнення бажаних показників щодо кількісних та якісних показників врожайності. До їхнього числа, зокрема, належить поширення хвороб, що передаються через ґрунт при безперевному вирощуванні багаторічних культур. Це суттєво впливає на ефективність виробництва овочів. При цьому традиційні заходи профілактики та контролю часто не лише не раціонально витрачають людські та матеріальні ресурси, забруднюють довкілля, але й не дають задовільних результатів.

На тепер ефективним засобом підвищення кількісних та якісних показників отримуваної продукції родини *Cucurbitaceae* вважається застосування щеплення, яке є одним із видів штучного вегетативного розмноження рослин. Метою даної є огляд літературних джерел, присвячених питанню використанню щеплення при культивуванні рослин родини *Cucurbitaceae*.

Натепер щеплення активно використовується при вирощуванні динь, кавунів, огірків. Ця технологія розглядається як складова заходів зі зменшення дефіциту плодів кавунів і динь у несезонний період вирощування.

Щеплення це давнє вміння, задокументоване понад 3000 років тому. Ця технологія вперше була відзначена у письмових джерелах Китаю у 16 сторіччі. Порівняно з фруктовими деревами, для овочів дослідження та застосування щеплення почалися дещо пізніше.

Загалом у сільському господарстві щеплення набуло широкого застосування у другій половині XIX ст. Це відбувалось на тлі активних наукових досліджень за цим напрямком у всьому світі. Зокрема, в Японії та на Корейському півострові широкомасштабне застосування технології живцювання в овочівництві почалося в 1920-х роках (Lee et al., 1994), а баклажанів – у 1950-х роках, огірків і помідорів у 1960-х і 1970-х роках (Edelstein et al., 2004). В Україні одним із перших щепленням зацікавився І.М. Краєвий (1947–1978 рр.) (Kubrak, 2021). На тепер щеплення – це технологія, популярна як в Азії, так і Європі. Щороку в Південній Кореї прищеплюють 540 мільйонів садових рослин, а в Японії – 750 мільйонів (Lee et al., 1998). У Франції під рослинами на підщепі зайнято 2800 га. У Південній Кореї та Японії на різних підщепах вирощують приблизно 95% кавуна, більша частина огірків відкритого ґрунту і 30% – захищеного (Kubrak, 2021). Значна увага розвитку цієї технології приділяється і в Китаї (Yang et al., 2020).

При культивуванні рослин родини *Cucurbitaceae* у якості підщепи широко використовуються гарбузи (Zhou Baoli et al., 1997; Zheng Qun & Song Weihui, 2000; Edelstein et al., 2014). Гарбуз – баштанна культура роду *Cucurbita* L., який об'єднує 21 вид, із яких п'ять вирощують у культурі (*C. pepo* L., *C. maxima* Duch., *C. moschata* Duch., *C. mixta* Pang., *C. ficifolia* Bouche) (Georg, 1980; Loy, 1982; Paris, 2000; Lymar, 2006; Agbagwa & Ndukwu, 2006; Wolford Ron, 2008). Широке та різнопланове використання гарбузів визначається не лише їхньою високою продуктивністю (Kokoiko & Khareba, 2018), а біологічними (Koltunov & Bulakh, 2012, Kolesnyk, 2015), харчовими (Loy, 1982; Sokolov, 1996; Kolesnyk & Sych, 1996, FAO Production Yearbook, 2002; Ferriol, 2008) та лікувальними властивостями (Lyumar, 2006; Lyimar et al., 2011).

Вважається, що представники роду *Cucurbita* походять із американського континенту. Існує точка зору, що *C. moschata*, яку з-за високої адаптивності, швидкого росту сходів та легкого розмноження, вважають найкращою підщепою серед гарбузів, наприклад, до Китаю була завезена на початку або в середині 16 століття. Спочатку вона морем потрапла на узбережжя країни,

а потім вже поширювалася у її внутрішні регіони (Shu Yingchun, 1998; Paris, 2000; Lindepe, 2000).

При оцінці ефективності застосування технології щеплення, значну увагу приділяють вивченню показників врожайності, продуктивності рослин. Є дані, що рослини дині, щеплені на гарбуз, порівняно із нещепленими, на початкових етапах росту були більшими за розміром на 77,4%, і на 112,3% на пізніх (Xu Shengli et al., 2004). У щепленої дині реєструється й вища, на 34,3–47,3% врожайність (Wang Xinqing, 2002). При цьому показники врожайності суттєво залежать від поєднання видів (культivarів, гібридів), використаних у якості підщепи та прищепи (Xu Shengli et al., 2004; Han Zhiping et al., 2006). Дійсно щепленням можна досягти раннього збору продукції, продовжити період росту та збільшити врожайність, але невдале поєднання рослин, обраних для щеплення, може призвести і до зниження врожайності. Тобто вибір відповідної комбінації підщепи та прищепи є ключем для досягнення високої продуктивності баштанних культур (Traka-Mavrana, 2000; Halit Yetisir & Nebahat Sari, 2003; Alan et al., 2017; Rana Shahzad Noor et al., 2019).

Зміна якості баштанних овочів після щеплення – це ще одна важлива проблема, спільна для виробників і споживачів. Якщо якість баштанних овочів після щеплення погіршується, то підщепа не має споживчої цінності. Зокрема, у кавунів, щеплених на гарбузи, було зареєстроване зниження індексу форми плоду, товщини шкірки, рН соку, значень вмісту глюкози (Alan et al., 2017). Результати оцінки якості плодів щеплених та самокорінених огірків засвідчили, що щеплені огірки мали більшу масу плодів. В одному із досліджень, показано, що через вісім днів після запилення маса плодів щеплених рослин, порівняно із не щепленими, збільшилася на 36,1–38,4%, а довжина плодів на 23,7–30,2%. При цьому в самих огірках вміст аскорбінової кислоти, розчинного протеїну та вільних амінокислот поступово знижувався, а вміст розчинного цукру, концентрація К та Mg збільшувалися. Інші дослідники реєстрували, у плодах щеплених огірків менший вміст вітаміну С, тоді як вміст білку та води у щеплених і не щеплених рослин був майже однаковим (Chen Liping et al., 2004; Li Hongli et al., 2005). Здебільшого відзначається, що ті зміни, які реєструються у плодів при використанні щеплення не супроводжуються докорінним погіршенням якості отримуваної продукції (Traka-Mavrana, 2000; Zhong & Bie, 2007; Rana Shahzad Noor et al., 2019). Однак загалом в аспекті отримання у щеплених рослин плодів належної якості, не втрачає актуальності питання оптимального підбору комбінації підщепи та прищепи.

Зареєстровані у щеплених культур факти щодо показників врожайності, швидкості росту, ознак плодів тощо є закономірним результатом фізіологічних змін, які відбуваються при вирощуванні таких рослин. Цьому питанню науковці також приділяють значну увагу (Pina & Errea, 2005; Yetisir & Sari, 2004; Cao Jianhua et al., 2005). Зокрема, для щеплених рослин проводиться вивчення транспорту і розподілу іонів (Ruize et al., 1997), активності ферментів і гормонів (Liu et al., 2004; Zhang Yanpeng

et al., 2004; Zhang Hongmei et al., 2005; Zeng Yi'an et al., 2005), метаболізму азоту (Ruiz & Romero, 1999; Pulgar et al., 2000), продуктивності фотосинтезу (Liu Huiying et al., 2004; Yang Lifei Pulgar et al., 2005), функціонування механізму, що забезпечує резистентність (Park та ін., 2005; Cohen et al., 2005; Xu Shengli et al., 2004).

Доведено, що порівняно із кореневою системою прищепи, коренева система підщепи зазвичай більш розвинена і має більшу здатність поглинати воду та поживні речовини (Masuda et al., 1981). Відповідно, у щепленого огірка спостерігалась активізація потоку речовин та зміна концентрації нітрогену, фосфору, кальцію, магнію, амінокислот (Wang Yuyan et al., 1995). Є дані, що щеплення у баштанних культур сприяло підвищенню ефективності використання азоту (Colla et al., 2010). На тлі щеплення проявлялися зміни у синтезі фітогормонів, активізація енергетичного обміну та підвищення холодостійкості рослин (Yu Xianchang, 1997).

У щеплених сіянців кавуна зареєстроване зменшення вмісту NH_4^{+} і K^{+} . Разом з тим ці рослини вирізнялись вищими показниками поглинання сонячної енергії, CO_2 та інтенсивності фотосинтезу загалом (Yu Xianchang & Wang Lijiang, 1998). Встановлено, що щеплені рослини цукіні, порівняно із тими, що вкорінюються самостійно, за умов низькотемпературного стресу мають вищу продигову провідність і початкову активність карбоксилази та вищу інтенсивність фотосинтезу (Chen Guilin et al., 2000).

Більша стійкість щеплених рослин до захворювань, що не передаються через ґрунт, головним чином зумовлена більш розвиненою кореневою системою, потужним потенціалом росту та активним протіканням процесів, пов'язаних із формуванням урожаю (Wang Yuyan et al., 1995). При дослідженні фізіологічного впливу різних підщеп на щеплений огірок встановлено, що на тлі щеплення у рослин інтенсивність фотосинтезу зросла на 21,81%, а разом тим збільшилась і врожайність. Цьому сприяв й активний ріст та високий метаболізм кореневої системи, яка забезпечувала надходження великої кількості води, неорганічних солей, гормонів, що позитивно відбивалось на рості та морфогенезі пагонових структур. У свою чергу, бурхливий ріст пагону супроводжується активним збільшенням площі листків, підвищенням вмісту хлорофілу, активізацією фотосинтезу та синтезу органічних речовин.

Фахівці, які займаються щепленням (Yang Shijie & Lu Shanfa, 1995), вважають, що ця технологія – це не просто механічне поєднання частин різних рослин, а результативна взаємодія між ними для формування єдиного цілого. Речовини, які спочатку були відсутні у прищепі, могут бути транспортовані до неї від підщепи. У свою чергу прищепи також може змінювати склад підщепи і тим самим впливати на її морфологічні та фізіологічні ознаки. У підсумку формується новий рослинний організм, який за своїми ознаками відрізняється як від прищепи, так і від підщепи.

Отже, щеплення є й засобом впливу на екохарактеристики особин та моделювання рослин із ознаками, що відповідають запитам виробництва. Зокрема, застосу-

вання щеплення є ефективним при вирішенні питання щодо підвищення солестійкості представників родини *Cucurbitaceae*. Загалом ці рослини не є галофітами, однак, у наслідок їхньої популярності та культивування у різних регіонах, у тому числі й тих, що зазнають засолення або мають потенційну небезпеку поширення засолених ґрунтів, вивчення особливостей та закономірностей реагування рослин цієї родини на засолення є актуальною науковою проблемою.

Науковці приділяли значну увагу впливу сольового стресу на проростання насіння баштанних культур. Отримані результати свідчать, що обробка їхнього насіння низькими концентраціями солей (насамперед, NaCl) може навіть сприяти активізації проростання, а високі концентрації зазвичай проявляють інгібуючу дію (Lu Bin, 1982; Yang Xiuling et al., 2004; Wang Ran et al., 2005 a, b; Wang Guangyin et al., 2005). У ступені чутливості до негативного впливу підвищених концентрацій солей на стан рослин родини *Cucurbitaceae* має місце прояв як видових, так і сортових особливостей (Wang Guangyin et al., 2005 b; Wang Ran et al., 2006).

З'ясовано, що щеплення може підвищувати стійкість рослин родини *Cucurbitaceae* до впливу сольового стресу (Colla et al., 2010). Зокрема, на лужних ґрунтах відсоток зменшення маси пагонів був значно нижчим у рослин, щеплених на підщепи гарбуза, порівняно із нещепленими рослинами. На тлі високого рівня рН у листках нещеплених рослин було зареєстроване зниження концентрації макроелементів, особливо Р та Mg, а у рослин загалом – зменшення асиміляційних показників. При цьому щеплені рослини вирізнялись вищими значеннями вмісту Fe (в середньому $109,5 \mu\text{g g}^{-1}$ проти $86,7 \mu\text{g g}^{-1}$ у нещеплених).

Підвищена солестійкість щеплених рослин обумовлюється вищою стабільністю мембран кореневої системи підщепи (гарбуза), активізацією на тлі щеплення поглинання К, Са та Mg, та, як наслідок, – поліпшенням значень показника K/Na, збільшенням вмісту насичених жирних кислот у ліпідних компонентах мембрани (Shi Yuelin et al., 1996). У підщепи кавунів на тлі сольового стресу зареєстроване пошкодження плазматичної мембрани та збільшення її проникності. Однак при цьому значно поліпшувалась відносна електропровідність та підвищувалися ступінь перекисного окислення ліпідів мембрани. Значно зростала активність пероксидази і знижувалася активність супероксиддисмутази. Підвищувався вміст вільного проліну, що є важливою ознакою зростання солестійкості (Zhang Yunqi et al., 2003). Стійкість до засолення зростає й при використанні солестійких підщеп (Yunqi Zhang et al., 2004; Colla et al., 2010).

Результати багатьох досліджень засвідчують, що щеплення, у тому числі й завдяки використанню високостійких або імунних підщеп, може значно поліпшити стійкість рослин до хвороб (фузаріозу, пероноспорозу, сірої плісняви тощо) (Lu Wenjing, 2002; Yue Qing et al., 1999; Halit Yetişir et al., 2003; Zeng Yi'an et al., 2004). У підсумку це супроводжується збільшенням показників виживання рослин, їхньої врожайності, середньої маси

плодів та вмісту в них розчинної сухої речовини (Miguel et al., 2004; Crinò et al., 2007).

Висновки. Незважаючи на давню історію виникнення, в сучасних умовах щеплення є технологією, яка не лише широко використовується, а й постійно вдосконалюється. Її застосування у системі заходів із вирощування рослин родини *Cucurbitaceae* є невід'ємною складовою розв'язання однієї із пріоритетних проблем людства: забезпечення населення продуктами харчування. Насамперед це забезпечується тим, що використання щеплення надає можливість підвищувати стійкість рослин до несприятливих екоциклів (наприклад,

засолення ґрунтів, впливу низьких температур) та хвороб, й у підсумку – збільшити їхню врожайність та обсяги виробництва. Зростанню останнього показника сприяє й досягнення, завдяки впровадженню щеплення, безперервності культивування рослин родини *Cucurbitaceae*. Незважаючи на значні теоретичні та практичні напрацювання, дослідження питань, проблем, пов'язаних із технологією щеплення тривають. Наразі значна увага приділяється поглибленому з'ясуванню фізіолого-біохімічних аспектів взаємодії прищепи та підщепи, а також питанням досягнення їхнього оптимального (для конкретних наукових, виробничих завдань та умов) поєднання.

Бібліографічні посилання:

1. Agbagwa, I. O. & Ndukwu, B. C. (2004). The value of morpho-anatomical features in the systematics of *Cucurbita* L. (*Cucurbitaceae*) species in Nigeria. *Afr. J. Biotechnol.*, 3, 541–546.
2. Alan, O., Sen, F. & Duzyaman, E. (2017). The effectiveness of growth cycles on improving fruit quality for grafted watermelon combinations. *Food Sci. Technol.* 38. Suppl. 1. doi.org/10.1590/1678-457x.20817
3. Bobos, I. M. & Lavrentieva N. O. (2013). Introduktsiia maloposhiyrenykh ovochevykh kultur rodyny Harbuzovi [Introduction of lesserknown vegetable crops of Cucurbitaceae family]. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*, 1, 47–50 (in Ukrainian). doi: 10.21498/2518-1017.1(18).2013.58751
4. Cao, Jianhua, Lin, Weifu, & Chen, Junming (2005). A review of the affinity between rootstock and scion grafting. *Journal of Tropical Agriculture*, 25 (4), 64–69.
5. Chen, Guilin, le, Lanchun & Li, Jianwenet (2000). Effects of low temperature stress on photosynthetic characteristics of grafted zucchini seedlings. *Journal of Shanghai Agricultural Sciences*, 1, 42–45.
6. Chen Liping, Song Zengjun & Ma Xingzhuang (2004). Effect of grafting on quality of cucumber in solar greenhouse. *Journal of Northwest Agricultural Sciences*, 13(2), 170–171. doi: 10.17660/ActaHortic.2007.761.47
7. Cohen, R., Burger, Y., Horev, C., Porat, A. & Edelstein, M. (2005). Performance of Galia-type melons grafted on to *Cucurbita* rootstock in *Monosporascus cannonballus*-infested and non-infested soils. *Annals of Applied Biology*, 146, 381–387. doi: 10.1111/j.1744-7348.2005.040010.x
8. Colla, G., Roupael, Y., Cardarelli, M., Salerno, A. & Rea, E. (2010). The effectiveness of grafting to improve alkalinity tolerance in watermelon. *Environ. Exp. Bot.* 68, 283–291. doi:10.1016/j.envexpbot.2009.12.005
9. Colla, G., Roupael, Y., Leopardi, C. & Bie, Z. (2010). Role of grafting in vegetable crops grown under saline conditions. *Sci. Hort.*, 127, 147–155.
10. Colla, G., Suárez, C.M.C., Cardarelli, M., & Roupael, Y. (2010). Improving nitrogen use efficiency in melon by grafting. *HortScience*, 45, 559–565.
11. Crinò, P., Lo B., Roupael, Y., Colla, G., Saccardo, F. & Paratore, A. (2007). Evaluation of rootstock resistance to fusarium wilt and gummy stem blight and effect on yield and quality of a grafted 'Inodorus' melon. *Hort Sci.*, 42, 521–525. doi: 10.21273/HORTSCI.42.3.521
12. Edelstein, M. (2004). Grafting vegetable – crop plants: pros and cons. *Acta Horticulturae*, 659, 235–238. doi:10.17660/ActaHortic.2004.659.29
13. Edelstein, M., Tyutyunik, J., Fallik, E., Meir, A. & Tadmor, Y. (2014). Horticultural evaluation of exotic watermelon germplasm as potential rootstocks. *Sci Horti*, 165, 196–202. doi: 10.1016/j.scienta.2013.11.010
14. FAO Production Yearbook (2002). Rome, 55, 416.
15. Ferriol, M. & Pico, B. (2008). Pumpkin and winter squash. In: *Vegetables I* (edited by J. Prohens & F. Nuez). New York: Springer., 317–349.
16. Georg, R. (1980). Horticultura in Hungaru. *Sci. Hort.* 31, 23–27.
17. Halit Yetisir & Nebahat Sari (2003). Effect of different rootstock on plant growth, yield and quality of watermelon. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43, 1269–1274. doi:10.1071/EA02095
18. Halit Yetişir, Nebahat Sari & Seral Yücel (2003). Rootstock resistance to *Fusarium* wilt and effect on watermelon fruit yield and quality. *Phytoparasitica*, 31, 2, 163–169. doi:10.1007/BF02980786
19. Han Zhiping, Guo Shirong & Zhu Guorong (2006). Effects of rootstock on growth, yield and quality of grafted watermelon. *Chinese Vegetables*, 2, 22–24.
20. Honcharenko, V. Yu., Paramonova, T. V., Mohylina, O. M., Mykhailyn, V. I. & Mozghovskyi, O. F. (2019). Systema udobrennia ovochevykh i bashtannykh kultur [Fertilization system of vegetable and melon crops]. *Ahrar. Nauka, K.*, 152 (in Ukrainian).
21. Hutsol, N. M. & Zhuravel, N. M. (2018). Ekzotychni roslyny rodyny Cucurbitaceae, shcho kultyvuiutsia v Ukraini [Exotic plants of the Cucurbitaceae family cultivated in Ukraine]. *Materialy III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii «Suchasnyi rukh nauky» Mizhnarodnoho elektronnoho naukovo-praktychnoho zhurnalu «WayScience»*, 1-2 zhovtnia 2018 r. Dnipro, 2018, 155–159 (in Ukrainian).
22. Khareba, V. & Kokoyiko, V. (2019). Vykorystannia pryrodnykh rehulatoriv rostu roslyn (RRR) u tekhnolohiiakh vyroshchuvannia harbuza muskatnoho (*Cucurbita moschata* Duch. ex Poir.) [Using of natural plant growth regulators (PPP)

- in the technology of growing of muscat pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. ex Poir.]) *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, 61, 320–326 (in Ukrainian).
23. Kokoiko, V. V. & Khareba, O. V. (2018). Ekonomichna ta bioenerhetychna otsinka elementiv tekhnologii vyroshchuvannya harbuza velykoplidnoho v Lisostepu Ukrainy [Economic and bioenergetic assessment of the elements of the technology of growing large-fruited pumpkin in the Forest Steppe of Ukraine]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy. Seriya Ahronomiia*. 3 (73), 1–8 (in Ukrainian).
 24. Kolesnik, I. (2014). Sposib selektsii harbuza na skorostyhlis. [The method of breeding of pumpkins on earliness]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, 60, 124–127 (in Ukrainian).
 25. Kolesnyk, I. I. & Sych, Z. D. (1996). Bahatonasinnyy harbuz – perspektyvna oliina kultura dlia Ukrainy [Multi-seeded pumpkin is a promising oil crop for Ukraine]. *Materialy mizhnar. nauk. konf.*, 44–46 (in Ukrainian).
 26. Kolesnyk, I. I. (2015). Dzherela hospodarsko-tsinnnykh oznak kulturnykh vydiv harbuza dlia riznykh napriamiv selektsii [Sources of economic and valuable characteristics of cultivated types of pumpkin for different areas of selection]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy* (in Ukrainian). Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_4_20
 27. Kolesnyk, I.I. (2014). Henetychni resursy harbuza velykoplidnoho v selektsii na nasinnievu produktyvnist [Genetic resources of great fruitful pumpkin in breeding for seed production]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, 60, 128–136 (in Ukrainian).
 28. Koltunov, V. & Bulakh, M. (2012). Strukturni skladovi plodiv harbuza [Structural components of pumpkin fruits]. *Tovary i rynky*. 2012, 2, 122–129 (in Ukrainian).
 29. Kondratenko, S. & Lancaster, Y. (2022). Important correlation interdependences between the complex economic and valuable characteristics of F1 courgette hybrids in the aspect of their adaptive potential. *Vegetable and Melon Growing*, (71), 6–15 (in Ukrainian). doi: 10.32717/0131-0062-2022-71-6-15
 30. Koshchii, O.V. (2013). Problemy zabezpechennia naselennia Ukrainy prodovolstvom [Problems of providing the population of Ukraine with food]. *Soc.-ec.problems of the current period of Ukraine*, 6 (104) 4, 441–448 (in Ukrainian).
 31. Kubrak, S. M. (2021). Shchepлення ovochevykh kultur [Grafting of vegetable crops]. [Elektronnyi resurs]. – Access mode: https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/6887/1/Shchepлення_ovochevykh.pdf (in Ukrainian)
 32. Lebedeva, A. T. (1987). Tyikvennyie kulturyi [Pumpkin cultures]. M: Rosselhozizdat, 80 (in Russian).
 33. Lee, J. M. (1994). Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods, and benefits. *Hort. Science*, 235–239. doi: 10.21273/HORTSCI.29.4.235
 34. Lee, J. M., Bang H. J. & Ham, H.S (1998). Grafting of vegetables (Grafting and Raising of Seedlings, For Further Development of Horticulture in East Asia). *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 1998, 67, 1098–1104. doi.org/10.2503/jjshs.67.1098
 35. Lendel, V. F. (2014). Osoblyvosti rostu i rozvytku roslyn ta urozhainist harbuza muskatnoho zalezno vid viku rozsady za rozsadnoho sposobu vyroshchuvannya [Peculiarities of plant growth and development and the yield of butternut squash depending on the age of the seedling under the seedling growing method]. *Ahrobiolohiia*, № 1 (109), 81–84 (in Ukrainian).
 36. Li Hongli, Yu Xianchang & Wang Huasen (2005). Effects of grafting and grafting rootstock on fruit quality of cucumber. *Journal of Northwest Agricultural Sciences*, 14 (1), 129–132.
 37. Lindepei (2000). Origin and classification of the pumpkin plant. *Chinese Watermelon and Melon*, 2000 (1), 36–38.
 38. Linnik, Z., Chaiuk, O., Sergienko, O. & Onyshchenko, O. (2021). Vykhidnyi material kavuna dlia selektsii na kompleksnu stiikist do khvorob [The watermelon source material for selection for complex disease resistance]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, 69, 13–23 (in Ukrainian). doi: 10.32717/0131-0062-2021-69-13-23
 39. Liu Huiying, Zhu Zhujun & Qian Qiongqiu (2004). Effects of rootstock on sugar metabolism and related enzyme activities in small early maturing watermelon fruits. *Acta Horticulturae Sinica*, 31 (1), 47–52.
 40. Liu, H. Y., Zhu, Z. I., Qian, Q. Q. & Ge, Z. P. (2004). The effects of different rootstocks on the sugar metabolism and related enzyme activities in small and early-maturing watermelon during fruit development. *Acta Horticulturae*, (31), 47–52.
 41. Loy, J. B. (1982). Autumn Pride winter Squash. *Hort. Science*. 17 (5), 832–833.
 42. Lu Bin (1982). *Physiology of Vegetables and Melons*. Beijing, Agriculture Press, 376–379.
 43. Lu Wenjing. Study on technology of grafting disease resistance and increasing yield of Muskmelon with thin skin (2002). *Liaoning Agricultural Sciences*, 1, 16–20
 44. Lyimar, V. A., Grigorov, Yu. G. & Lyimar, A. O. (2011). Bahchevyie kulturyi v lechbeno-profilakticheskom pitanii [Bakhchevy cultures in the treatment and prevention issue]. Herson: Aylant, 252 (in Russian).
 45. Lyimar, A. & Kholodnyak, O. (2021). Efektyvnist vykorystannia stymuliatoriv rostu pry vyroshchuvanni kavuna stolovoho v umovakh pivdnia Ukrainy [Efficiency of the use of growth stimulators in the growing of watermelons in the conditions of the south of Ukraine]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, (69), 99–109. (in Ukrainian). doi: 10.32717/0131-0062-2021-69-99-109
 46. Lyimar, O. A. (2006). Bashtannytstvo – perspektyvna haluz [Masonry is a promising industry]. *Visnyk ahrranoi nauky*, 12, 43–47 (in Ukrainian).
 47. Lyimar, O. A. (2012). Bashtannytstvo Ukrainy [Bashtannitstvo of Ukraine]. Mykolaiv, MDAU:372 (in Ukrainian).
 48. Masuda, M., Nakamura, T. & Gomi, K. (1981). Studies on the characteristics of nutrient absorption of rootstocks in grafting fruit vegetable. *Bulletin Faculty of Agriculture*, 27, 179–186
 49. Miguel, A., Maroto, J.V. & Bautista, A. S. (2004). The grafting of triploid watermelon is an advantageous alternative to soil fumigation by methy bromide for control of Fusarium wit. *Scientia Horticulturae*, 103, 9–17. doi:10.1016/j.scienta.2004.04.007

50. Nepochatov, O. P. (1987). Bashtanni kultury [Bashtanni culture]. Urozhai, K., 176 (in Ukrainian).
51. Onipko, V.V. & Taran, I.O. (2009). Peculiarities of growth and development of promising varieties of the species *Cucumis melo* L. [Peculiarities of growth and development of promising varieties of *Cucumis melo* L.]. Problems of reproduction and protection of biodiversity of Ukraine in the light of the doctrine of the noosphere. Materials of the All-Ukrainian Student Scientific and Practical Conference. Astrava, Poltava, 119–121 (in Ukrainian).
52. Paris, H. S. (2000). History of the cultivar – groups of *Cucurbita pepo*. Hort. Revs., New York, 25, 71–170.
53. Park, C. Y., Lee J. H. & Yoo J. H. (2005). WRKY group IId transcription factors interact with calmodulin. FEBS Letters, 2005, 579 (6), 1545–1550. doi: 10.1016/j.febslet.2005.01.057.
54. Pina, A. & Errea, P. (2005). A review of new advances in mechanism of graft compatibility – incompatibility. Scientia Horticulturae, 2005, 106, 1–11. doi: 10.1016/j.scienta.2005.04.003
55. Pulgar, G., Vilora, G., Moreno, D. A. & Romero, L. (2000). Improving the mineral nutrition in grafted watermelon plants: nitrogen metabolism. Biologia Plantarum, 43, 607–609. doi: 10.1023/A:1002856117053
56. Rana Shahzad Noor, Zhi Wang, Muhammad Umair, Muhammad Yaseen, Muhammad Ameen, Shoaib-Ur Rehman, Muzammil Usman Khan, Muhammad Imran, Waqar Ahmed & Yong Sun (2019). Interactive Effects of Grafting Techniques and Scion-Rootstocks Combinations on Vegetative Growth, Yield and Quality of Cucumber (*Cucumis sativus* L.). Agronomy, 9(6), 288. doi: 10.3390/agronomy9060288
57. Ruiz J. M., Belakbir A., Lopez-Cantarero I., Romero L. (1997). Leaf – macronutrient content and yield in grafted melon plants. A model to evaluate the influence of rootstock genotype. Scientia Horticulturae, 71, 227–234. doi: 10.1016/S0304-4238(97)00106-4
58. Ruiz, J. M. & Romero, L. (1999). Nitrogen efficiency and metabolism in grafted melon plants. Scientia Horticulturae, 81, 113–123. doi: 10.1016/S0304-4238(98)00200-3
59. Sergienko, O. & Linnik, Z. (2023). Adaptivnyi potentsial kolektsii hibrydiv F1 kavuna za produktyvnyimi pokaznykamy [Adaptive potential of a collection of F1 watermelon hybrids by productive indicators and vegetative period]. Ovocivnytstvo i bashtannystvo, (72), 32–40. (in Ukrainian). doi: 10.32717/0131-0062-2022-72-32-40
60. Serhienko, O. & Linnik, Z. (2022). Riven zviyazku mizh oznakamy kolektsiinykh sortozrazkiv kavuna [Level of relationship between characteristics of watermelon collections]. Ovocivnytstvo i bashtannystvo, 71, 16–24. (in Ukrainian). doi: 10.32717/0131-0062-2022-71-16-24
61. Serhienko, O., Shabetia, O., Ivchenko, T., Harbovska, T., Solodovnyk, L. & Radchenko, L. (2022). Otsinka novykh partenokarpichnykh hibrydnykh kombinatsii F1 ohirka za tsinnymi selektsiynymi oznakamy ta yikh minlyvisti v umovakh zakhyshchenoho hruntu [Evaluation of new partenocarpic hybrid combinations F1 cucumber by valuable selection traits and their variability in conditions of protected]. Ovocivnytstvo i bashtannystvo, (71), 25–32 (in Ukrainian). doi: 10.32717/0131-0062-2022-71-25-32
62. Shi, Yuelin, Liu, Peiyong & Luo, Qingxi (1995). Effect of pumpkin anvil with black seed on salt resistance of cucumber. Journal of Southwest Agricultural University, 17, 3, 232–236.
63. Shu, Yingchun (1998). Brief history of cultivation of main melon vegetables. Agricultural History of China, 17 (3), 94–99.
64. Sokolov, D. Y. (1996). Tyikva – semennaya produktivnost, vyihod masla i ego zhironokislотноy sostav. [Pumpkin – seed productivity, oil yield and its fatty acid composition]. Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, 150–152 (in Russian).
65. Sych, Z. D., Kolesnyk, I. I. & Didenko, V. P. (2001). Kavun, dynia, harbuз. Suchasni metody selektsii ovochevykh i bashtannykh kultur [Watermelon, melon, pumpkin. Modern methods of selection of vegetable and melon crops]. Kh., 644 (in Ukrainian)
66. Sydora, V.V. (2017) Formuvannia ta rozvytok marketynhu na rynku ovochevoi produktsii [Formation and development of marketing in the vegetable market.]. Business Economics and Management, 4(60), 111–118 (in Ukrainian).
67. Syrovitskyi, K.H. & Kharchenko, S.O. (2019). Aktualnist vyroshchuvannia harbuза v Ukraini [The relevance of pumpkin cultivation in Ukraine]. Materialy MNPK «Innovatsiini rozrobky v aharnii sferi», KhNTUSH, NNI MSM, 12–13 hrudnia 2019 roku, 191 (in Ukrainian).
68. Traka-Mavrona, E., Koutsika-Sotiriou, M. & Pritsa, T. Response of squash (*Cucurbita* spp.) as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.). Scientia Horticulturae, 2000, 83, 353 – 362. doi:10.1016/S0304-4238(99)00088-6
69. Vdovenko, S. A. & Palamarchuk, I. I. (2021). Innovatsii v tekhnologii vyroshchuvannia ovochevykh roslyn rodyny Harbuзовi u vidkrytomu grunti [Innovations in the technology of growing vegetable plants of the pumpkin family in open ground]. Vinnytsia, 184 (in Ukrainian).
70. Wang Guangyin, Han Shidong & Zhao Yipeng (2005 a). Effects of NaCl stress and Ca²⁺ and GA3 on seed germination of three vegetable species of Pumpkin. Journal of Plant Resources and Environment, 14 (1), 26–30.
71. Wang Guangyin, Zhou Xiumei & Zhang Jianweiet (2005 b). Effects of NaCl stress on germination of cucumber seeds. Agricultural Research in the Arid Areas, 23, 1, 121–125.
72. Wang Ran, Cai Run & Pan Junsong (2005a). Effects of salt stress on germination characteristics of cucumber seeds, Journal of Shanghai Jiao Tong University (Agricultural Science Edition), 23, 2, 148–153.
73. Wang Ran, Chen Guilin & Liang Jinget (2005 b). Effects of salt stress on seed germination characteristics of black-seeded pumpkin and white-seeded pumpkin. Journal of Agricultural University of Hebei., 28, 5, 42–44.
74. Wang Ran, Chen Guilin & Song Wei (2006). Effects of NaCl stress on ion content in two kinds of pumpkin seedlings. Chinese Journal of Plant Physiology and Molecular Biology, 32, 1, 94–98.
75. Wang Xiqing (2002). Preliminary study on the effect of grafting melon on disease prevention and yield increase. Chinese Watermelon and Melon, 2, 22–23.

76. Wang Yuyan, Jia Weiguo & Shen Sile (1995). Study on physiological effects of different rootstocks on grafted cucumber. *Chinese Vegetables*, 2, 31–34
77. Wang Yuyan, Jia Weiguo & Shen Sileet (1995). Study on physiological effects of different rootstocks on grafted cucumber. *Chinese Vegetables*, 2, 31–34
78. Wolford Ron (2008). Pumpkins and More. Ron Wolford and Drusilla Banks. University of Illinois Extension., 12.
79. Xu Shengli, Chen Xiaoqing & Chen Qingyun (2004). Physiological characteristics and resistance to fusarium wilt in grafted watermelon plants. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 20 (2), 149–151.
80. Xu Shengli, Chen Xiaoqing & Chen Qingyun (2004). Physiological characteristics and resistance to fusarium wilt in grafted watermelon plants. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 20, 2, 149–151
81. Yang Lifei, Zhu Yuelin & Hu Chunmeiet (2005). Study on growth dynamics and leaf physiological and biochemical characteristics of grafted watermelon under NaCl stress. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 18 (4), 439–443.
82. Yang P.M., He S.T., Jiang L.N., Chen X.J., Li Y.F. & Zhou J.G. (2020). The effects of pumpkin rootstock on photosynthesis, fruit mass, and sucrose content of different ploidy watermelon (*Citrullus lanatus*). *Photosynthetica*. 58 (5), 1130–1139. doi: 10.32615/ps.2020.068
83. Yang Shijie & Lu Shanfa (1995). Study on the basic theory of plant grafting, *Biology Bulletin*, 30, 9, 10–12.
84. Yang Xiuling, Yu Jihua & Li Yajia (2004). Effects of NaCl stress on seed germination and seedling growth of cucumber. *Journal of Gansu Agricultural University*, 39, 1, 6–9.
85. Yetisir, H. & Sari, N. (2004). Effect of hypocotyl morphology on survival rate and growth of watermelon seedlings grafted on rootstocks with different emergence performance at various temperatures, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28, 231–237.
86. Yu Xianchang & Wang Lijiang (1998). Research and application of vegetable grafting. *Journal of Shandong Agricultural University*, 2, 249–256.
87. Yu Xianchang (1997). Cold resistance of grafted cucumber seedlings. Doctoral Dissertation of Nanjing Agricultural University, 13–24.
88. Yue Qing, Miao Yi & Fan Sanjiang (1999). Effect of different rootstocks on grafting effect of watermelon. *Journal of Shanxi Normal University (Natural Science Edition)*, 1, 53–55.
89. Yunqi Zhang, Shiqi Liu & Haibo Wang (2004). Effect of salt-tolerant rootstock grafting on salt-resistant characteristics of watermelon seedlings. *Journal of Shanghai Agricultural Sciences*, 20, 3, 62–64.
90. Yunqi Zhang, Shiqi Liu & Haibo Wang (2004). Effect of salt-tolerant rootstock grafting on growth, yield and quality of watermelon. *Shandong Agricultural Sciences*, 4, 30–31.
91. Zeng Yi'an, Zhu Yuelin & Huang Huixin (2004). Effects of pumpkin rootstock with black seed on fruit bearing, disease resistance and nutrient content of cucumber. *Journal of Plant Resources and Environment*, 13, 4, 15–19.
92. Zeng Yi'an, Zhu Yuelin & Huang Huixin (2005). Studies on photosynthetic characteristics, hormone content and soluble protein in grafted cucumber leaves. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 28 (1), 16–19.
93. Zhang Hongmei, Huang Danfeng & Ding Minget (2005). Changes of three enzyme activities during the healing process of watermelon grafts with different seedling age scions. *Biological Physiology Communication*, 41 (3), 302–304.
94. Zhang Yanpeng, Yu Xianchang & Zhang Zhenxian (2004). Photosynthetic characteristics and protective enzyme activities of grafted cucumber in solar greenhouse. *Chinese Journal of Horticulture*, 31 (1), 94–96.
95. Zhang Yunqi, Liu Shiqi & Yang Fengjuan (2003). Study on screening of salt-tolerant watermelon rootstock and its salt-tolerant mechanism. *Journal of Northwest Agricultural Sciences*, 12 (4), 105–108.
96. Zheng Qun & Song Weihui (2000). Research progress of vegetable grafting technology at home and abroad (Part 1). *Changjiang Vegetables*, 8, 1–4
97. Zhong, Y. Q. & Bie, Z. L. (2007). Effects of grafting on the growth and quality of cucumber fruits. *Acta Hort.* 761, 341–347. doi: 10.17660 /ActaHortic.2007.761.47
98. Zhou Baoli, Lin Guirong & Li Ningyi (1997). Vegetable grafting cultivation. Beijing: China Agriculture Press, 17–18, 44–45

He Songtao, PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Grafting of plants in the system of measures for growing of the Cucurbitaceae family

Despite its ancient history, in modern conditions grafting is a technology that is not only widely used, but also constantly improved. Its application in the system of activities for growing plants of the Cucurbitaceae family is an integral part of solving one of the priority problems of humanity: providing the population with food products. The purpose of this publication is a review of literary sources devoted to the issue of the use of this technology in the cultivation of plants of the Cucurbitaceae family. At the same time, pumpkins are widely used as rootstock. When evaluating the effectiveness of the application of the specified technology, considerable attention is paid to the study of yield indicators and plant productivity. It has been shown that grafting can really achieve early harvesting, extend the growth period and increase yield. At the background of grafting, there is often a change in the quality of the received fruits (their shape, skin thickness, juice pH, glucose, amino acid, mineral elements, etc.). For the most part, it is noted that the changes registered in fruits when using vaccination are not accompanied by a fundamental deterioration in the quality of the obtained products. At the same time, literary sources note that an unsuccessful combination of plants selected for grafting can lead to a decrease in both yield and product quality. That is, the selection of an appropriate combination of rootstock and scion is the key to achieving high productivity of melon crops. The facts recorded in grafted cultures regarding yield indicators, growth rate, fruit characteristics, etc. are a natural result of physiological changes that occur during the cultivation of such plants. As a result of grafting,

in particular, the plants showed changes in the absorption of water and mineral elements, synthesis of phytohormones, activation of the flow of substances and energy exchange, and increased cold resistance of plants. Grafting is also a means of influencing the eco-characteristics of individuals and modeling plants with traits that meet production requirements. In particular, the use of grafting is effective in solving the issue of increasing salt tolerance of members of the Cucurbitaceae family. The results of many studies prove that grafting, including through the use of highly resistant or immune rootstocks, can significantly improve the resistance of plants to diseases. In turn, grafted plants in a disease-free environment showed higher yields, average fruit weight, soluble dry matter content, and plant survival.

Key words: *family Cucurbitaceae, genus Cucurbita, melon crops, grafting, quality of crop production, physiological and biochemical changes, stress resistance, adaptation, plant development, cultivation technology.*

АВТОХТОННІ ДЕНДРОСОЗОФІТИ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ В СИСТЕМІ НАУКОВОГО ВИВЧЕННЯ

Шерстюк Марина Юріївна

кандидат біологічних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-4983-6453

maryna_skliar@ukr.net

У публікації висвітлено історичні аспекти вивчення автохтонних дендросозофітів Українського Полісся, репрезентованих 58 видами рослин, які належать до 17 родин і 34 родів та мають різні ранги охорони (регіональний, державний, міжнародний). Проведений літературний аналіз свідчить, що виокремлення цієї групи видів насамперед пов'язано із здійсненням у цьому регіоні базових флористичних, геоботанічних та фітосоцологічних досліджень. Такі роботи загалом досить чітко розподіляються за двома аспектами: по-перше, дослідженням фіторізноманіття у межах окремих територій та регіону в цілому; по-друге, з'ясуванням стану фіторізноманіття безпосередньо на територіях та об'єктах природно-заповідного фонду Українського Полісся. Показано, що ці наукові пошуки мають давню історію. Серед наукових праць, матеріали яких вже дозволяють робити ґрунтовне узагальнення про фіторізноманіття регіону загалом та, певною мірою, про автохтонні дендросозофіти, особливо місце посідають роботи (І. Гюльденштедта, В. Бессера, Й. Юндзіла, У. Ліндемана, П.С. Роговича, К.І. Шульгіна, В. Монтезоро та інших), датовані періодом з XVIII століття до початку XX. Новітня історія відзначена потужним внеском українських вчених у вивчення рослин, які натеper репрезентують групу автохтонних дендросозофітів (П.С. Погребняка, Д.К. Зерова, Є.М. Брадїс, Ю.Р. Шеляга-Сосонка, Т.Л. Андрієнко, П.М. Устименка, С.Ю. Поповича, О.О. Орлова, В.В. Коніщука та багатьох інших). У цей період активізації наукових досліджень із вивчення фіторізноманіття сприяло й створення та функціонування на теренах Українського Полісся низки природоохоронних установ, зокрема, природних заповідників (Поліського, Рівненського, Черемського, Древлянського) та національних природних парків (Шацького, Деснянсько-Старогутського, Мезинського, «Прип'ять-Стохід», Ківерцівського «Цуманська пуца»). Важливе значення мали й дослідження, пов'язані із формуванням мережі регіональних ландшафтних парків, а також територій та об'єктів природно-заповідного фонду інших категорій. Відзначено, що натеper автохтонні дендросозофіти недостатньо охоплені популяційним аналізом та системними дослідженнями у галузі ландшафтного фітоценодизайну, тому й надалі доцільно активно розвивати ценопопуляційний, фітоценодизайнологічний та дендросоцологічний напрями досліджень цієї групи рослин.

Ключові слова: біорізноманіття, раритетні види, природно-заповідний фонд, автохтонні дендросозофіти, Українське Полісся.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.16>

Вступ. На сучасному етапі розвитку цивілізації у світової спільноти природоохоронців немає важливішої проблеми, ніж проблема збереження біорізноманітності (Brooks et al., 2006; Reed et al., 2011; Laurance, 2007; Mittermeier et al., 2011; Habel et al., 2013; Sandbrook et al., 2013; Budzhak & Didukh, 2020). У комплексі заходів, спрямованих на збереження біорізноманіття важливе місце посідає охорона раритетних видів рослин та їх угруповань (Stoiko, 2004; Ustymenko et al., 2007; Kuzemko et al., 2020; Chusova et al., 2022; Fedoronchuk, 2022).

Раритетний компонент фіторізноманіття України, зокрема, представлений автохтонними дендросозофітами Полісся. До них відносять види місцевої флори, які мають офіційний статус різних рангів охорони – міжнародного, загальнодержавного та регіонального (Dendroszozolohichni..., 2011). Склад автохтонних дендросозофітів репрезентовано 58 видами рослин (два голонасінні), що належать до 17 родин та 34 родів. Родина *Rosaceae* представлена найбільшою кількістю родів (7) та видів (19). У спектрі біоморфотипів переважають чагарники (63,8%) і відповідно у групі фанерофітів (69,0%) – нанофанерофіти (75,0%). Представниками автохтонних дендросозофітів, зокрема, є: *Picea abies* (L.) Karst., *Juniperus communis* L., *Andromeda polifolia* L.,

Ledum palustre L., *Betula humilis* Schrank, *Cerasus fruticosa* (Pall.) Woron., *Carpinus betulus* L., *Genistella sagittalis* (L.) Gams, *Crataegus ukrainica* Pojark., *Betula obscura* A. Kotula incl., *Salix lapponum* L., *Salix starkeana* Willd., *Salix myrtilloides* L., *Daphne cneorum* L., *Oxycoccus microcarpus* Thurcz. ex Rupr., *Linnaea borealis* L., *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench. (Sherstiuik & Popovych, 2018).

Виокремлення видів рослин автохтонної дендросоцолофори Українського Полісся, насамперед, пов'язано з розвитком у цьому регіоні основних базових флористичних, геоботанічних та фітосоцологічних напрямів досліджень, які загалом досить чітко розподіляються за двома аспектами: 1) дослідженням фіторізноманіття у межах окремих територій та регіону в цілому; 2) з'ясуванням стану фіторізноманіття безпосередньо на територіях та об'єктах природно-заповідного фонду (ПЗФ) Українського Полісся.

Сучасне вивчення автохтонних дендросозофітів стає усебільш різноплановим та поглибленим, оскільки ці рослини є не лише важливими складовими біорізноманіття регіону, а й мають низку господарсько цінних ознак, зокрема, їм притаманні лікарські та декоративні властивості. Метою даної публікації є огляд основних наукових

здобутків за різними напрямками дослідження автохтонних дендросозофітів Українського Полісся та розкриття історичних аспектів вивчення цієї групи рослин.

У хронологічному аспекті значну цінність мають результати досліджень, датованих XVIII і початком XX століть, які отримані багатьма ботаніками та лісівниками, зокрема І. Гюльденштедтом (Hyldenshtedt, 1891, Güldenstädt, 1787), В. Бессером (Besser, 1822), Й. Юндзілом (Jundził, 1930), У. Ліндеманою (Lindemann, 1850), П.С. Роговичем (Rohovych, 1869), К.І. Шульгіним (Shulhyn, 1855), А. Андржейовським (Andrzejowski, 1869), В. Монтрезором (Montrezor, 1886, 1898), І.Ф. Шмальгаузеню (Shmalhauzen, 1886), Г.І. Танфільєвим (Tanfylev, 1895, 1899), Й.К. Пачоським (Pachoskyi, 1897, Peczowski, 1935), І.Й. Жилінським (Zhylynskyi, 1899), А.Г. Ракочі (Rakochy, 1900), Є.В. Оплоковим (Orpokov, 1905, 1917), І.І. Спригіним (Spryhyn, 1913, 1914 a, b), В. Дждлїнським (Jedlinski, 1928), В. Тимракевичем (Tymrakiewicz, 1935) та іншими.

Пізніше уточнення та доповнення даних про поширення та ознаки видів автохтонної дендрофлори Українського Полісся відбулося під час геоботанічних досліджень лісів цього регіону, здійснених переважно А. Соколовим (Sokolov, 1926), Д.В. Воробйовим (Vorobiov, 1928), Д.В. Воробйовим та П.С. Погребняком (Vorobiov & Pohrebniak, 1929), а згодом В.О. Поварніциним (Povarnytsin, 1959), С.О. Мулярчуком (Muliarchuk, 1965, 1966, 1970 a, b), Ю.Р. Шелягом-Сосонком (Sheliah-Sosonko, 1966, 1970, 1974) та іншими.

Значний обсяг інформації був накопичений під час вивчення боліт, проведеного В.П. Матюшенком (Matushenko, 1925), Є.М. Лавренком (Lavrenko, 1928), Ф.Я. Левіною (Levyna, 1937, 1939), Д.К. Зеровим (Zerov, 1938), А.Л. Барбаричем (Barbarych, 1953 a, b, 1955, 1961), Л.С. Балашовим (Balashov, 1962, 1970, 1974), Л.Ф. Кучерявою (Kucheriava, 1962), Г.Ф. Бачуриною (Bachuryna, 1960, 1964), Є.М. Брадіс із колегами (Bradis & Bachurina, 1969, Bradis & Andriienko, 1973 a, b), Т.Л. Андрієнко, А.І. Кузьмичовим, О.І. Прядко (Andriienko et al., 1971), М.І. Сорокою (Soroka, 2008), Є.О. Воробйовим (Vorobiov, 2012, 2014), В.В. Коніщуком (Konishchuk, 2003, 2004, 2006, 2010, 2014) та багатьма іншими.

Ґрунтовні дані про наявність та поширення дендроавтохтонів наводяться у наукових працях, присвячених певним групам рослин, або ж окремим класам, родинам чи видам. Зокрема, опису *Picea abies* (Barbarych, 1953 a; Muliarchuk, 1966; Tsuruk et al., 1979; Melnyk, 1993), іншим дикоростучим хвойним (Kondratiuk, 1960), характеристиці *Rhododendron luteum* Sweet. (Barbarych, 1953 b), новим та рідкісним видам берез (Zaverukha, 1964), фітоценотичній ролі *Carpinus betulus* (Sheliah-Sosonko, 1966), новим та рідкісним видам природної дендрофлори (Ivchenko, 1977), дрібним болотним вербам (Andryenko, 1980), характеристиці видів роду *Betula* L. (Zaverukha et al., 1986; Parkhomenko, 2011), дикорослим та культивованим деревам й кущам (Kokhno et al., 2001; Kokhno et al., 2001; Kokhno et al., 2002, Kokhno et al., 2005), бореальним (Andriienko, 2010) та раритетним видам загалом (Andriienko & Priadko, 1972; Melnyk et al., 2009; Lukash & Andryenko, 2011) тощо.

Важлива узагальнююча інформація про фіторізноманіття досліджуваного регіону загалом і зокрема про флору та фітоценотичні властивості автохтонних дендросозофітів представлена у монографіях «Лісові болота Українського Полісся (походження, динаміка, класифікація)» за авторством І.М. Григори, Є.О. Воробйова та В.А. Соломахи (Hryhora et al, 2005) й «Флора судинних рослин Східного Полісся: історія дослідження, конспект» за авторством О.В. Лукаша (Lukash, 2008).

Становлення та розвиток другого аспекту базових досліджень автохтонних дендросозофітів пов'язане з формуванням мережі територій та об'єктів ПЗФ досліджуваного регіону. У період другої половини XX– початку XXI століть значний внесок у вивчення автохтонної дендрофлори як на етапах створення, так і після оголошення природно-заповідних територій на Українському Поліссі, був зроблений Т.Л. Андрієнко з колегами (Andriienko, 1983, 2006; Andryenko et al., 1986; Andriienko et al., 2000; Andriienko et al., 2005; Andriienko et al., 2009; Popovych et al., 1985; Lukash & Andryenko, 2014). Окрім того, дані про флору та рослинність природоохоронних територій узагальнено у колективній монографії за редакцією Т.Л. Андрієнко надрукованій двома частинами (Fitoriznomanittia..., 2012 a, b).

Цілий спектр досліджень був розгорнутий у межах територій та відповідних установ ПЗФ. У досліджуваному регіоні найстарішим серед природоохоронних установ є Поліський природний заповідник (ПЗ), який існує з 1968 року. Огляд публікацій засвідчує про результати досліджень на цій території таких дендроавтохтонів: *Juniperus communis* (Bachuryna, 1964; Popovych, 1983; Bumar, 1991), *Salix lapponum* (Popovych & Pereimybidia, 1983; Balashev et al., 1987; Orlov, 2005; Tarhonskyi et al., 2005), *Salix myrtilloides* (Orlov, 1998; Bumar, 2014), *Dianthus pseudosquarrosus* (Novak.) Klok. (Balashev et al., 1987), *Oxycoccus microcarpus* (Orlov, 2005; Bumar, 2014), *Chamaedaphne calyculata* (Bumar, 1990, Andriienko, 2010), *Spiraea picoviensis* Besser (Orlov, 1998, 2005; Bumar, 2014), *Vaccinium uliginosum* L. (Hrymashevych, 1984) та інших. За результатами досліджень опубліковано чотири монографії. Детальна та сучасна інформація про фіторізноманіття Поліського ПЗ з представленням конспекту судинних рослин загалом та видів дендросозофлори у тому числі наведена у колективній праці «Фіторізноманіття Поліського природного заповідника: водорості, мохоподібні, судинні рослини» (Fitoriznomanittia..., 2013).

Важливим кроком щодо збереження біорізноманіття Українського Полісся було створення у 1983 році Шацького НПП. Перші публікації про район Шацьких озер, як проєктований державний природний парк, з'явилися в середині 70-х років (Herenchuk & Mukha, 1974, Herenchuk & Stoiko, 1976) та продовжилися на початку 80-х років минулого століття (Iashchenko, 1983). За час становлення та розвитку національного парку у ньому неодноразово відмічалися такі дендроавтохтони: *Juniperus communis* (Lukash & Andryenko, 2014; Melnyk et al., 2007; Sotnyk & Popovych, 2012), *Betula humilis* (Bradis & Andriienko, 1973 a; Fitoriznomanittia..., 2012 b;

Fitoriznomanittia..., 2013; Melnyk et al., 2007; Sotnyk & Popovych, 2012; Stoiko et al., 2004; Melnyk & Savchuk, 2007; Savchuk, 2007; Iashchenko et al., 2007; Konishchuk, 2010), *Salix lapponum* (Fitoriznomanittia..., 2012 b; Iashchenko, 2006; Honcharenko & Kalinovych, 2009), *Salix starkeana* (Kuzmishyna et al., 2009), *Oxycoccus palustris* Pers. (Tarhonskyi et al., 2005), *Oxycoccus microcarpus* (Fitoriznomanittia..., 2012 b; Tarhonskyi et al., 2005; Kuzmishyna et al., 2009), *Salix myrtilloides* (Fitoriznomanittia..., 2012 b), *Chamaecytisus ratisbonensis*, *Chimaphila umbellata* (Honcharenko & Kalinovych, 2009), *Arctostaphylos uva-ursi* (Fitoriznomanittia..., 2012 b; Melnyk & Savchuk, 2007; Pryodno-zapovidnyi..., 2009), *Hedera helix* L. (Ivchenko, 1977, Iashchenko, 1983, Sotnyk & Popovych, 2012, Konishchuk, 2010, Honcharenko & Kalinovych, 2009; Kuzmishyna et al., 2009), *Dianthus pseudosquarrosus* (Fitoriznomanittia..., 2012 b), *Rhododendron luteum* (Tarhonskyi et al., 2005).

Знаменним для природно-заповідної справи Українського Полісся виявився 1999 рік, в якому 23 березня був створений НПП «Деснянсько-Старогутський», а 3 квітня – Рівненський ПЗ.

Результати досліджень НПП «Деснянсько-Старогутський» свідчать про наявність у його межах таких видів автохтонної дендрофлори як *Juniperus communis*, *Andromeda polifolia*, *Vaccinium uliginosum*, *Salix lapponum*, *Salix myrsinifolia*, *Salix starkeana*, *Salix myrtilloides*, *Cerasus fruticosa*, *Dianthus pseudosquarrosus*, *Genista germanica* L., *Oxycoccus palustris* (Fitoriznomanittia ..., 2012 b; Panchenko, 1998, 1999, 2000, 2001, 2005, 2013).

У Рівненському ПЗ виявлено такі види автохтонної дендрофлори: *Betula humilis*, *Salix lapponum* (Konishchuk, 2010), *Salix starkeana* (Lukash & Andryenko, 2011), *Salix myrtilloides* (Perspektyvnaia..., 1987), *Crataegus Ukrainica* (Konishchuk, 2010), *Oxycoccus microcarpus* (Kataloh..., 2011), *Chamaecytisus ratisbonensis* (Konishchuk, 2010), *Arctostaphylos uva-ursi* (Zapovidnyku..., 1999), *Chamaedaphne calyculata* (Konishchuk, 2010; Lukash & Andryenko, 2011; Zaverukha et al, 1983).

У 2001 році було створено Черемський ПЗ. Літературні джерела наводять у його межах місцезростання *Betula humilis* (Konishchuk, 2003, 2004, 2006), *Salix lapponum* (Lukash & Andryenko, 2011), *Salix starkeana* (Konishchuk, 2004), *Salix myrtilloides* (Konishchuk, 2003), *Daphne cneorum* (Konishchuk, 2004), *Crataegus ukrainica* (Pryodno-zapovidnyi..., 2009), *Dianthus pseudosquarrosus* (Konishchuk, 2004), *Chimaphila umbellata* (Konishchuk, 2004) та *Arctostaphylos uva-ursi* (Konishchuk, 2003, 2006, 2010).

У 2006 році створено Мезинський НПП. Ця подія відбулась завдяки ґрунтовним ботанічним дослідженням, які тривали у цьому регіоні з 70-х років ХХ сторіччя (Andriienko et al., 1982; Ustyomenko, 1984, 1987) Для цього НПП літературні джерела вказують на наявність у його межах *Juniperus communis*, *Carpinus betulus*, *Alnus incana*, *Salix myrsinifolia*, *Crataegus ukrainica* (Fitoriznomanittia..., 2012 b; Ustyomenko, 1984).

НПП «Прип'ять-Стохід» почав функціонувати з 2007 року. У межах його території дендросозофлора

репрезентована *Betula humilis*, *Salix starkeana*, *Salix lapponum*, *Salix myrtilloides*, *Chamaecytisus ratisbonensis* та іншими видами (Fitoriznomanittia..., 2012 b).

У 2009 році був оголошений Древланський ПЗ. Для нього доведена наявність *Dianthus pseudosquarrosus*, *Arctostaphylos uva-ursi* та *Rhododendron luteum* (Malynovskyi et al., 2010).

У 2010 році оголосили про створення Ківерцівського НПП «Цуманська пуца». На його території ростуть такі раритетні види автохтонної дендрофлори: *Betula humilis* (Konishchuk, 2010; Bioriznomanittia..., 2004), *Salix myrtilloides*, *Daphne cneorum* (Bioriznomanittia..., 2004), *Genistella sagittalis* (L.) Gams (Melnyk et al., 2009; Bioriznomanittia..., 2004; Konishchuk, 2010), *Hedera helix* (Bioriznomanittia..., 2004).

У літературних джерелах (Konishchuk, 2016) незадовго до офіційного оголошення Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника вказується на зростання тут багатьох раритетних видів рослин, у тому числі й автохтонних дендросозофітів (*Crataegus ukrainica* Pojark., *Betula obscura*, *Salix lapponum*, *Salix myrtilloides*, *Salix starkeana*). Створення цього заповідника, як і багатьох інших територій ПЗФ, є результатом низки наукових, правових й організаційних подій, що в решті-решт розкривають перспективи для подальшого розвитку і розбудови всеєвропейської, загальнодержавної, регіональної та локальної екомереж (Popovych, 2016).

На початку ХХІ століття важливим результатом проведеного ботанічних та зоологічних досліджень стало створення на теренах Українського Полісся двох регіональних ландшафтних парків (РЛП): у 2000 році – Надслучанського та у 2002 році – Міжрічинського. Літературні дані засвідчують присутність у межах обох цих територій ПЗФ видів автохтонної дендрофлори. Наприклад, у Міжрічинському РЛП виявлені *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris*, *Salix myrsinifolia* та *Betula humilis* (Priadko, 2004) а в Надслучанському – *Salix myrtilloides* (Fitoriznomanittia..., 2006), *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt (Perspektyvnaia..., 1987; Andryenko & Sheliakh-Sosonko, 1983; Didukh et al., 1993), *Spiraea media*, *Arctostaphylos uva-ursi* (Fitoriznomanittia..., 2006).

Історія досліджень дендрофлори охопила й інші категорії ПЗФ. Зокрема, описані флористичні знахідки раритетних дендроавтохтонів для низки заказників, пам'яток природи, заповідних урочищ, ботанічних садів, дендропарків, парків-пам'яток садово-паркового мистецтва (Andryenko & Sheliakh-Sosonko, 1983; Lytvak & Komarov, 1992; Boreiko et al., 1997; Stoiko et al., 1997; Chornous & Andriienko, 2004; Andriienko et al., 2005; Orlov, 2005; Melnyk, 2000; Kharchyshyn et al., 2003; Chornous, 2005, 2006; Sobko et al., 2006; Melnyk & Savchuk, 2007; Lukash, 2008; Kotsun & Kotsun, 2009; Orlov & Kharchyshyn, 2011).

Серед наукових праць особливе місце посідають монографії Т.Л. Андрієнко та Ю.Р. Шеляга-Сосонка «Растительный мир Украинского Полесья в аспекте его охраны» (Andryenko & Sheliakh-Sosonko, 1983), Т.Л. Андрієнко з учнями «Фіторизноманіття Українського Полісся та його охорона». Цінність цих видань полягає у тому, що

у них уособлюється логічне поєднання всіх вище зазначених аспектів і напрямів досліджень. Зокрема, надається ґрунтова інформація як про характерні ознаки фіторізноманіття Українського Полісся загалом (у тому числі з відображенням поширення та фітоценотичної приуроченості видів автохтонної дендрофлори), так і про фіторізноманіття низки провідних територій та об'єктів ПЗФ досліджуваного регіону. До числа таких узагальнюючих робіт належить і книга «Рідкісні і зникаючі рослини Українського Полісся», яка підготовлена колективом авторів (Kharchyshyn, 2003). Визначною подією в історії досліджень раритетних видів рослин рівнинних лісів України, в тому числі й дендроавтохтонів поліської частини, стала монографія В.І. Мельника (Melnyk, 2000).

Таким чином, багаторічні ботанічні пошуки, що здійснювалися у різних частинах Українського Полісся, дозволили визначити характерні ознаки його флори загалом та дендрофлори зокрема, з'ясувати закономірності поширення тих чи інших видів деревних рослин, їхню фітоценотичну приуроченість та оцінити ступінь раритетності. Ці результати сформували вагомую основу щодо визначення видів рослин, котрі підлягають охороні на міжнародному, державному та регіональному рівнях.

На сучасному етапі розвитку дендрозології основою для розв'язання низки важливих природоохоронних проблем часто виступають результати популяційних досліджень (Zlobyn et al., 2013; Zlobyn et al., 2022). Невипадково, популяційний напрям досліджень є таким, що зараз досить активно розвивається у різних країнах.

Як показав аналіз літературних джерел, серед автохтонних дендрозоофітів до числа видів, для яких в різних регіонах Землі здійснюються різнопланові популяційні дослідження, належить *Juniperus communis* (Garcsa et al., 1999; Ortiz, 2022). Останнім часом збільшується кількість наукових праць, присвячених дослідженню генетичної структури популяцій (Wright, 1978). З числа автохтонних дендрозоофітів досить об'єктом таких досліджень виступає й *Picea abies* (Lagercrantz, Ryman, 1990; Starck, 1995).

До числа видів, охоплених популяційними дослідженнями, належить *Chimaphila umbellata* (Panchenko, 2000; Sherstiuk, 2017), *Oxycoccus palustris* (Sherstiuk, 2016). Є дані про стан популяцій *Linnaea borealis* (Tsaryk et al., 1995; Burlaka, 2016), *Andromeda polifolia* (Flower-Ellis, 1975), *Ledum palustre* (Hlushchenko, 2014; Sherstiuk, 2017; Skliar & Sherstiuk, 2016; Skliar, 2016), характеристики популяцій *Salix lapponum*, *Salix myrtilloides* та *Oxycoccus microcarpus* у Поліському ПЗ (Bumar, 2014). У Червоній книзі України видання 2009 року також представлено стислу інформацію про провідні ознаки популяцій *Betula humilis*, *Betula obskura*, *Salix lapponum*, *Salix starkeana*, *Salix myrtilloides*, *Daphne cneorum*, *Oxycoccus microcarpus*, *Linnaea borealis*, *Genistella sagitalis*, *Chamaecytisus podolicus* та *Chamaedaphne calyculata* (Chervona knyha..., 2009).

Біорізноманіття є важливим джерелом задоволення багатьох потреб людини (Nebel, 1993, Zberezhenia..., 2003). Зокрема, нині важливою та невід'ємною складовою частиною підвищення комфортності та екостійкості

довкілля населених пунктів стало озеленення територій, фітоценодизайн, створення садово-паркових об'єктів на науковій основі (Linehan et al., 1995; Collinge, 1996; Naaren, 2002; Iverson & Opdam, 2008; Kucheriavyi, 2008). Для цього часто використовують рослини природної флори (Ingels, 2009). Ці та інші наукові праці засвідчують про активний розвиток фітодизайнологічного напрямку досліджень.

Формування стійких та естетично привабливих фітоценокомпозицій потребує врахування цілого комплексу ознак: ступеня декоративності видів, їхні біолого-екологічні характеристики, функціональне призначення створюваного об'єкту, санітарно-гігієнічні вимоги тощо (Pushkar et al., 1998). Окрім того, з наукової точки зору безпосередньо під час включення видів рослин до фітоценокомпозицій необхідно спиратися на певні принципи. З числа останніх у ландшафтному фітоценодизайні найчастіше реалізуються фізіономічний, фітоценотичний, систематичний та екологічний (Kuznetsov et al., 1994; Kuznetsov et al., 2010; Kuznetsov et al., 2013).

Усі зазначені принципи вже неодноразово успішно апробовані для створення різноманітних фітоценокомпозицій, у тому числі для фітоценодизайну з використанням дендрозозоекзотів (Porovych et al., 2010; Porovych et al., 2013; Porovych et al., 2017). Окрім того, розвиток ландшафтного фітоценодизайну на фітосозологічних засадах має супроводжуватися розробкою нових принципів, наприклад, раритетного, який передбачає створення композицій за участю рослин із високою фітосозологічною значущістю (Porovych et al., 2017). Так був започаткований созофітодизайнологічний піднапрямок досліджень. Його розвиток ґрунтується на науковому підході до добору груп рослин різного географічного походження, у тому числі й автохтонних дендрозоофітів Українського Полісся.

На основі огляду вище зазначених напрямів досліджень С.Ю. Попович із своїми колегами та учнями близько 15 років тому започаткували інтегральний дендрозологічний напрям досліджень, об'єктами якого є всі групи раритетних видів деревних рослин (автохтонні, інтродуковані, екзотичні захищеного і незахищеного ґрунту) та дендроценози. Нині стан розвитку цього напрямку базується на значному науковому доробку, передусім це монографічні (Porovych et al., 2012; Sotnyk & Porovych, 2012; Diachenko & Porovych, 2015; Vlasenko et al., 2016; Porovych et al., 2016; Sherstiuk & Porovych, 2018) та навчальні видання (Porovych & Korinko, 2006; Porovych et al., 2009; Porovych et al., 2009), у яких представлені результати первинної інвентаризації та флористичного аналізу заповідного раритетного дендрорізноманіття Лісостепу, Степу України, а також Українського Полісся.

Висновки. Проведений літературний аналіз свідчить, що виокремлення групи видів автохтонних дендрозоофітів Українського Полісся насамперед безпосередньо пов'язано із проведенням флорологічних, геоботанічних та фітосозологічних досліджень, що реалізовувалось як у регіоні загалом, так і на територіях природно-заповідного фонду, розташованих у його межах. Ці

наукові пошуки мають давню історію. Серед наукових праць, матеріали яких вже дозволяють робити ґрунтовне узагальнення про фіторізноманіття регіону загалом та, певною мірою, про автохтонні дендросозофіти, особливе місце посідають роботи, датовані періодом з XVIII століття до початку XX. Новітня історія відзначена потужним внеском українських вчених у вивчення рослин, які репрезентують групу автохтонних дендросозофітів. У цей період активізації таких наукових досліджень

сприяло й створення та функціонування на теренах Українського Полісся низки природоохоронних установ, насамперед, заповідників та національних природних парків. Натепер дендросозофіти недостатньо охоплені популяційним аналізом та системними дослідженнями у галузі ландшафтного фітоценодизайну, відповідно, тому доцільно і надалі активно розвивати ценопопуляційний, фітоценодизайнологічний та дендросозологічний напрями досліджень цієї групи рослин.

Бібліографічні посилання:

1. Andriienko T. L. (1983). Roslynnist zakaznyka «Horodnytskyi» (Zhytomyrske Polissia) [Vegetation of the reserve «Horodnytskyi» (Zhytomyr Polissia)]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 40(2), 107–111 (in Ukrainian).
2. Andriienko, T. L. & Priadko, O. I. (1972). Svoieridne boloto Zakhidnoho Polissia z riasnoi khamedafnoi (Chamaedaphne calyculata (L.) Moench) [A peculiar swamp of the Western Polissia with abundant chamaedaphne (Chamaedaphne calyculata (L.) Moench)]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 29 (1), 117–119 (in Ukrainian).
3. Andriienko, T. L. (2006). Okhorona rehionalno-ridkisnykh vydiv pryrodnykh rehioniv (na prykladi Ukrainiskoho Polissia) [Protection of regionally rare species of natural regions (on the example of Ukrainian Polissia)]. *Materialy KhII zizdu Ukrainiskoho botanichnoho tovarystva*, 65–66 (in Ukrainian).
4. Andriienko, T. L. (2010). Ridkisni borealni vydy na rivnyni Ukrainy [Rare boreal species on the plain of Ukraine]. *Fitosotsiotsentr, K.*, 104 (in Ukrainian).
5. Andriienko, T. L., Kuzmychov, A. I. & Priadko, O. I. (1971). Bolota v raioni Shatskykh ozer [Swamps in the area of Shatsky lakes]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 28 (6), 727–733 (in Ukrainian).
6. Andriienko, T. L., Priadko, O. I. & Panchenko, S. M. (2000). Desniansko-Starohutskyi natsionalnyi pryrodnyi park. Roslynni svit [Desnyansko-Starogutskyi National Natural Park. The plant world]. *Zhyva Ukraina*, 3–4, 5–7 (in Ukrainian).
7. Andriienko, T. L., Priadko, O. I., Arap, R. Ya. & Konishchuk V. V. (2009). Natsionalnyi pryrodnyi park «Prypiat-Stokhid» [Prypiat-Stokhid National Nature Park]. *Fitosotsiotsentr, K.*, 86 (in Ukrainian).
8. Andriienko, T. L., Sheliah-Sosonko, Yu. R. & Ustymenko, P. M. (1982). Lisova roslynnist zaproektovanoho Mezynskoho pryrodnoho parku [The forest vegetation of the planned Mezyna Natural Park]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 39 (2), 74–81 (in Ukrainian).
9. Andriienko, T.L., Onyshchenko, V.A. & Priadko, O.I. (2005). *Genistella sagittalis* (L.) Gams (Fabaceae) v Ukraini [Genistella sagittalis (L.) Gams (Fabaceae) in Ukraine]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 62 (1), 18–21 (in Ukrainian).
10. Andryenko, T. L. (1980). Melkye bolotnye ivy (Salix lapponum, S. myrtilloides, S. rosmarinifolia) na Ukrayne [Small marsh willows (Salix lapponum, S. myrtilloides, S. rosmarinifolia) in Ukraine]. *Botanycheskyi zhurnal*, 65, 843–848 (in Russian).
11. Andryenko, T. L., Popovych, S. Yu. & Sheliah-Sosonko, Yu. R. (1986). Poleskyi hosudarstvennyi zapovednyk. Rastytelnyi myr [Polesky state reserve. Plant world]. *Naukova dumka, K.*, 208 (in Russian).
12. Andryenko, T.L. & Sheliah-Sosonko Yu.R. (1983). Rastytelnyi myr Ukrainiskoho Polesia v aspekthe eho okhrany [The plant world of Ukrainian Polesia in the aspect of ego protection]. *Naukova dumka, K.*, 216 (in Russian).
13. Andrzejowski, A. (1869). Flora Ukrainy, czyli opisanie roslin dziko rosnacych w Ukrainie przed-dnieprowej i w sasiednich z nią okolicach Wolynia, Podola i gub. Chersońskiej. *Warszawa*, 93.
 - a. Bachuryňa, H. F. (1960). Istoriia doslidzhennia torfovykh bolit Ukrainiskoho Polissia [History of the study of peat bogs of the Ukrainian Polissia]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*. 17 (1), 103–114 (in Ukrainian).
 14. Bachuryňa, H. F. (1964). Torfovi bolota Ukrainiskoho Polissia [Peat swamps of the Ukrainian Polissia]. *Naukova dumka, K.*, 208 (in Ukrainian).
 15. Balashev, L. S., Popovych, S. Yu. & Petrusenko, A. A. (1987). Poleskyi zapovednyk. Zapovednyky SSSR. Zapovednyky Ukrainy y Moldavy [Polesky reserve. Reserves of the USSR. Reserves of Ukraine and Moldova]. *Mysl, M.*, 17–30 (in Russian).
 16. Balashov, L. C. (1970). Mezotrofni dilianky evtrofnoho bolota Vydra Kosakivska ta florystychni znakhidky na nomu [Mesotrophic areas of the eutrophic bog Vydra Kosakivska and floristic findings on it]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*. 27 (1), 114–116 (in Ukrainian).
 17. Balashov, L. S. (1962). Roslynnist mezotrofnnykh bolit dolyny r. Snov [Vegetation of the mesotrophic bogs of the Snov River valley]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*. 19 (1), 94–99 (in Ukrainian).
 18. Balashov, L. S. (1974). Yalivets zvychainyi (Juniperus communis L.) v lisakh Poliskoho zapovidnyka ta eho fitotsenotichna rol [Common juniper (Juniperus communis L.) in the forests of the Polissky Reserve and its phytocenotic role]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*. 31 (4), 525–527 (in Ukrainian).
 19. Barbarych, A. I. (1953). Ostrivne poshyrennia yalyny na Ukrainskom Polissi [Island distribution of spruce in Ukrainian Polissia]. *Botanichnyi zhurnal. AN URSR*. 10 (3), 52–56 (in Ukrainian).
 20. Barbarych, A. I. (1953). Poshyrennia rododendrona zhovtoho na Ukrainskom Polissi ta mozhyvosti hospodarskoho yoho vykorystannia [Distribution of the yellow rhododendron in Ukrainian Polissia and the possibilities of its economic use]. *Botan. zhurn. AN URSR*. 9 (2), 55–60 (in Ukrainian).
 21. Barbarych, A. I. (1955). Flora i roslynnist Polissia Ukrainiskoi RSR [Flora and vegetation of the Polissia of the Ukrainian SSR]. *Narysy pro pryrodu i silske hospodarstvo Ukrainiskoho Polissia. K.: Vyd-vo Kyiv. un-tu: 269–319* (in Ukrainian).

22. Barbarych, A. I. (1961). Do istorii botanichnykh doslidzhen na Ukrainському Polissi [To the history of botanical research in Ukrainian Polissia]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 28 (5), 99–106 (in Ukrainian).
23. Besser, W. (1822). *Ennumeratio plantarum hucusque in Volhynia, Podolia gub. Kioviensi, Bessarabia cis Thyraica et Circa Odessam collectarum simul cum observationibus in Primitivas Flora Galiciae Austriacae*. Vilnae, 111.
24. Bioriznomanittia Tsumanskoï pushchi ta pytannia yoho zberezhennia [Biodiversity of the Tsuman Forest and the issue of its conservation] (2004). K.: Fitosotsiologichnyi tsentr, 136 (in Ukrainian).
25. Boreiko, V. Ye., Melnyk, V. I. & Hryshchenko, V. M. (1997). Hordist zapovidnoi Kyivshchyny [The pride of the protected Kyiv region]. *Seriia «Okhorona dykoi pryrody»*. KEKTS, K., 4, 128 (in Ukrainian).
26. Bradis, Ye. M. & Andriienko, T. L. (1973). Okhorona bolit URSS. Torfovo-bolotnyi fond URSS, yoho raionuvannia ta vykorystannia [Protection of swamps of the Ukrainian SSR. The peat-bog fund of the Ukrainian SSR, its zoning and use]. Kyiv: Naukova dumka, 229–236 (in Ukrainian).
27. Bradis, Ye. M. & Andriienko, T. L. (1973). Ridkisi ta znykaiuchi vydy bolotnykh roslyn v URSS ta neobkhidnist yikh okhorony [Rare and endangered species of swamp plants in the Ukrainian SSR and the need for their protection]. *Fizychna heohrafiia ta heomorfolohiia: mizhvidom. nauk. zbirnyk «Heohrafichni problemy okhorony pryrody URSS»*. Kyiv: Vyscha shkola, 10, 107–114 (in Ukrainian).
28. Bradis, Ye. M. & Bachurina, H. F. (1969). Bolota URSS [Swamps of the Ukrainian SSR]. *Nauk. Dumka, K.*, 241 (in Ukrainian).
29. Brooks, T. M., Mittermeier, R. A., Fonseca, G. A. B., Gerlach, J., Hoffmann, M., Lamoreux, J. F., Mittermeier, C. G., Pilgrim, J. D. & Rodrigues, A. S. L. (2006). Global Biodiversity Conservation Priorities. *Science*, 313(5783), 58–61. doi: 10.1126/science.1127609
30. Budzhak, V.V. & Didukh, Ya.P. 2020. Synfitoindykatsiina otsinka oselyshch roslyn Chervonoï knyhy Ukrainy ta ryzykiv yikhnikh vtrat pid vplyvom klimatohenykh zmin [Synphytoindication evaluation of habitats of plant species listed in the Red Data Book of Ukraine and habitat risk assessment under the impact of climate change]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 77(6), 434–453. doi: 10.15407/ukrbotj77.06.434 (in Ukrainian).
31. Bumar, H. Y. (1990). *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench na Zhytomyrskom Polissi [*Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench in Zhytomyr Polissia]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 47(4), 73–74 (in Ukrainian).
32. Bumar, H. Y. (1991). Sostoianye tsenopopuliatsyi redkykh rastenyi Poleskoho hosudarstvennoho zapovednyka y voprosy ykh okhrany [The state of the population of rare plants in the Polesky State Reserve and questions about their protection]: avtoref. dys. na sorskanye uchen. stupeny k-ta byol. nauk: spets. 03.00.16 «Ekolohyia»; Dnepropet. ordena Krasnogo Znamenyi hos. un-t ym. 300-letyia vossoed. Ukrainy s Rossiei. Dnepropetrovsk, 17 (in Russian).
33. Bumar, H. Y. (2014). Tendentsii shchodo rozvytku populiatsii ridkisykh vydiv roslyn Poliskoho pryrodnoho zapovidnyka [Trends in the development of populations of rare plant species of the Polissky Nature Reserve]. *Zapovidna sprava*, 20 (1), 48–51 (in Ukrainian).
34. Burlaka, M. D. (2016). Porivnialna otsinka populiatsii ta oselyshch *Linnaea borealis* L. v Ukraini [Comparative assessment of populations and habitats of *Linnaea borealis* L. in Ukraine]. *Naukovi zapysky Derzhavnoho pryrodnavchoho muzeiu*, 32, 31–38 (in Ukrainian).
35. Chervona knyha Ukrainy. Roslynni svit [Red Book of Ukraine. Plant world] (2009). Hlobal-konsaltnh, K., 900 (in Ukrainian).
36. Chornous, O. P. & Andriienko, T. L. (2004). Oseredok borealnykh vydiv na pivdni Novhorod-Siverskoho Polissia [A center of boreal species in the south of Novgorod-Siverskyi Polissia]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 61(3), 89–93 (in Ukrainian).
37. Chornous, O. P. (2005). Florystychni znakhidky na terytorii Shostkynskoho heobotanichnoho raionu (Sumska oblast) [Floristic finds on the territory of the Shostka geobotanical district (Sumy region)]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 62(3), 360–363 (in Ukrainian).
38. Chornous, O. P. (2006). Lisova roslynnist Shostkynskoho heobotanichnoho raionu (Sumska oblast) [Forest vegetation of the Shostka geobotanical district (Sumy region)]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 63(3), 401–409 (in Ukrainian).
39. Chusova, O.O., Shyriaieva, D.V., Budzhak, V.V., Chorney, I.I., Dziuba, T.P., Iemelianova, S.M., Kucher, O.O., Moysiienko, I.I., Tokariuk, A.I., Vasheniak, Iu.A., Vynokurov, D.S., Boyko, M.F., Khodosovtsev, O.Ye. & Kuzemko, A.A. (2022). Protected species in grassland habitats of Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 79 (5), 290–307. doi: 10.15407/ukrbotj79.05.290
40. Collinge, S. K. (1996). Ecological consequences of habitat fragmentation: implications for landscape architecture and planning. *Landscape and Urban Planning*, 36 (1), 59–77.
- a. Dendrosozologichnyi kataloh pryrodno-zapovidnoho fondu Lisostepu Ukrainy (2011) [Dendrosozological catalog of the nature reserve fund of the Forest Steppe of Ukraine]. Ahrar Media Hrup, K., 800 (in Ukrainian).
41. Diachenko, Ya. M. & Popovych, S. Yu. (2015). Oranzhereini dendrorarytety pryrodno-zapovidnoho fondu Ukrainy [Greenhouse arboreal rarities of the Nature Reserve Fund of Ukraine]. K.: TsP «Kompynt», 108 (in Ukrainian)
42. Didukh, Ya. P., Pliuta, P. H. & Karkutsiiev, H. M. (1993). Ekolohichnyi rezhym roslynnnykh uhrupovan Nadsluchanskoï Shveitsarii (Rivnenska oblast, Ukraina) [Ecological regime of plant communities of Nadsluchansk Switzerland (Rivnenskyi region, Ukraine)]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 50(4), 24–34 (in Ukrainian).
43. Fedoronchuk, M.M. (2022). Analiz dynamiky arealu rarytetnykh vydiv sudynnykh roslyn flory Ukrainy 1. *Cymbaria borysthenica* (Orobanchaceae). [Analysis of the range dynamics of rare species of vascular plants of the flora of Ukraine. 1. *Cymbaria borysthenica* (Orobanchaceae)]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 2022, 79(6), 404–412 (in Ukrainian). doi: 10.15407/ukrbotj79.06.404

44. Fitoriznomanittia Poliskoho pryrodnoho zapovidnyka: vodorosti, mokhopodibni, sudynni roslyny [Phytodiversity of the Polisky Nature Reserve: algae, bryophytes, vascular plants]. (2013). Vyd-vo TOV «NVP «Interservis», K., 256 (in Ukrainian).
45. Fitoriznomanittia Ukrainskoho Polissia ta yoho okhorona [Phytodiversity of the Ukrainian Polissia and its protection] (2006). K.: Fitosotsiotsentr, 316 (in Ukrainian).
46. Fitoriznomanittia zapovidnykiv i natsionalnykh pryrodnykh parkiv Ukrainy [Phytodiversity of nature reserves and national parks of Ukraine] (2012). Ch. 1. Biosferni zapovidnyky. Pryrodni zapovidnyky. Fitosotsiotsentr, K., 406 (in Ukrainian)
47. Fitoriznomanittia zapovidnykiv i natsionalnykh pryrodnykh parkiv Ukrainy [Phytodiversity of nature reserves and national parks of Ukraine] (2012). Ch. 2. Natsionalni pryrodni parky. Fitosotsiotsentr, K., 579 (in Ukrainian)
48. Flower-Ellis, J. G. K. (1975). Growth in Populations of *Andromeda polifolia* on a Subarctic Mire. Fennoscandian Tundra Ecosystems. Vol. 16 of the series Ecological Studies, 129–134.
49. Garcsa, D., Zamora, R., Hodar J. A. & Gomez, J. M. (1999). Age structure of *Juniperus communis* L. in the Iberian Peninsula: Conservation of remnant populations in Mediterranean mountains. *Biological Conservation*, 87, 215–220.
50. Güldenstädt, J.A. (1787). Reisen durch Russland und im Caucasischen Gebürge. Auf Befehl der Russisch-Kayserlichen Akademie der Wissenschaften herausgegeben von P.S. Pallas. St. Petersburg: Russisch-Kayserlichen Akademie der Wissenschaften. Bd 1.; Bd 2.
51. Haaren, C. (2002). Landscape planning facing the challenge of the development of cultural landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 60 (2), 73–80.
52. Habel, J.C., Dengler, J., Janišová, M., Török, P., Wellstein, C. & Wiezik, M (2013). European grassland ecosystems: threatened hotspots of biodiversity. *Biodiversity Conservation*, 22, 2131–2138. doi: 10.1007/s10531-013-0537-x
53. Herenchuk, K. I. & Mukha, B. P. (1974). Deiaki pytannia okhorony pryrody Volynskoi oblasti [Some issues of nature protection of the Volyn region]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya biolohichna*, 7, 109–111 (in Ukrainian).
54. Herenchuk, K. I. & Stoiko, S. M. (1976). Pryrodni parky – nova forma terytorialnoi okhorony pryrody na Ukraini ta yikh heorafichna merezha [Nature parks are a new form of territorial nature protection in Ukraine and their geographical network]. *Fyzychna heografii ta heomorfolohiia*, 15, 3–9 (in Ukrainian).
55. Hlushchenko L. A. (2014). Vplyv deiakykh ekolohichnykh faktoriv na syrovynnu tsinnist tsenopopuliatsii *Ledum palustre* L. [The influence of some environmental factors on the raw value of cenopulations of *Ledum palustre* L.]. *Chornomorskyi botanichnyi zhurnal*, 10, 26–32 (in Ukrainian).
56. Honcharenko, V. I. & Kalinovykh, N. O. (2009). Flora sudynnykh roslyn Shatskoho natsionalnoho pryrodnoho parku [Flora of vascular plants of the Shatskyi National Nature Park]. *Naukovyi visnyk Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Seriya «Biolohichni Nauky»*, 2, 5–17 (in Ukrainian).
57. Hryhora, I. M., Vorobiov, Ye. O. & Solomakha V. A. (2005). Lisovi bolota Ukrainskoho Polissia (pokhodzhennia, dynamika, klasyfikatsiia) [Forest swamps of the Ukrainian Polissia (origin, dynamics, classification)]. *Fitosotsiotsentr, K.*, 515 (in Ukrainian).
58. Hrymashevych, V. V. (1984). Ekolohiia, riznomanitnist form i urozhainist *Vaccinium uliginosum* L. u Poliskomu derzhavnomu zapovidnyku [Ecology, variety of forms and productivity of *Vaccinium uliginosum* L. in the Polish State Reserve]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 41 (1), 59–62 (in Ukrainian).
59. Hyldenshtedt, Y. A. (1891). Dnevnyk puteshestviia po Slobodsko-Ukraynskoii hubernyy akademyya Sankt-Peterburhskoi akademyy nauk Hyldenshtedta v avhuste y sentiabre 1774 h. [Diary of a trip to the Slobodsk-Ukrainian province of an academician of the St. Petersburg Academy of Sciences of Gildenstedt in August and September 1774]. *Kharkovskiy sbornyk: lyteraturno-nauchnoe prylozhenye k Kharkovskomu kalendariu na 1891 hod.* 5 (2), 85–153 (in Russian).
60. Iashchenko, P. T. (1983). Roslynniy pokryv zaproektovanoho Shatskoho pryrodnoho natsionalnoho parku [Vegetation cover of the planned Shatsky National Park]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 40(4), 71–76 (in Ukrainian).
61. Iashchenko, P. T. (2006). Verba laplandska – *Salix lapponum* L. Plany zakhodiv shchodo zberezhenia populiatsii vydiv flory ta fauny, shcho zaneseni do [Action plans for the preservation of populations of species of flora and fauna included in the Red Book of Ukraine and in the international Red Lists within the institutions of the Nature Reserve Fund]. *Chervonoii knyhy Ukrainy ta v mizhnarodni Chervoni pereliky, v mezhakh ustanov pryrodno-zapovidnoho fondu. VD «Raider»*, Kharkiv, 29–31 (in Ukrainian).
62. Iashchenko, P. T., Horun, A. A., Mateichyk, V. I. & Turych, V. V. (2007). Pro rezultaty zastosuvannia aktyvnoi okhorony berezy nyzkoi (*Betula humilis* Schrank) u Shatskomu natsionalnomu pryrodnomu parku [About the results of active protection of low birch (*Betula humilis* Schrank) in the Shatskyi National Nature Park]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho lisotekhnichnoho universytetu Ukrainy: Lisove gospodarstvo, lisova, paperova i derevoobrobna promyslovist: Mizhvid. nauk.-tekh. zb.*, 30, 304–310 (in Ukrainian)
63. Ingels, J. E. (2009). *Landscape Principles and Practices*. Delmar Cengage, 592.
64. Ivchenko, I. S. (1977). Novi ta ridskisi vydy pryrodnoi dendroflory Ukrainskoho Polissia [New and rare species of natural dendroflora of the Ukrainian Polissia]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 34(3), 286–290 (in Ukrainian).
65. Ivchenko, I. S. (1977). Pryrodne zrostannia *Alnus incana* (L.) Moench. na Ukrainkomu Polissi [Natural growth of *Alnus incana* (L.) Moench. on Ukrainian Polissia]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 34(4), 420–431 (in Ukrainian).
66. Iverson, N. J. & Opdam, P. (2008). Design in science: extending the landscape ecology paradigm. *Landscape Ecology*, 23 (6), 633–644.
67. Jedlinski, W. (1928). O naturalnym zasięgu świerka w środkowej Polsce i jego znaczeniu gospodarczem, *Sylwan*, 46, 1–33.

68. Jundziłł, J. (1830). Opisanie roślin w Litwie, na Wołyniu, Podolui Ukrainie dzikorosnacych jakois wolonych. Wilno, 583.
69. Kataloh rarytetnykh roslyn botanichnykh sadiv i dendroparkiv Ukrainy [Catalog of rare plants of botanical gardens and arboretums of Ukraine] (2011). Akademperiodyka, K., 184 (in Ukrainian).
70. Kharchyshyn, V. T., Sobko, V. H., Melnyk, V. I., Sirenkyi, S. P., Lysak, H. A., Zhuravskiy, R. V. & Derkach, O. V. (2003). Ridkisini i znykaiuchi roslyny Ukrainy Polissia [Rare and endangered plants of the Ukrainian Polissia]. Ukrainskyi fitosotsiologichnyi tsentr, K., 248 (in Ukrainian).
71. Kokhno, M. A., Hordiienko, V. I. & Zakharenko, H. S. (2001). Dendroflora Ukrainy. Dykorosli ta kultyvovani dereva y kushchi. Holonasinni [Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and shrubs. Gymnosperms]. Dovidnyk. NAN Ukrainy, Natsionalnyi botsad im. M. M. Hryshka. Vyshcha shkola, K., 207 (in Ukrainian).
72. Kokhno, M. A., Parkhomenko, L. I. & Zarubenko, A. U. Dendroflora Ukrainy. Dykorosli ta kultyvovani dereva i kushchi. Pokrytonasinni [Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and shrubs. Angiosperms]. Chastyna I. Fitosotsiotsentr, K., 448 (in Ukrainian).
73. Kokhno, M. A., Trofymenko, N. M. & Parkhomenko, L. I. (2005). Dendroflora Ukrainy. Dykorosli ta kultyvovani dereva y kushchi. Pokrytonasinni [Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and shrubs. Angiosperms]. Chastyna II. Fitosotsiotsentr, K., 716 (in Ukrainian).
74. Kondratiuk, Ye. M. (1960). Dykorostuchi khvoini Ukrainy [Wild conifers of Ukraine]. Vyd-vo AN URSSR, Kyiv, 120 (in Ukrainian).
75. Konishchuk, V. V. (2003). Ridkisini vydy roslyn Cheremskoho pryrodnoho zapovidnyka [Rare species of plants of the Cheremsk Nature Reserve]. Ukrainskyi botanichnyi zhurnal, 60 (3), 264–272 (in Ukrainian).
76. Konishchuk, V. V. (2004). Novi mistseznakhodzhennia ridkisykh roslyn u Cheremskomu pryrodnomu zapovidnyku [New locations of rare plants in the Cheremsk Nature Reserve]. Zapovidna sprava v Ukraini, 10 (1–2), 18–23 (in Ukrainian).
77. Konishchuk, V. V. (2006). Otsinka riznomanitnosti ekosystem Cheremskoho pryrodnoho zapovidnyka na osnovi kartografichnoho modeliuвання [Evaluation of the diversity of ecosystems of the Cheremsk Nature Reserve based on cartographic modeling]: avtoref. dys. kand. biol. nauk: 03.00.16 «Ekolohiia», 16 (in Ukrainian).
78. Konishchuk, V. V. (2010). Autfitosozologichnyi analiz sudynnykh roslyn flory Zakhidnoho Polissia [Autphytosozological analysis of vascular plants of the flora of the Western Polissia]. Roslynniyi svit u Chervonii knyzi Ukrainy: vprovadzhennia Hlobalnoi stratehii zberezhenia roslyn: Materialy mizhnarodnoi naukovoï konferentsii (11–15 zhovtnia 2010 r., m. Kyiv). Alterpres, K., 96–102 (in Ukrainian).
79. Konishchuk, V. V. (2010). Autfitosozologichnyi analiz sudynnykh roslyn flory Zakhidnoho Polissia [Autphytosozological analysis of vascular plants of the flora of the Western Polissia]. Roslynniyi svit u Chervonii knyzi Ukrainy: vprovadzhennia Hlobalnoi stratehii zberezhenia roslyn: Materialy mizhnarodnoi naukovoï konferentsii (11–15 zhovtnia 2010 r., m. Kyiv). Alterpres, K., 96–102 (in Ukrainian).
80. Konishchuk, V. V. (2014). Prodromus syntaksoniv Scheuchzerio palustris – Caricetea fuscae fitostromy torfovyykh bolit [Prodromus of Scheuchzerio palustris – Caricetea fuscae syntaxons of peat bog phytostroma]. Pryroda Zakhidnoho Polissia ta prylehlykh terytorii. Lutsk: Skhidnoevropeyskyi natsionalnyi universytet imeni Lesi Ukrainky, 11, 183–190 (in Ukrainian).
81. Konishchuk, V. V. (2016). Chornobylskyi radiatsiino-ekolohichnyi biosfernnyi zapovidnyk u systemi Panievropeiskoi ekomerezhi [Chernobyl radiation-ecological biosphere reserve in the system of the Pan-European eco-network]. Ahroekolohichnyi zhurnal, 1, 71–82 (in Ukrainian). doi: 10.33730/2077-4893.1.2016.248087
82. Kotsun, L. O. & Kotsun, B. B. (2009). Suchasnyi stan parku-pamiatky mistsevoho znachennia «Lytynskiy» (Volynska oblast) [The current state of the park-landmark of local importance «Lytynskiy» (Volyn region)]. Naukovyi visnyk Volynskoho natsionalnoho universytetu im. Lesi Ukrainky, 9, 127–131 (in Ukrainian).
83. Kucheriava, L. F. (1962). Vydy torfu, stratyhrافيi ta istoriia rozvytku mezotrofnykh bolit dolyny r. Snov [Types of peat, stratigraphy and history of the development of mesotrophic bogs of the Snov River valley]. Ukrainskyi botanichnyi zhurnal. 19 (1), 100–106 (in Ukrainian).
84. Kucheriaviy, V.P. (2008). Ozelenennia naselenykh mist [Landscaping of populated areas]. Vyd-vo «Svit», Lviv, 456 (in Ukrainian).
85. Kuzemko, A., Vynokurov, D. & Shyriaieva, D. (2020). Distribution of species of the genus *Stipa* in Ukraine according to phytosociological databases. Plant Introduction, 87/88, 87–103. doi: 10.46341/PI2020037
86. Kuzmishyna, I. I., Kotsun, L. O. & Voitiuk, V. P. (2009). Okhoronnyi status ridkisykh ta znykaiuchykh vydiv roslyn Shatskoho natsionalnoho pryrodnoho parku [Protection status of rare and endangered plant species of the Shatskyi National Nature Park]. Naukovyi visnyk Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Seriya. Biolohichni nauky, 2, 27–31 (in Ukrainian).
87. Kuznetsov, S. I., Kurdiuk, O. M. & Maievskiy, K. V. (2013). Taksonomichnyi sklad ta systematyka Holonasinnykh (*Pinophyta*) dendroflory Ukrainy na osnovi yikh suchasnoi klasyfikatsii [Taxonomic composition and systematics of Gymnosperms (*Pinophyta*) of the dendroflora of Ukraine based on their modern classification]. Introduktsiia roslyn, 3, 3–11 (in Ukrainian).
88. Kuznetsov, S. Y., Klymenko, Yu. A. & Myronova, H. A. (1994). Formyrovanye osnovnykh typov ekspozytsiy v botanicheskyykh sadakh y dendroparkakh [Formation of the main types of expositions in botanical gardens and arboretums]. Naukova dumka, K., 198 (in Russian).
89. Kuznetsov, S. Y., Marynych, Y. S. & Pokhylchenko, O. P. (2010). Khvoinye v kolektsyonnykh nasazhdeniyakh Polesia, Lesostepy Ukrainy i perspektyvy ykh yspolzovaniya [Conifers in the collection plantations of Polesia, Forest Steppe

- of Ukraine and prospects for their use]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 152 (1), 98–104 (in Russian).
90. Lagercrantz, U. & Ryman, N. (1990). Genetic structure of Norway spruce (*Picea abies*): concordance of morphological and allozyme variation. *Evolution*, 44 (1), 38–53.
91. Laurance, W. (2007). A new initiative to use carbon trading for tropical forest conservation. *Biotropica*, 39, 20–24. doi: 10.1111/j.1744-7429.2006.00229.x
92. Lavrenko, E. M. (1928). *Bolota Ukrainy* [Swamps of Ukraine]. *Torfianoe delo*, 6 (in Russian).
93. Levyna, F. Ya. (1937). *Bolota Chernyovskoi obl.* [Swamps of the Chernihiv region]. *Bot. zhurn. AN SSSR*. 22(1), 13–19 (in Russian).
94. Levyna, F. Ya. (1939). *Materyaly y stratygrafia torfianykov Chernyovskoho Polesia* [Materials and stratigraphy of peatlands of Chernihiv Polesia]. *Yzv. Krymskoho pedynstytuta*, 8, 6–14 (in Russian).
95. Lindemann, E. (1850). *Prodromus Florarum Tschernigonianae, Mohilevianae, Minscianae nes non Gardnovianae seu enumeration plantarum, quas in itinere suo per has provincias. 1848 et 1849 invrnt et observavit* // *Byll. Soc. Natur. De M.* 23 (4), 4–76.
96. Linehan, J., Gross, M. & Finn, J. (1995). Greenway planning: developing a landscape ecological network approach. *Landscape and Urban Planning*, 33, (1–3), 179–193.
97. Lukash, A. V. & Andryenko, T. L. (2011). *Redkye y okhraniaemye rastenyia Polesia (Polsha, Belarus, Ukrayna, Rossyia)* [Rare and protected plants of Polesia (Poland, Belarus, Ukraine, Russia)]. *Fytosotsyotsentr, K.*, 168 (in Russian).
98. Lukash, A.V. & Andryenko, T.L. (2014). *Sozolychesky tsennyie rastytelnye soobshchestva Polesia* [Sozologically valuable plant communities of Polesia]. *Desna Polyhraf, Chernyov*, 160 (in Russian).
99. Lukash, O. V. (2008). *Flora sudynnykh roslyn Skhidnoho Polissia: istoriia doslidzhennia, konspekt* [Flora of vascular plants of Eastern Polissia: research history, synopsis]. *Fytosotsyotsentr, K.*, 436 (in Ukrainian).
100. Lytvak, P.V. & Komarov, F.S. (1992). *Drevesnye rastenyia botanycheskoho sada Zhytomyrskoho selskokhoziaistvennoho ynstytuta* [Tree plants of the botanical garden of the Zhytomyr Agricultural Institute]. *Kataloh-spravochnyk. Yzd-vo USKhA, K.*, 228.
101. Malynovskyi, A. S., Orlov, O. O. & Hrabar, I. H. (2010). *Drevlianskyi pryrodnyi zapovidnyk, yoho mistse v merezhi pryrodno-zapovidnoho fondu Ukrainy ta aktualni zavdannia naukovykh doslidzhen na yoho terytorii* [Drevlyan Nature Reserve, its place in the network of the Nature Reserve Fund of Ukraine and current tasks of scientific research on its territory]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*, 1(26), 19–36 (in Ukrainian).
102. Matiushenko, V. P. (1925). *Torfiane bolota Ukrainy y ykh yspolzovannia* [Peat bogs of Ukraine and their use]. *Torfianoe delo*, 3–4, 12–18 (in Russian)
103. Melnyk, V. I. & Savchuk, L. A. (2007). *Bereza nyzka (Betula humilis Schrank) v Ukraini* [Low birch (*Betula humilis Schrank*) in Ukraine]. *Lutsk: RVV «Vezha» Volynskoho derzhavnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky*, 136 (in Ukrainian)
104. Melnyk, V. I., Baranskyi, O. R. & Kharchyshyn, V. T. (2009). *Florystychni znakhidky na Zhytomyrskomu Polissi* [Floristic finds in Zhytomyr Polissia]. *Introduktsiia roslyn*, 2, 3–8 (in Ukrainian).
105. Melnyk, V. Y. (2000). *Redkye vidy flory ravnynnykh lesov Ukrainy* [Rare types of flora of the plain forests of Ukraine]. *Fytosotsyotsentr, K.*, 212 (in Russian).
106. Melnyk, V., Naida, V. & Mateichyk, V. (2007). *Perlyna Yevropy – Shatski ozera* [The Pearl of Europe - Shatsky Lakes]. *PVD «Tverdynia», Lutsk*, 62 (in Ukrainian).
107. Melnyk, V.I. (1993). *Ostrivni yalynnyky Ukrainskoho Polissia (ekoloho-tsenotychni osoblyvosti ta naukovi osnovy okhorony)* [Island fir groves of Ukrainian Polissia (ecological and coenotic features and scientific foundations of protection)]. *Naukova dumka, K.*, 104 (in Ukrainian).
108. Mittermeier, R.A., Turner, W.R., Larsen, F.W., Brooks, T.M. & Gascon, C. (2011). *Global Biodiversity Conservation: The Critical Role of Hotspots*. In: *Zachos, F., Habel, J. Biodiversity Hotspots*. Springer, Berlin, Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-642-20992-5_1
109. Montezor, V. (1886). *Obozrenye rastenyi, vkhodiashchyykh v sostav flory hub. Kyevskoho uchebnogo okruha: Kyevskei, Volynskoi, Podolskoi, Chernyovskoi y Poltavskoi* [An overview of the plants that make up the flora of the lips. Kyiv school districts: Kyiv, Volyn, Podol, Chernihiv and Poltava]. *Zapysky Kyev. obshch. Estestvoyspytatelei*, 8, (1), 1–144 (in Russian).
110. Montezor, V. (1898). *Spysok rastenyi, sobrannykh v Kyevskom uchebnom okruhe v poslednyi 25-letnyi peryod vremeny, t. e. so vremeny yzdaniya «Obozreniya semennykh y vysshykh sporovykh rastenyi» prof. Rohovycha 1869 h. po 1895 h.* [The list of plants collected in the Kyiv educational district in the last 25-year period of time, i.e. since the publication of «Overview of seed and higher spore plants» by Prof. Rohovycha 1869 to 1895]. *Zapysky Kyev. obshch. Estestvoyspytatelei*, 15(2), 675–707 (in Russian).
111. Muliarchuk, S. A. (1970). *Rastytelnost Chernyovshchyny* [Vegetation of Chernihiv region]. *K.: Vyscha shkola*, 212 (in Ukrainian)
112. Muliarchuk, S. O. (1965). *Roslynnist Naddesnianskoi vododilnoi rivnyni* [Vegetation of the Naddesnian watershed plain]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 22(2), 56–63 (in Ukrainian).
113. Muliarchuk, S. O. (1966). *Suchasnyi stan pryrodnykh lisostaniv yalyny yevropeiskoi na Livoberezhnomu Polissi* [The current state of natural stands of European spruce in the Left Bank Polissia]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 23 (3), 111–116 (in Ukrainian).
114. Muliarchuk, S.O. (1970). *Sosnovi lisy Sumskoho Polissia* [Pine forests of Sumy Polissia]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 27 (6), 726–730 (in Ukrainian).
115. Nebel, B. (1993). *Nauka ob okruzhaiushchei srede. Kak ustroen myr* [Environmental science. How the world is arranged], 2, 336.

116. Oppokov, E. V. (1905). Materialy po issledovaniyu bolot Chernyhovskoi hubernyy [Materials for the study of swamps of Chernihiv province]. Chernyov, 62 (in Russian).
117. Oppokov, E. V. (1917). Nekotorye svedeniya o bolotakh-torfianyakh Chernyhovskoi y Poltavskoi hubernyy [Some information about the peat bogs of the Chernihiv and Poltava provinces]. Vestnyk torfianoho dela. 1–2, 12–18 (in Russian).
118. Orlov, O. O. & Kharchyshyn, V. H. (2011). Dendroflora parku-pamiatky sadovo-parkovoho mystetstva im. Yu. Haharina (m. Zhytomyr) [The dendroflora of the park-monument of garden and park art named after Yu. Gagarina (Zhytomyr)]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiia, 119, 112–118 (in Ukrainian).
119. Orlov, O.O. (1998). Florystychna reprezentatyvnist pryrodokhoronnykh ob'ektiv Zhytomyrskoi oblasti po vidnoshenni do chervonoknyzhnykh vydiv roslyn rehionu: suchasnyi stan ta perspektyvy optymizatsii [Floristic representativeness of nature conservation objects of the Zhytomyr region in relation to the red book plant species of the region: current state and prospects for optimization]. Rol okhoroniuvanykh pryrodnykh terytorii u zberezheni bioriznomanittia, 91–93 (in Ukrainian).
120. Orlov, O.O. (2005). Ridkisini ta znykaiuchi vydy sudynnykh roslyn Zhytomyrskoi oblasti [Rare and endangered species of vascular plants of Zhytomyr region]. Volyn, PP «Ruta», Zhytomyr, 296 (in Ukrainian).
121. Ortiz, P. L., Arista, M. & Talavera, S. (2022). Sex ratio and reproductive effort in the dioecious *Juniperus communis* subsp. Alpina (Suter) Čelak. (*Cupressaceae*) along an altitudinal gradient. Ann.Bot., 89, 205–211.
122. Pachoskiy, Y. (1897). Flora Polesia y prylezhashchykh mestnostei [Flora of Polesia and adjacent areas]. Tr. Ymperatorskoho S.-Peterburshkoho obshchestva estestvoispytatelei, 27 (2), 1–260 (in Russian).
123. Paczowski, J. (1935). Piętrowość lasu. Biblioteka Botaniczna, t. IV Poznań: Wydawnictwo Polskiego Towarzystwa Botanicznego.
124. Panchenko, S. M. (1998). Ridkisini vydy roslyn proektovanoho Desniansko-Starohutskoho natsionalnogo pryrodnoho parku [Rare species of plants of the projected Desnyansk-Starogutsky National Nature Park]. Aktualni problemy stvorennia Desniansko-Starohutskoho natsionalnogo pryrodnoho parku ta shliakhy yikh vyrishennia. Nauk.-prakt. sem., Seredyna-Buda, 19–20 lystopada 1997 r. Tezy dopovidi, 71–73 (in Ukrainian).
125. Panchenko, S. M. (1999). Ridkisini vydy Starohutskoho lisovoho masyvu (Sumska oblast) [Rare species of the Starogut forest massif (Sumy region)]. Ukrainyky botanichnyi zhurnal, 56(1), 22–23 (in Ukrainian).
126. Panchenko, S. M. (2000). Flora, roslynnist ta populatsii modelnykh vydiv roslyn Starohutskoho lisovoho masyvu (Sumska oblast) [Flora, vegetation and populations of model plant species of the Starogut forest massif (Sumy region)]: avtoref. dys. kand. biol. nauk: 03.00.05 «Botanika». Instytut botaniky im. M. H. Kholodnoho NAN Ukrainy, 19 (in Ukrainian).
127. Panchenko, S. M. (2001). Roslynnist Starohutskoho lisovoho masyvu [Vegetation of the Starogut forest massif]. Ukrainyky botanichnyi zhurnal, 58(6), 684–693 (in Ukrainian).
128. Panchenko, S. M. (2005). Flora natsionalnogo pryrodnoho parku «Desniansko-Starohutskiy» ta problemy okhorony fitoriznomanittia Novhorod-Siverskoho Polissia [Flora of the National Nature Park «Desnyansk-Starogutskiy» and problems of protecting the phytodiversity of Novgorod-Siverskyi Polissia]. Universytet. knyha, Sumy, 170 (in Ukrainian).
129. Panchenko, S. M. (2013). Lesnaia rastytelnost Desniansko-Starohutskoho natsionalnogo pryrodnoho parka [Forest vegetation of the Desnyansk-Starogutsky National Nature Park]. Unyversyt. knyha, Sumy, 312 (in Russian).
130. Parkhomenko, L. I. (2011). Introduktsiia i kultura berez (*Betula L.*) v Ukraini [Introduction and culture of birch (*Betula L.*) in Ukraine]. Fitosotsiotsentr, K., 410 (in Ukrainian).
131. Perspektyvnaia set zapovednykh obyektov Ukrainy [Prospective network of protected objects of Ukraine]. (1987). Nauk. dumka, Kyiv, 292 (in Russian)
132. Popovych, S. (2016). Stanovlennia proektovanoho Chornobylskoho radiatsiino-ekolohichnoho biosfernoho zapovidnyka [Formation of the projected Chernobyl radiation-ecological biosphere reserve]. Naukovyi visnyk Shkhidnoievropeiskoho natsionalnogo universytetu imeni Lesi Ukrainky, 7, 88–92 (in Ukrainian).
133. Popovych, S. Yu. & Korinko, O. M. (2006). Metodychni rekomendatsii do vyvchennia dystsypliny «Biosozolohiia» studentamy mahistratury dennoi formy navchannia za napriamom 1304 «Lisove ta sadovo-parkove hospodarstvo» [Methodological recommendations for the study of the discipline «Biosozology» by full-time master's students in the direction 1304 «Forestry and horticulture»]. NAU, K., 42 (in Ukrainian).
134. Popovych, S. Yu. & Pereimybida, H. Y. (1983). Pro shcho shumliat poliski sosny [What are the Polish pines making noise about]. Ridna pryroda. Biuletyn, 2, 41–43. (in Ukrainian).
135. Popovych, S. Yu. & Varchenko, N. P. (2009). Metodyka intehralnoi autfitosozolohichnoi otsinky rarytetnykh dendroekzotiv [Methodology of integral autphytosozological assessment of rare dendroexotics]. Introduktsiia roslyn, 4, 11–17 (in Ukrainian).
136. Popovych, S. Yu. (1983). Florystychni znakhidky na terytorii Poliskoho derzhavnoho zapovidnyka [Floristic finds on the territory of the Polis State Reserve]. Ukrainyky botanichnyi zhurnal, 40 (6), 94–96 (in Ukrainian).
137. Popovych, S. Yu., Korinko, O. M. & Ustymenko, P. M. (2009). Zapovidne lisoznavstvo [Protected forestry]. Navchalna knyha–Bohdan, Ternopil, 384 (in Ukrainian).
138. Popovych, S. Yu., Pehuda, L. V. & Andriienko, T. L. (1985). Rozpodil roslynnosti Poliskoho derzhavnoho zapovidnyka zalezho vid hruntovo-hidrolohichnykh umov [Vegetation distribution of the Polissky State Reserve depending on soil and hydrological conditions]. Ukrainyky botanichnyi zhurnal, 42(1), 25–30 (in Ukrainian).
139. Popovych, S. Yu., Savoskina, A. M., Sherstiuk, M. Yu. Mykhailovych, N. V. & Dzyba, A. A. (2017). Zapovidna dendrosozoflora Ukrainskoho Polissia [Protected dendrosozoflora of Ukrainian Polissia]. «TsP «Komprynt»», K., 188 (in Ukrainian).
140. Popovych, S. Yu., Savoskina, A. M., Ustymenko, P. M., Sherstiuk, M. Yu. & Dzyba, A. A. (2017). Dendrosozolohichnyi katalog pryrodno-zapovidnoho fondu Ukrainskoho Polissia [Dendrosozological catalog of the nature reserve fund of Ukrainian Polissia]. TsP «Komprynt», K., 466 (in Ukrainian).

141. Popovych, S. Yu., Stepanenko, N. P. & Diachenko, Ya. M. (2010). Zapovidna dendrosozoflora Lisostepu Ukrainy [Protected dendrosozoflora of the Forest Steppe of Ukraine]. Ahrar Media Hrup, K., 262 (in Ukrainian).
142. Popovych, S. Yu., Vlasenko, A. S. & Berehuta, Ye. I. (2013). Zapovidna dendrosozoflora Stepu Ukrainy [Protected dendrosozoflora of the Steppe of Ukraine]. «TsP «Kompynt»», K., 260 (in Ukrainian).
143. Popovych, S. Yu., Vlasenko, A. S., Kryvenko, O. H. (2016). Cheklist dendroekzotiv Ukrainy [Checklist of dendroexotics of Ukraine]. «TsP Kompynt», K., 546 (in Ukrainian).
144. Popovych, S. Yu., Syplyva, N. O. & Korinko, O. M. (2012). Kulytyvovana dendroflora parkiv-pamiatok sadovo-parkovoho mystetstva Vinnychchyny [Cultivated dendroflora of parks-monuments of horticultural art of Vinnytsia]. Fitosotsiotsentr, K., 162 (in Ukrainian).
145. Povarnytsin, V. O. (1959). Lisy Ukrainiskoho Polissia [Forests of the Ukrainian Polissia]. Vyd-vo AN URSSR, Kyiv, 207 (in Ukrainian).
146. Priadko, O. I. (2004). Tsenotychni ta florystychni riznomanitia RLP «Mizhrichenskyi» [Cenotic and floristic diversity of the «Mizhrichenskyi» RLP]. Visnyk Zaporizkoho derzhavnogo universytetu, 1, 190–195 (in Ukrainian).
147. Pryrodno-zapovidnyi fond Ukrainy: terytorii ta obiekty zahalnoderzhavnogo znachennia [Nature Reserve Fund of Ukraine: Territories and Objects of National Importance] (2009). TOV «Tsentralna ekologichna osvita ta informatsiia», K., 332 (in Ukrainian).
148. Pushkar, V. V., Kuznetsov, S. I. & Levon, F. M. (1998). Poraionnyi asortyment derev ta kushchiv Ukrainy [Regional assortment of trees and bushes of Ukraine]. K.: Derzh. in-t zhytlovo-komunaln. hos-va, 188 (in Ukrainian).
149. Rakochy, A. Sh. (1900). O rastyelnosti nekotorykh bolot Chernyovskoi gubernii [About the vegetation of some swamps of Chernihiv province]. Zapysky Kyev. obsch. Estestvoispytatelei, 16(2), 3–12. (in Russian)
150. Reed, B. M., Sarasan, V., Kane, M., Bunn, E. & Pence, V. C. (2011). Biodiversity conservation and conservation biotechnology tools. *In Vitro Cellular & Developmental Biology. Plant*, 47, 1–4. doi: 10.1007/s11627-010-9337-0
151. Rohovych, P. S. (1869). Obozrenye semennykh y vysshykh sporovykh rastenyi, vkhodiashchyykh v sostav gubernii Kyevskogo uchebnogo okruha: Volynskoi, Podolskoi, Kyevskoi, Chernyovskoi y Poltavskoi [Overview of seed and higher spore plants included in the provincial districts of the Kyiv educational district: Volyn, Podol, Kyiv, Chernihiv, and Poltava]. *Unyversytetskye yzvestiya*, 49, 309 (in Russian).
152. Sandbrook, C., Adams, W. M., Büscher, B. & Vira, B. (2013). Social Research and Biodiversity Conservation. *Conservation Biology*, 27(6), 1487–1490. doi: 10.1111/cobi.12141
153. Savchuk, L. A. (2007). *Betula humilis* u Shatskomu pryrodnomu natsionalnomu parku [Betula humilis in Shatsky National Park]. *Naukovyi visnyk Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky*, 11 (1), 178–183 (in Ukrainian)
154. Sheliakh-Sosonko, Yu. R. (1966). Do pytannia pro poshyrennia ta skhidnu mezhu hraba zvychainoho (*Carpinus betulus* L.) [To the question of the distribution and eastern limit of hornbeam (*Carpinus betulus* L.)]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 23(5), 75–81 (in Ukrainian).
155. Sheliakh-Sosonko, Yu. R. (1966). Lisy mezhyrichchia Desna-Seim [Forests of the Desna-Seim interfluvium]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 23(5), 105–110 (in Ukrainian).
156. Sheliakh-Sosonko, Yu. R. (1970). Dubovi lisy Polissia Ukrainy [Oak forests of Polissia of Ukraine]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 27 (1), 54–59. (in Ukrainian)
157. Sheliakh-Sosonko, Yu. R. (1974). Lisy formatsii duba zvychainoho na Ukraini ta yikh evoliutsiia [Oak formation forests in Ukraine and their evolution]. *Naukova dumka*, K., 240 (in Ukrainian).
158. Sherstiuk, M. (2016). Morfometrychni oznaky *Oxycoccus palustris* Pers. u bolotnykh ta lisobolotnykh fitotsenozakh Ukrainiskoho Polissia [Morphometric characteristics of *Oxycoccus palustris* Pers. in swamp and forest-swamp phytocenoses of the Ukrainian Polissia]. *Naukovyi visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Seria: Biologichni nauky*, 7 (332), 78–83 (in Ukrainian).
159. Sherstiuk, M. Yu. & Popovych, S. Yu. (2018). Zapovidni dendrosozoavtokhtony Ukrainiskoho Polissia [Protected dendrosozoautochthons of the Ukrainian Polissia]. *TsP «Kompynt»*, K., 272 (in Ukrainian).
160. Sherstiuk, M. Yu. (2017). Analiz vitalitetnoi struktury tsenopopuliatsii *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton u lisovykh fitotsenozakh Novhorod-Siverskoho Polissia [Analysis of the vitality structure of *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton coenopopulations in forest phytocenoses of Novgorod-Siversky Polissia]. *ScienceRise: Biological Science*, 1(4), 40–44 (in Ukrainian). doi: 10.15587/2519-8025.2017.94019
161. Sherstiuk, M. Yu. (2017). Tsenopopuliatsii *Ledum palustre* (Ericaceae) u lisovykh i lisobolotnykh fitotsenozakh Novhorod-Siverskoho Polissia [Coenopopulations of *Ledum palustre* (Ericaceae) in forest and forest-swamp phytocenoses of Novhorod-Siversky Polissia]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 74 (1), 37–44 (in Ukrainian). doi: 10.15407/ukrbotj74.01.037
162. Sherstyuk, M. Yu., Sklyar, V. G., Sklyar, Y. L. & He Suintao (2019). Complex population analysis as a direction of modern biological and ecological research [Integrated population analysis as a direction of the modern biological and ecological researches]. *Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series «Agronomy and Biology»*, 3 (37), 61–67 (in Ukrainian).
163. Shmalhauzen, Y. F. (1886). Flora yuho-zapadnoi Rossyy, t.e. gubernii Kyevskoi, Volynskoi, Podolskoi, Poltavskoi, Chernyovskoi y smezhnykh mestnostei [Flora of southwestern Russia, i.e. provincial districts of Kyiv, Volyn, Podol, Poltava, Chernihiv and adjacent areas]. *Yzd-vo Kyev. un-ta*, K., 783. (in Russian)
164. Shulhyn, Y. (1855). Opyssanye kazennykh lesov Chernyovskoi gubernii [Description of state forests of Chernihiv province]. *Zhurn. Myn. hos. Ymushchestva*, 15, 4–25. (in Russian)
- a. Skliar, V. & Sherstiuk, M. (2016). Size structure of phytopopulations and its quantitative evaluation. *Life Sciences, Eureka*, 1, 9–16

165. Skliar, V., Sherstuk, M. & Skliar, Iu. (2016). Algorithm of comprehensive assessment of individual's morphological integration of plants contrast biomorfs. QUAERE 2016 (vol. VI.): Interdisciplinary Scientific Conference for PhD students and assistance, The Czech Republic, Praha, 23–27 May, 393–403.
166. Sobko, V. H., Lebeda, A. P. & Iliencko, O. O. (2006). Ridkisni roslyny Livoberezhnoho Polissia Ukrainy [Rare plants of the Left Bank Polissia of Ukraine]. Fitosotsiotsentr, K., 216 (in Ukrainian).
167. Sokolov, A. (1926). Do vyvchennia lisiv Polissia [Sokolov, A. (1926). Do vyvchennia lisiv Polissia. Ukrainskyi lisovod]. Ukrainskyi lisovod, 3–4, 7–18 (in Ukrainian).
168. Soroka, M. I. (2008). Roslynnist Ukrainskoho Roztochchia [Vegetation of the Ukrainian Roztochchi]. Svit, Lviv, 434 (in Ukrainian).
169. Sotnyk, L. P. & Popovych, S. Yu. (2012). Lisova roslynnist biosferneho rezervatu «Shatskyi» [Forest vegetation of the Shatsky biosphere reserve]. «TsP Kompynt», K., 136 (in Ukrainian).
170. Sotnyk, L. P. & Popovych, S. Yu. (2012). Lisova roslynnist biosferneho rezervatu «Shatskyi» [Forest vegetation of the Shatsky biosphere reserve]. «TsP Kompynt», K., 136 (in Ukrainian).
171. Spryhyn, Y. Y. (1913). Predvartelnyi otchet o botanycheskykh yssledovaniakh v Chernyovskoi hub. v 1912 h. [Preliminary report on botanical research in Chernihiv province. in 1912]. Predvartelnyi otchet o robotakh no yzucheniyu estestvenno-ystorycheskykh uslovyi Chernyovskoi hub v 1912 h., 38–48 (in Russian).
172. Spryhyn, Y. Y. (1914). Predvartelnyi otchet o botanycheskykh yssledovaniakh v Chernyovskoi hub. v 1913 h. [Preliminary report on botanical research in Chernihiv province. in 1913]. Predvartelnyi otchet o robotakh po yzucheniyu estestvenno-ystorycheskykh uslovyi Chernyovskoi hub v 1913 h., 33–58 (in Russian).
173. Spryhyn, Y. Y. (1914). Predvartelnyi otchet o botanycheskykh yssledovaniakh v Chernyovskoi hub [Preliminary report on botanical research in Chernihiv province]. Trudy Yurevskoho botan. sada 1914. 15 (1), 17–19 (in Russian).
174. Starck, M. G. (1995). Genetic variation in high elevated populations of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Switzerland. *Silvae Genet.* 44, 356–362.
175. Stoiko, S. M. (2004). Kryterii otsinky ridkisnosti vydiv. Raryetnyi fitohenofond zakhidnykh rehioniv Ukrainy [Criteria for assessing the rarity of species. Rare plant gene pool of the western regions of Ukraine]. Liha-Pres, Lviv, 57–64 (in Ukrainian).
176. Stoiko, S. M., Milkina, L. I. & Yashchenko, P. T. (1997). Raryetni fitotsenozy zakhidnykh rehioniv Ukrainy (Rehionalna «Zelena knyha») [Rare phytocenoses of the western regions of Ukraine (Regional «Green Book»)]. Lviv, 190 (in Ukrainian).
177. Stoiko, S. M., Milkina, L. I., Tasienevych, L. O. & Kahalo, O. O. (2004). Kushchi y dereva. Raryetnyi fitohenofond zakhidnykh rehioniv Ukrainy (sozolozhichna otsinka y naukovi zasady okhorony) [Bushes and trees. Rare plant gene pool of the western regions of Ukraine (sociological assessment and scientific principles of protection)]. Liha-Pres, Lviv, 153–173 (in Ukrainian).
178. Tanfylev, H. Y. (1895). Bolota y torfianyky Polesia [Swamps and peatlands of Polesia]. Kyev, 36 (in Russian).
179. Tanfylev, H. Y. (1899). Heobotanycheskoe opysanye Polesia [Geobotanical description of Polesia]. Kyev, 114 (in Russian).
180. Tarhonskyi, P. N., Bumar, H. Y. & Bumar, H. V. (2005). Skarby pryrody poliskoho kraiu [Natural treasures of the Polish region]. Fitosotsiotsentr, K., 160 (in Ukrainian).
181. Tsaryk, Y. V. & Malynovskyi, K. A. (1995). Rozpad populatsii *Linnaea borealis* v sytuatsii stresu [Decay of the population of *Linnaea borealis* in a stress situation]. Ukrainskyi botanichnyi zhurnal, 52(3), 379–383 (in Ukrainian).
182. Tsuryk, Ye. I., Zhyzhyn, M. P. & Yashchenko, P. T. (1979). Poshyrennia ta okhorona *Picea abies* (L.) Karsten u raioni Shatskykh ozer [Distribution and protection of *Picea abies* (L.) Karsten in the area of Shatsky lakes]. Ukr. bot. zhurn, 36 (4), 313–315 (in Ukrainian).
183. Tymrakiewicz, W. (1935). Stratigrafia torfowisk krasowych polud. Polesia i pin. Wolynia. Kosmos, 40 (3).
184. Ustyenko, P. M. (1984). Florystychni znakhidky na terytorii zaproektovanoho Mezynskoho pryrodnoho natsionalnoho parku [Floristic findings on the territory of the planned Mezyna National Park]. Ukrainskyi botanichnyi zhurnal, 41(4), 64–67 (in Ukrainian).
185. Ustyenko, P. M. (1987). Rastytelnost y florystycheskye osobennosti zaproektirovannoho Mezynskoho pryrodnoho natsionalnoho parka y eho funktsionalnoe zonyrovanye [Vegetation and floristic features of the designed Mezinsky National Park and its functional zoning: autoref. thesis for competition science degrees of biol. Sciences]: avtoref. dys. na soysk. nauch. stepeny k-ta byol. nauk: spets. 03.00.05 «Botanyka»; TsRBS AN USSR. Kyev, 16 (in Russian).
186. Ustyenko, P. M., Sheliah-Sosonko, Yu.R. & Vakarenko, L.P. (2007). Raryetnyi fitotsenofond Ukrainy [Rare phytogene fund of Ukraine]. K., Fitosotsiotsentr, 270 (in Ukrainian).
187. Ustyenko, P.M., Popovych, S.Yu. & Dubyna, D.V. (2019). Suchasni tendentsii dynamiky raryetnykh fitotsenoziv Ukrainy ta zmina paradyhmy absolutnoi zapovidnosti [Current trends in the dynamics of rare phytocenoses in Ukraine and modification of the concept of absolute conservation]. Ukrainskyi botanichnyi zhurnal, 76 (5), 434–444 (in Ukrainian) doi: 10.15407/ukrbotj76.05.434
188. Vlasenko, A.S. & Popovych, S.Yu. (2016). Zapovidni dendrosozoezoty Stepu Ukrainy [Protected dendrosozoexotes of the Steppe of Ukraine]. K.: «TsP «Kompynt»», 128 (in Ukrainian).
189. Vorobiov, D. V. & Pohrebniak, P. S. (1929). Lisovy typologichnyi vyznachnyk Ukrainskoho Polissia [Forest typological determinant of the Ukrainian Polissia]. Trudy z lisovoi doslidnoi spravy na Ukraini. 11, 4–28. (in Ukrainian)
190. Vorobiov, D. V. (1928). Typy lisu ta lisovi asotsiatsii Ukrainy. Livoberezhne Polissia [Forest types and forest associations of Ukraine. Left Bank Polissia]. Trudy z lisovoi doslidnoi spravy na Ukraini, 10, 5–26 (in Ukrainian).

191. Vorobiov, Ye. O. (2012). Zakon homologichnykh riadiv yak osnova pryrodnoi klasyfikatsii ekosystem [The law of homologous series as a basis for the natural classification of ecosystems]. Biotopy [oselyshcha] Ukrainy: naukovi zasady yikh doslidzhennia ta praktychni rezultaty inventaryzatsii. Mat. rob. seminaru. Kyiv-Lviv, 57–63 (in Ukrainian).
192. Vorobiov, Ye. O. (2014). Lisovi verkhovi bolota Ukrainskoho Polissia: reviziia klasyfikatsii [Forest upland swamps of the Ukrainian Polissia: revision of the classification]. Ekolohiia vodno-bolotnykh uhid i torfovyschch. TOV «NVP «Interservis», K., 65–71 (in Ukrainian).
193. Wright, S. (1978) Evolution and the Genetics of Population. V. 4. Variability Within and Among Natural Populations. Chicago, Univ. Chicago Press.
194. Zapovidnyky i natsionalni pryrodni parky Ukrainy [Reserves and national natural parks of Ukraine] (1999). K.: Vyshcha shkola, 230. (in Ukrainian)
195. Zaverukha, B. V. (1964). Novi ta ridkisni vydy berez ukrainskoi flory [New and rare species of birches of the Ukrainian flora]. Ukrainyskyi botanichnyi zhurnal, 21(5), 78–86 (in Ukrainian)
196. Zaverukha, B. V., Ivchenko, I. S. & Koziakov, O. S. (1986). Temnokori berezy Ukrainy [Dark-barked birches of Ukraine]. Ukrainyskyi botanichnyi zhurnal, 43 (3), 79–83 (in Ukrainian).
197. Zaverukha, B.V., Andryenko, T.L. & Protopopova, V.V. (1983). Okhraniaemye rastenyia Ukrayny [Protected plants of Ukraine]. Nauk. dumka, Kyiv, 176 (in Russian).
198. Zberezhennia i nevysnazhlyve vykorystannia bioriznomanittia Ukrainy: Stan ta perspektyvy [Conservation and continuous use of biodiversity of Ukraine: Status and prospects] (2003). Khimdzhest, K., 248 (in Ukrainian).
199. Zerov, D. K. (1938). Bolota URSR [Swamps of the Ukrainian SSR]. Roslynnist i stratyhrafia, 250 (in Ukrainian).
200. Zhylynskyi, Y. Y. (1899). Ocherk rabot Zapadnoi ekspedytsyy po osushenyiu bolot (1873–1889) [An outline of the works of the Western expedition to drain the swamps (1873–1889)]. SPb., 145 (in Russian).
201. Zlobin, Yu. A., Skliar, V. G. & Klymenko, G. O. (2022) Biologiya ta ekologiya fitopopulatsii [Biology and ecology of phytopopulations]. Universytetska knyga, Sumy, 512 (in Ukrainian).
202. Zlobyn, Yu. A., Skliar, V. H. & Klymenko, A. A. (2013). Populatsyy redkykh vydiv rastenyi: teoretycheskye osnovy y metodyka yzuchenya [Populations of rare plant species: theoretical foundations and methods of study]. Sumy: Unyversytet. knyha, 439 (in Russian).

Sherstiuk M. Yu., PhD (Biological Sciences), Associates Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
Autochthonous dendrosophytes of Ukrainian Polissia in the system of scientific study

The publication highlights the historical aspects of the study of autochthonous dendrosophytes of the Ukrainian Polissia, represented by 58 plant species that belong to 17 families and 34 genera and have different ranks of protection (regional, state, international). The conducted literature analysis shows that the identification of this group of species is primarily related to the implementation of basic floristic, geobotanical and phytosozological research in this region, which are generally quite clearly divided into two aspects: first, the study of phytodiversity within individual territories and the region as a whole ; secondly, by clarifying the state of phytodiversity directly on the territories and objects of the nature reserve fund of the Ukrainian Polissia. It is shown that these scientific searches have a long history. Among the scientific works, the materials of which already make it possible to make a thorough generalization about the phytodiversity of the region in general and, to some extent, about autochthonous dendrosophytes, a special place is occupied by the works of (I. Gldenstedt, V. Besser, Y. Yundyl, U. Lindeman, P.S. Rohovych, K. I. Shulgin, V. Montresor and others), dated from the 18th century to the beginning of the 20th century. Recent history is marked by the powerful contribution of Ukrainian scientists to the study of plants, which currently represent a group of autochthonous dendrosophytes (P.S. Pogrebnyak, D.K. Zerova, E.M. Bradis, Y.R. Shelyaga-Sosonka, T.L. Andriyenko, P.M. Ustimenko, S.Yu. Popovych, O.O. Orlov, V.V. Konishchuk and many others). During this period, the activation of scientific research on the study of phytodiversity was facilitated by the creation and functioning of a number of nature conservation institutions within the territory of Ukrainian Polissia, in particular, nature reserves (Polyskyi, Rivneskyi, Cheremskyi, Drevlyanskyi) and national nature parks (Shatskyi, Desnyansko-Starogutskyi, Mezynskyi, «Prip'yat-Stokhid», Kivertsivskyi's «Tsuman Forest»). Studies related to the formation of a network of regional landscape parks, as well as territories and objects of the nature reserve of other categories, were also of great importance. It was noted that so far autochthonous dendrosophytes are not sufficiently covered by population analysis and systematic studies in the field of landscape phytocenodesign, therefore it is advisable to actively develop the coenopopulation, phytocenodesign and dendrosozological directions of research of this group of plants in the future.

Key words: biodiversity, rare species, nature reserve fund, autochthonous dendrosophytes, Ukrainian Polissia.

НОТАТКИ