

Видається з 1996 року

Засновник і видавець  
Сумський національний аграрний  
університет

Реєстраційне свідоцтво  
КВ № 23688-13529 Р від 21.11.2018 р.

Редакційна колеґія 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)

**Сопотлієва 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 Сумського національного  
аграрного університету, (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 2 (44), 2021

## ЗМІСТ

**Вожегова Р. А., Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Димов О. М., Люта Ю. О.**  
Особливості прояву адаптивних ознак у селекційних популяціях люцерни  
при вирощуванні на насіння..... 3

**Деменко В. М., Голінач О. Л., Ємець О. М., Бурдуланюк А. О.,  
Рожкова Т. О., Татарінова В. І.** Динаміка чисельності шкідників пшениці озимої  
в умовах Сумської області ..... 12

**Кременецька Є. О., Голуб М. Г., Череповський М. В.** Методичні підходи  
та ідентифікація територій із особливими цінностями для збереження  
(у східній частині лісів Сумської області)..... 19

**Кучерявенко О. О., Пиріг О. В., Тимошенко О. П., Дмитрук О. О., Бондар І. М.**  
Способи зниження шкодочинності збудників вірусних хвороб картоплі..... 33

**Мельник О. В., Худік Л. М.** Дегустаційна оцінка оброблених 1-метилциклопропеном яблук  
на кінець після-холодильної експозиції за  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ..... 41

**Оничко В. І., Оничко Т. О.** Вплив лабораторної схожості на врожайність  
та посівні якості пшениці озимої в умовах північно-східного Лісостепу України..... 46

**Подгасцький А. А., Кравченко Н. В., Крючко Л. В., Гнітецький М. О.**  
Прояв серед потомства першого бульбового покоління гібридів  
від внутрішньовидових та міжвидових схрещувань середньої маси бульб..... 51

**Скляр В. Г., Бондарєва Л. М., Кирильчук К. С., Ємець О. М., Баштовий М. Г.,  
Тебенко Ю. М.** Біорізноманіття балкової системи с. Терешківка Сумського району  
як перспективної природоохоронної та рекреаційної території..... 58

**Tao Ye, Vlasenko V., Wu Liuliu.** Cloning and bioinformatics analysis of wheat powdery  
mildew resistance related gene TAGDSL..... 66

**Yan Tengfei, Kremenetska Ye., Wan Shibin, Hu Qiang, He Songlin.** Ecological functions  
and environmental benefits of reservoir riparian zone..... 73



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2021

**Мельничук С. Д.**, д.б.н., професор,  
Сумський національний аграрний  
університет (Україна)

**Оничко В. І.**, к.с.-г.н., доцент,  
Сумський національний аграрний  
університет (Україна)

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

**Скляр В. Г.**, д.б.н., професор,  
Сумський національний аграрний  
університет (Україна)

**Скляр Ю. Л.**, к.б.н., доцент,  
Сумський національний аграрний  
університет, м. Суми, (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, м. Миколаїв (Україна)

**Хаблак С. Г.**, д.б.н., доцент, AGR  
group (Україна)

**Харченко О. В.**, д.с.-г.н., професор,  
Сумський національний аграрний  
університет (Україна)

**Ярощук Р. А.**, к.с.-г.н., доцент,  
Сумський національний аграрний  
університет (Україна)

Науковий журнал  
«Вісник Сумського національного  
аграрного університету.  
Серія: Агрономія і біологія»  
визнано фаховим виданням  
Категорії «Б» в галузі ветеринарних  
наук (наказ МОН України  
від 24.09.2020 р. № 1188)

Науковий журнал «Вісник  
Сумського національного аграрного  
університету» індексується в  
Міжнародних наукометричних базах  
Index Copernicus, PИHЦ

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 № 11 від 31.05.2021 р.)

Видавництво і друкарня –  
Видавничий дім «Гельветика»  
65101, Україна, м. Одеса,  
вул. Інглєзі, 6/1  
Телефони: +38 (048) 709 38 69,  
+38 (095) 934-48-28,  
+38 (097) 723-06-08  
E-mail: [mailbox@helvetica.ua](mailto:mailbox@helvetica.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої  
справи ДК № 6424 від 04.10.2018 р.

Тираж 300 пр.  
Зам. № 1221/483

© Сумський національний  
аграрний університет, 2021

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОЯВУ АДАПТИВНИХ ОЗНАК У СЕЛЕКЦІЙНИХ ПОПУЛЯЦІЙ ЛЮЦЕРНИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ НА НАСІННЯ

**Вожегова Раїса Анатоліївна**

доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН України, директор  
Інститут зрошуваного землеробства НААН України, м. Херсон, Україна  
ORCID: 0000-0002-3895-5633

**Тищенко Андрій Вікторович**

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник  
Інститут зрошуваного землеробства НААН України, м. Херсон, Україна  
ORCID: 0000-0003-1918-6223  
tischenko\_andriy@ukr.net

**Тищенко Олена Дмитрівна**

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник  
Інститут зрошуваного землеробства НААН України, м. Херсон, Україна  
ORCID: 0000-0002-8095-9195  
elenat1946@ukr.net

**Димов Олександр Миколайович**

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник  
Інститут зрошуваного землеробства НААН України, м. Херсон, Україна  
ORCID: 0000-0002-7839-0956

**Люта Юлія Олександрівна**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
ДВНЗ Приазовський державний технічний університет, м. Маріуполь, Україна  
yuliya.luta@gmail.com

*Вивчено адаптивні ознаки у популяції люцерни: пластичність, стабільність, генетичну гнучкість, загальну і специфічну адаптивність при насінневому використанні, виділено перспективний матеріал для подальшого використання його у селекційному процесі. Дослідження проводились в Інституті зрошуваного землеробства НААН України протягом 2017–2020 рр. Об'єктом вивчення слугували 24 популяції люцерни. Для оцінки умов вирощування використовували індекси умов середовища (Ij). Найбільш сприятливі умови для формування насінневої продуктивності склалися у 2019 році (Ij = + 123,87), у 2017 році вони були несприятливими (Ij = - 24,94), у 2018 році – дуже несприятливі (Ij = - 98,93). Урожайність насіння у генотипів люцерни коливалась від 169,57 до 243,10 кг/га. Встановлено високий позитивний зв'язок урожайності насіння у популяції люцерни (r = 0,768–0,882) з показником генетичної гнучкості (Gf), загальної адаптивної здатності (OACi) (r = 0,799–0,891) та коефіцієнтом адаптивності (KA) (r = 0,799–0,891). Аналізуючи отримані дані за насінневою продуктивністю, популяції люцерни першого року за параметрами адаптивної здатності та біплот-аналізом можна розділити на три групи: інтенсивного типу, стабільні та адаптовані до різних умов. До найкращих стабільних популяцій відносяться: М.г./ЦП-11 і Ж./ЦП-11, інтенсивного типу – LR/ Н, Приморка / Сін(с) та адаптованих до різних умов – Син (с)/Приморка і А.-Н.д. № 15. Комплексна оцінка популяцій за врожайністю насіння люцерни і параметрам адаптивності з використанням різних методик і біплот-аналізу дозволила виділити генотипи, що мають високу потенційну продуктивність і найбільшу адаптивність. До них відносяться генотипи: стабільні М.г./ЦП-11 і Ж./ЦП-11, інтенсивного типу – LR/ Н, Приморка / Сін(с) та адаптованих до різних умов – Син (с)/Приморка і А.-Н.д. № 15, які доцільно використовувати у селекційному процесі люцерни на адаптивність при створенні нових сортів.*

**Ключові слова:** генотип, насіннева продуктивність, параметри адаптивних ознак, кореляція, біплот-аналіз.

DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.1>

**Вступ.** Люцерна – багаторічна кормова культура, що вирощується в усьому світі, та серед кормових бобових культур характеризується високою продуктивністю біомаси, поживною цінністю з високим вмістом білка. Вона сприяє підвищенню родючості ґрунту (Latrach et al., 2014), захищає ґрунти від вітрової та водної ерозії (Abdelguerfi & Abdelguerfi-Laouar, 2002). Крім того, фікса-

ція атмосферного азоту робить її незамінним попередником для інших сільськогосподарських культур.

Згідно з численними прогнозами, глобальна зміна клімату призведе до підвищення температури, зміни географічної структури опадів і у майбутньому – до збільшення частоти екстремальних кліматичних явищ (Harrison, 2014). Пагубні наслідки абіотичного стресу є серйозним обме-

женням для вирощування цієї культури (Vasconcelos et al., 2008; Wang, 2015; Tyshchenko et al., 2021).

Одним із основних питань, що стоять перед селекціонерами люцерни, є створення оптимального генотипу, здатного стабільно реалізовувати свій потенціал і при цьому реагувати на зміну умов вирощування. У зв'язку з цим, виникає потреба у різнобічній оцінці селекційного матеріалу за адаптивними ознаками і врожайністю у конкретних агроекологічних умовах. Крім того, для швидкого розмноження та впровадження у виробництво перспективних сортів люцерни вони повинні мати високу насінневу продуктивність та бути адаптованими до різних умов вирощування.

За постійного впливу несприятливих чинників навколишнього середовища: температурні коливання, посухи, надмірне зволоження, засолення ґрунту тощо, кожен рослинний організм здатний адаптуватись до цих умов тільки у межах, обумовлених нормою реакції його генотипу. Чим вища здатність виду змінювати метаболізм, відповідно до діапазонів мінливих умов, тим ширша норма його реакції та вища еколого-адаптивна спроможність (Zajceva, 2015; Zhuchenko, 2009). Сьогодні вимагає ведення безперервного селекційного процесу з постійним його удосконаленням для забезпечення стабільності та зростання кормової і насінневої продуктивності культури, шляхом створення і впровадження нових сортів. На думку О. В. Кільчевського та Л. В. Хотильової саме адаптивна селекція забезпечує пристосувальні можливості сортів з максимальною і стабільною продуктивністю, поєднання продуктивності та стійкості до абіотичних, біотичних стресів в одному сорті та контроль екологічної стабільності (Kil'chevskij & Hotyleva, 2008). Проте основне завдання сучасної селекції повинне бути спрямоване на створення сортів з підвищеною екологічною стійкістю, посиленням їх здатності забезпечувати високу та стабільну врожайність за різних умов вегетації (Goncharenko, 2016, a, b), тобто підтримувати високий рівень адаптації рослин до комплексу біотичних і абіотичних факторів навколишнього середовища (Aseeva & Zenkina, 2019).

За визначенням Лавриненка Ю. О. та ін. адаптивна селекція включає пластичність, стабільність у вузькому та широкому розумінні, тобто здатність генотипів зводити до мінімуму негативні наслідки впливу навколишнього середовища (Tyshchenko et al., 2021). На думку В. В. Базалія такі терміни, як стабільність, пластичність і гомеостатичність трактуються по-різному: іноді вони протиставляються один одному, або вважаються однозначними, а інколи доповнюють один одного (Bazalij, 2004). Пластичність і стабільність – це головні пристосувальні властивості рослин, що є відображенням модифікаційної мінливості під впливом факторів довкілля. Пластичність ознак – це здатність генотипу змінюватись під впливом факторів середовища у межах, які контролюються самим генотипом (Orljuk & Goncharova, 2002). Стабільність – це показник стійкості сорту в реалізації певного фенотипу в різних умовах середовища (Litun, 1980). Це дві протилежні сторони модифікаційної мінливості генотипу, тобто генотип не може бути одночасно стабільним і пластичним за досліджуваною ознакою (Giancarla et al.,

2010; Kil'chevskij & Hotyleva, 2008). Як відзначають П. В. Поползухін разом із співавторами, пластичність, стабільність і гомеостатичність характеризують потенціал модифікаційної та генотипової мінливості окремих сортових ознак, головною з яких є врожайність, а ступінь реакції генотипів на зміну умов середовища характеризує сорт за пластичністю, стабільністю і гомеостатичністю (Popolzuhin et al., 2018). Гомеостатичність – це показник, який об'єднує середню врожайність та адаптаційну норму реакції генотипів на лімітуючі фактори довкілля (Ashraf, 2010; Demidov et al., 2019). Із пластичністю тісно пов'язане поняття «екологічна стабільність», яка відображає здатність рослинних популяцій протистояти стресовим чинникам (Kordjum & Dubina, 2015). На думку Л. П. Байкалової та Ю. І. Сербеннікова терміни «адаптивність», «екологічна пластичність», «екологічна стійкість» можуть замінюватися, а частіше доповнювати один одного (Bajkalova & Serebennikov, 2014). Оцінка генотипів за цими показниками дозволяє виділити екологічно стійкі форми, які забезпечують стабільні врожаї в різних місцях вирощування. Тому однією з головних задач селекції є підвищення адаптивного потенціалу сортів, тобто не тільки підвищення продуктивності рослин, але й поєднання її зі стійкістю до абіотичних і біотичних стресів (Ayalneh et al., 2013; Goncharenko, 2005; Mel'nik et al., 2020), що є критерієм адаптивної здатності рослин (Surin et al., 2016).

Мета досліджень – вивчення адаптивних ознак: пластичності, стабільності, генетичної гнучкості, загальної і специфічної адаптивності у селекційних популяцій люцерни при насінневому використанні, виділення перспективного матеріалу для подальшого використання у селекційному процесі.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводили в Інституті зрошувального землеробства НААН України (Україна, м. Херсон, сел. Наддніпрянське, 46°44'50.1"N 32°42'30.0"E), що розташоване на Інгулецькому зрошувальному масиві, протягом 2017–2020 рр. у польових умовах. Об'єктом вивчення слугували сорти Унітро, Елегія, добори із селекційних зразків за потужністю кореневої системи, відібраних у заповіднику Асканія-Нова, сортів Rambler, Абайська різнокольорова, Сибірська 8 та гібридні популяції F<sub>3</sub>–F<sub>5</sub>, які були створені раніше. Оцінку проводили за насінневого використання в умовах природного зволоження. Площа ділянки 25,0 м<sup>2</sup>. Статистичну обробку експериментальних даних проводили з використанням програм AgroSTAT, XLSTAT, Statistica (v. 13).

Для характеристики адаптивної здатності сорту в математичному вираженні у вітчизняній і зарубіжній літературі запропоновано ряд методів. Вони відрізняються за ступенем складності обчислень, інформативності, об'єктивності, роздільної здатності. Нами були обрані деякі з них для визначення адаптивних ознак. Індекс умов середовища (I), коефіцієнт регресії (bi), екологічна стабільність, пластичність сорту в різних умовах середовища (Si<sup>2</sup>), яку визначали за методикою S. A. Eberhart та W. A. Russell (Eberhart & Russell, 1966), показник стресостійкості (Ymin – Ymax) і генетичної гнучкості ((Ymax + Ymin) / 2) – за рівняннями A. A. Rosielle та J. Hamblin у викладі A. A. Гон-

чаренко (Goncharenko, 2016 а), параметри гомеостатичності (Hom) селекційної цінності (Sc) – за В. В. Хангільдіним та ін. (Hudzenko, 2019; Popov, 2019), коефіцієнт адаптивності (KA) – за методом Л. О. Животкова та ін. (Hudzenko, 2019), загальну адаптивну здатність (OACi), варіансу специфічної адаптивної здатності ( $\sigma^2_{CACi}$ ), відносну стабільність генотипу ( $s_{gi}$ ), селекційну цінність генотипу (СЦГ), коефіцієнти нелінійності (lgi) і компенсації-дестабілізації (Kgi) визначали за О. В. Кільчевським та Л. В. Хотильовою (Kil'chevskij & Hotyleva, 1985). Метеорологічні умови у роки проведення досліджень суттєво різнилися як за кількістю опадів і сумою температур, так і за характером їх розподілу протягом вегетаційного періоду. Це дозволило більш повно оцінити потенціал генотипів люцерни і виділити кращі з них за продуктивністю і стійкістю до несприятливих факторів.

Результати. Умови вирощування люцерни першого року життя травостою у роки досліджень суттєво різнилися. Для їх оцінки використовували індекси умов середовища (Ij). Кращі умови для росту і розвитку рослин

складаються при позитивному значенні умов середовища, гірші – при негативному. З аналізу індексів умов середовища випливає, що найбільш сприятливі умови для формування насінневої продуктивності склалися у 2019 році (Ij = + 123,87), у 2017 році вони були несприятливими (Ij = - 24,94), у 2018 році умови для формування врожайності були дуже несприятливими (Ij = - 98,93).

За роки досліджень урожайність насіння у генотипів люцерни коливалась у широких межах: від 169,57 до 243,10 кг/га при коефіцієнті варіювання V = 11,03 %. Найбільша середня врожайність (Ymean) відзначена у генотипів: А.-Н.д. № 15 (226,30 кг/га), М.г./ П.п. (227,67), Син (с)/ Приморка (229,87) та М.г./ЦП-11 (243,10 кг/га) (табл. 1).

Стійкість до стресу популяцій – важливий показник адаптивності й екологічної пластичності, який визначається різницею між мінімальною і максимальною врожайністю (Ymin - Ymax). Цей параметр має негативний знак, і чим більша величина цього показника, тим вища стійкість генотипів до несприятливих факторів середовища (Goncharenko, 2016 а). Показник стресостійкості

Таблиця 1

**Гомеостатичність і адаптивність популяцій люцерни першого року життя за ознакою врожайності насіння (2017–2019 рр.)**

Сорт, популяція	Позначення	Врожайність зеленої маси, кг/м <sup>2</sup>			Параметри адаптивності						
		Ymin	Ymax	Ymean	Ymin – Ymax	Sc	Gf	bi	Si <sup>2</sup>	KA	Hom
Унітро, ст.-т	G1	83,3	269,0	169,5	- 112,7	98,5	213	0,82	82,5	86,5	46,3
Елегія	G2	95,2	300,0	191,3	- 121,4	113,9	239	0,90	152,2	97,5	54,7
Приморка	G3	107,1	300,0	196,0	- 119,1	118,2	241	0,86	61,0	99,9	58,5
М.г./ П.п.	G4	107,1	395,0	227,7	- 214,1	104,3	288	1,31	305,5	116,1	43,9
Син (с)/Приморка	G5	118,6	376,2	229,9	- 181,4	119,0	286	1,17	56,1	117,2	52,9
LR/ Н	G6	71,4	324,3	176,5	- 190,4	72,9	229	1,16	296,5	90,0	29,7
Приморка / Син(с)	G7	71,4	321,4	175,6	- 187,5	73,1	228	1,14	270,6	89,5	29,8
А.-Н. д. № 114	G8	83,3	333,3	191,0	- 177,0	89,6	245	1,13	64,5	97,4	37,4
А.-Н.д. № 15	G9	131,0	352,4	226,3	- 156,9	125,5	274	1,00	52,3	115,4	59,2
А.-Н. д. № 38	G10	119,0	339,0	210,4	- 165,8	107,5	256	1,01	228,5	107,3	48,5
Добір за к.с.	G11	71,4	304,8	170,0	- 170,9	74,7	219	1,06	144,7	86,7	30,7
Ram. d.	G12	83,8	297,6	175,3	- 153,0	85,2	221	0,97	66,8	89,4	36,5
(Емерауде /Т.) <sup>2</sup>	G13	71,4	304,8	170,0	- 170,9	74,7	219	1,06	144,7	86,7	30,7
Т./Емерауде	G14	119,0	309,5	210,6	- 106,3	138,3	256	0,83	281,7	107,4	75,7
М.г./ЦП-11	G15	154,8	364,3	243,1	- 154,1	140,3	287	0,95	129,0	124,0	69,6
Зимостійка/М.К.	G16	95,2	309,5	194,4	- 130,9	112,2	244	0,95	96,2	99,2	52,4
М.agr/С.	G17	77,6	328,6	198,5	- 139,3	114,4	259	1,10	516,3	101,2	51,3
А.г. d.	G18	75,7	269,0	170,6	- 102,0	105,9	218	0,84	472,2	87,0	51,8
М.г./ М.agr.	G19	85,7	333,3	195,3	- 166,3	97,9	250	1,11	0,6	99,6	41,6
М.г. d.	G20	95,2	333,3	202,4	- 154,7	108,4	256	1,06	12,1	103,2	48,0
ФХНВ <sup>2</sup>	G21	85,7	297,6	183,4	- 130,6	102,9	232	0,94	76,8	93,5	46,8
В.11/П. d.	G22	119,0	345,2	219,1	- 152,0	122,6	269	1,02	0,5	111,7	57,3
Ж./ ЦП-11	G23	117,1	285,7	201,2	- 84,8	141,5	243	0,73	497,0	102,6	86,7
Сибір. 8, d..	G24	93,3	285,7	178,4	- 129,4	97,6	221	0,86	0,5	91,0	44,7
V, %		22,81	9,98	11,03	- 21,35	19,39	9,41	13,83	94,66	11,02	28,97
Sx <sub>абс.</sub>		4,53	6,52	4,41	6,49	4,19	4,72	0,03	32,27	2,25	2,92
Sx <sub>віднос.</sub>		4,66	2,04	2,25	- 4,36	3,96	1,92	2,82	19,32	2,25	5,91
НІР <sub>01</sub>		14,34	20,67	13,99	20,56	13,27	14,96	0,09	102,31	7,13	9,25
НІР <sub>05</sub>		10,36	14,93	10,11	14,85	9,59	10,81	0,07	73,91	5,15	6,69

серед досліджуваних генотипів люцерни коливався від – 84,80 до – 214,10. Найбільш високу стійкість до стресів проявила популяція Ж./ ЦП-11 – (( $Y_{\min} - Y_{\max}$ ) – 84,80 кг/га), найменшу – М.г./ П.п. з показником (( $Y_{\min} - Y_{\max}$ ) = - 214,10).

За допомогою індексу селекційної цінності ( $S_c$ ) можна виділити генотипи, що поєднують високу або середню урожайність з її стабільною реалізацією у мінливих умовах вирощування. Вона визначає добуток середньої врожайності до відношення між мінімальною та максимальною врожайністю за роки досліджень ( $Y_{\text{mean}} \times (Y_{\min} / Y_{\max})$ ). Результати оцінки показали широкий діапазон варіювання за цим показником: від 72,89 до 141,50. Серед досліджуваних генотипів високі значення селекційної цінності показали популяції: Т./Емерауде; М.г./ЦП-11 та Ж./ ЦП-11 зі значеннями 138,25, 140,27, 141,50 відповідно. Аналіз мінливості врожайності насіння у популяції люцерни показує, що лімітуючим фактором врожайності є його стійкість до несприятливих факторів зовнішнього середовища, тобто його буферність або гомеостатичність. Найбільша величина гомеостатичності спостерігається у цих популяцій з числовими значеннями  $\text{Hom} = 75,70; 69,60$  та  $86,67$  відповідно, тобто ці генотипи мають свої генетичні можливості реалізувати при зміні умов вирощування. Як вказує В. В. Хангільдін (Porov et al., 2019), генотипи з високим гомеостазом ( $\text{Hom}$ ) і високим показником селекційної цінності ( $S_c$ ) слабкіше реагують на погіршення умов і добре відгукуються на їх поліпшення.

Характеристику популяцій до стресу доповнює показник генетичної гнучкості ( $G_f$ ) або його компенсаторної здатності, що відображає середню врожайність сортів у контрастних (оптимальних і лімітуючих) умовах. Високі значення цього показника вказують на великий ступінь відповідності між генотипом популяції і факторами середовища. Вищий показник за генетичною гнучкістю ( $G_f$ ) у контрастних умовах спостерігали у популяції люцерни: М.г./ П.п. – 287,95, Син (с)/Приморка – 285,50 та 287,25 у М.г./ЦП-11, при значенні  $G_f = 212,65$  у стандартного сорту Унітро.

Про адаптивність генотипів до умов середовища судять також за екологічною пластичністю та стабільністю їх урожайності. Пластичність оцінюється за коефіцієнтом регресії ( $b_i$ ), який є критерієм (індексом) оцінки рівня екологічної пластичності і вказує на реакцію генотипу на зміну умов середовища. Чим більший  $b_i$ , тим сорт більш чутливий до зміни умов вирощування. У разі якщо  $b_i$  нульовий або прагне до нуля, то сорт не реагує на зміну умов середовища. Якщо  $b_i$  дорівнює або близький до одиниці, зміна врожайності повністю відповідає зміні умов вирощування. Про стабільність судять за варіансою стабільності ( $S_i^2$ ), розрахованою за дисперсією відхилень фактичних врожаїв від теоретично очікуваних. І чим вона менша, тим більшу стабільність мають генотипи, тобто низькі значення  $S_i^2$  показують, що популяція слабо відгукуються на поліпшення умов вирощування та на скільки  $S_i^2$  відповідає пластичності за оцінкою коефіцієнта регресії.

Аналіз результатів досліджень показав, що популяції М.г./ П.п., Син (с)/Приморка, LR/ Н, Приморка / Син(с), А.-Н. d. № 114 мали значення  $b_i > 1$  з варіюванням від 1,13

до 1,31 та які можна віднести до високо пластичних, що дуже реагують на зміну умов середовища. До цієї групи належать генотипи М.г./ М.агр., В.11/П. d., але з меншими значеннями коефіцієнта регресії  $b_i = 1,02-1,11$ . Популяція А.-Н. d. № 15 з показником коефіцієнта регресії  $b_i = 1,00$  є добре адаптованою до різноманітних умов середовища вирощування.

Аналізуючи інші показники (пластичність та стабільність) цих популяцій, можна сказати, що генотип Ж./ ЦП-11 характеризується найнижчим показником пластичності ( $b_i = 0,73$ ), що вказує на її стабільність, однак високий коефіцієнт стабільності ( $S_i^2 = 496,96$ ) говорить про протилежне. У популяції М.г./ П.п. високі значення коефіцієнтів регресії ( $b_i = 1,31$ ), що означає високу її пластичність, а високий коефіцієнт стабільності ( $S_i^2 = 305,51$ ) підтверджує це. Тому для відбору конкурентоспроможних генотипів доцільно характеризувати їх за комплексом адаптивних ознак.

Значні відмінності спостерігалися за параметром стабільності ( $S_i^2$ ) урожайності серед досліджуваних генотипів з діапазоном варіювання від 0,51 до 496,6, й популяції з найнижчими значеннями цієї ознаки можуть вважатися найбільш стабільними. Кращими були популяції: М.г./ М.агр. – 0,55, В.11/П. d. – 0,54 та Сибір. 8, d. – 0,51. Але перші дві з них мають коефіцієнт регресії  $b_i > 1$ , що є нетиповим для стабільних популяцій. І тільки, генотип Сибір. 8, d. має показник коефіцієнта регресії  $b_i < 1$  (0,86), що характеризує її як стабільну. Аналіз отриманих даних показав, що поєднання високої пластичності та стабільності врожайності відмічено тільки у двох популяцій: М.г./ М.агр. ( $b_i = 1,11$ ,  $S_i^2 = 0,55$ ), В.11/П. d. ( $b_i = 1,02$ ,  $S_i^2 = 0,54$ ).

Для оцінки продуктивного і адаптивного потенціалу генотипів люцерни використовували коефіцієнт адаптивності (КА) за Л. О. Животковим (Hudzenko, 2019), який відображає відношення середньої врожайності популяції до «середньопопуляційної врожайності». Це зіставлення врожайності досліджуваних генотипів проводиться не зі стандартом, а з середньою врожайністю за всіма порівнюваними популяціями. Показник норми реакції їх у кожному році приймається за 100 %. Реакцію ж окремого генотипу на сформовані конкретні умови вегетаційного періоду можна визначити за співвідношення його врожайності до «середньопопуляційної». При цьому цифрове значення цього показника може виражатися як відносна величина. Якщо КА перевищує 100 %, то такий генотип є потенційно високо продуктивним. Максимальними значеннями коефіцієнта адаптивності характеризувалися популяції: М.г./ЦП-11, Син (с)/Приморка та М.г./ П.п. й А.-Н.d. № 15 з показниками КА = 123,96; 117,21; 116,06 і 115,40 відповідно. Коефіцієнт адаптивності у стандартного сорту Унітро був одним з найнижчих та становив 86,45.

Кореляційним аналізом отриманих даних за роки досліджень встановлено високий позитивний зв'язок урожайності насіння у популяції люцерни ( $r = 0,768-0,882$ ) з показником генетичної гнучкості ( $G_f$ ) та коефіцієнтом адаптивності (КА) ( $r = 0,799-0,891$ ). В роки з гіршими умовами (2017 і 2018 рр.) врожайність насіння мала високу кореляційну залежність із селекційною цінністю

(Sc) ( $r = 0,834-0,976$ ) та гомеостатичністю (Hom) ( $r = 0,750-0,890$ ), тоді як за кращих умов (2019 р.) вона була низькою. Коефіцієнт регресії мав високий зв'язок (bi) ( $r = 0,746$ ) з врожайністю в кращих умовах, тоді як з врожайністю в гірших він був від'ємним і низьким ( $r = -0,200-0,264$ ). Дослідження кореляційних залежностей дозволяє визначити ті ознаки, які можуть бути факторіальними і слугувати критеріями для відбору на продуктивність з урахуванням стійкості до абіотичних факторів. Ці ознаки визначені (Gf, KA, Sc, Hom, bi) і вони дозволять вести селекцію більш цілеспрямовано (табл. 2).

За комплексом ознак гомеостатичності та показниками адаптивності найбільш стабільною виявилася популяція Ж./ ЦП-11, яка перевищувала стандарт за врожайністю. Вона характеризувалася високою гомеостатичністю (Hom = 86,67), селекційною цінністю (Sc = 141,50), коефіцієнтом адаптивності (KA = 102,61), а показник пластичності був меншим за одиницю (bi = 0,73), проте показник стабільності був найвищим  $Si^2 = 496,96$ .

Генотип М.г./ П.п. перевищував стандарт за врожайністю, володів високими коефіцієнтами регресії bi = 1,31 і стабільності –  $Si^2 = 305,51$ , та характеризувався високим коефіцієнтом адаптивності – KA = 116,09. За даними показниками цю популяцію можна віднести до інтенсивного типу. Популяція А.-Н.д. № 15 добре адаптована до різноманітних умов середовища вирощування (bi = 1) та перевищувала стандарт за врожайністю.

Для більш повного аналізу адаптивної здатності популяцій люцерни за методикою О. В. Кільчевського та Л. В. Хотильової (Kil'chevskij & Hotyleva, 1985) були розраховані параметри адаптивності: загальна адаптивна здатність (ОАСі), показник взаємодії генотип-середовище ( $\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$ ), варіанса специфічної адаптивної здатності ( $\sigma^2_{CACS_i}$ ), відносна стабільність генотипу ( $s_{gi}$ ), селекційна цінність генотипу (СЦГі), коефіцієнт компенсації-дестабілізації ( $K_{gi}$ ), коефіцієнт нелінійності ( $I_{gi}$ ) та реакції популяцій на середовище. На думку О. В. Кільчевського та Л. В. Хотильової під адаптивною здатністю розуміють властивість популяції підтримувати характерну для неї величину фенотипового прояву

ознаки. При цьому розрізняють загальну та специфічну адаптивність (Kil'chevskij & Hotyleva, 1985).

Загальна адаптивна здатність (ОАСі) коливається у широких межах, від - 0,11 до 46,99, та характеризує відхилення середньосортового значення по роках досліджень від середньопопуляційної. За показником врожайності насіння високим значенням ОАСі була відмічена популяція М.г./ЦП-11 – 46,99. Деяко нижчими значеннями (31,56 й 33,76) характеризувалися генотипи: М.г./ П.п. і Син (с)./Приморка (табл. 3).

Варіанса специфічної адаптивної здатності ( $\sigma^2_{CACS_i}$ ) показує стабільність популяції і є більш інформативною, порівняно з показником взаємодії «популяція-середовище» ( $\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$ ), тому що враховує компенсаційний ефект. Широкий діапазон варіювання спостерігався у показника варіанси специфічної адаптивної здатності ( $\sigma^2_{CACS_i}$ ) від 6942 до 22197. Меншим значенням цього показника, а й відповідно високою стабільністю відрізнявся генотип Ж./ ЦП-11 зі значенням 6942. Деяко вищі показники мали: стандартний сорт Унітро – 8587, популяції Т./Емерауде – 8948, А.г. д. – 9186, Приморка – 9309 та Сибір. 8, д. – 9457.

Параметр відносної стабільності генотипу ( $s_{gi}$ ) не пов'язаний із загальною адаптивною здатністю та носить відносний характер. Багато дослідників вказують на спадковий характер даного показника, що дозволяє використовувати генотипи в селекції на стабільність. На підставі отриманих результатів можна відзначити, що за параметром відносної стабільності генотипу ( $s_{gi}$ ) найнижчими характеризувалися селекційні номери: Ж./ ЦП-11 – 41,4, М.г./ЦП-11 – 44,3 та 44,9 у популяції Т./Емерауде.

Високими показниками селекційної цінності СЦГі серед досліджуваних популяцій, виділялися: А.-Н.д. № 15 зі значенням 129,1, Т./Емерауде – 129,3 та Ж./ ЦП-11 – 129,6, але найвищим – 150,5 характеризувалася популяція М.г./ЦП-11.

Селекційні номери мали лінійну реакцію на умови зовнішнього середовища ( $I_{gi} = -0,0118-0,1484$ ). Варіювання коефіцієнта компенсації-дестабілізації становило 0,55–1,75, що вказує як на компенсуючі, так і дестабілізуючі ефекти.

Таблиця 2

**Кореляційні залежності між врожайністю насіння популяцій люцерни першого року життя та гомеостатичністю і параметрами адаптивності (2017–2019 рр.)**

	Y17/17	Y18/18	Y19/19	Ymean	Ymin – Ymax	Sc	Gf	bi	Si <sup>2</sup>	KA	Hom
Y17/17	1,000	0,837	0,375	0,834	0,363	0,976	0,768	- 0,264	0,100	0,834	0,890
Y18/18	0,837	1,000	0,498	0,891	0,119	0,834	0,770	- 0,200	- 0,144	0,891	0,750
Y19/19	0,375	0,498	1,000	0,799	- 0,727	0,194	0,882	0,746	- 0,139	0,799	0,005
Ymean	0,834	0,891	0,799	1,000	- 0,185	0,735	0,976	0,203	- 0,081	1,000	0,581
Ymin – Ymax	0,363	0,119	- 0,727	- 0,185	1,000	0,527	- 0,317	- 0,945	0,214	- 0,185	0,654
Sc	0,976	0,834	0,194	0,735	0,527	1,000	0,631	- 0,459	0,125	0,735	0,962
Gf	0,768	0,770	0,882	0,976	- 0,317	0,631	1,000	0,381	- 0,045	0,976	0,456
bi	- 0,264	- 0,200	0,746	0,203	- 0,945	- 0,459	0,381	1,000	- 0,081	0,203	- 0,605
Si <sup>2</sup>	0,100	- 0,144	- 0,139	- 0,081	0,214	0,125	- 0,045	- 0,081	1,000	- 0,081	0,243
KA	0,834	0,891	0,799	1,000	- 0,185	0,735	0,976	0,203	- 0,081	1,000	0,581
Hom	0,890	0,750	0,005	0,581	0,654	0,962	0,456	- 0,605	0,243	0,581	1,000

Примітка: Y17/17 – сієва 2017 р. – врожайність 2017 р., Y18/18 – сієва 2018 р. – врожайність 2018 р., Y19/19 – сієва 2019 р. – врожайність 2019 р.

Параметри адаптивних властивостей зразків люцерни першого року життя за ознакою врожайності насіння за методикою О. В. Кільчевського та Л. В. Хотильової (2017–2019 рр.)

Сорт, популяція	Позначення	Врожайність зеленої маси, кг/м <sup>2</sup>			Параметри адаптивності						
		Ymin	Ymax	Ymean	OACi	$\sigma^2_{(G \times E)_{ij}}$	$\sigma^2_{CACi}$	s <sub>gi</sub>	СЦГі	K <sub>gi</sub>	I <sub>gi</sub>
Унітро, ст.-т	G1	83,3	269,0	169,5	-26,6	289	8587	54,7	89,9	0,68	0,0336
Елегія	G2	95,2	300,0	191,3	-4,8	36	10441	53,4	103,4	0,82	0,0034
Приморка	G3	107,1	300,0	196,0	-0,1	138	9309	49,2	113,1	0,73	0,0148
M.g./ П.п.	G4	107,1	395,0	227,7	31,6	1259	22197	65,4	99,6	1,75	0,0567
Син (с)/Приморка	G5	118,6	376,2	229,9	33,8	222	17347	57,3	116,7	1,36	0,0128
LR/ Н	G6	71,4	324,3	176,5	-19,6	303	17188	74,3	63,9	1,35	0,0176
Приморка / Сін(с)	G7	71,4	321,4	175,6	-20,5	237	16762	73,7	64,3	1,32	0,0141
А.-Н. d. № 114	G8	83,3	333,3	191,0	-5,1	98	1636	67,0	81,0	1,29	0,0060
А.-Н.d. № 15	G9	131,0	352,4	226,3	30,2	-132	12801	50,0	129,1	1,01	-0,0103
А.-Н. d. № 38	G10	119,0	339,0	210,4	14,3	-44	12973	54,1	112,5	1,02	-0,0034
Добір за к.с.	G11	71,4	304,8	170,0	-26,1	-36	14433	70,7	66,8	1,14	-0,0025
Ram. d.	G12	83,8	297,6	175,3	-20,8	-113	11971	62,4	81,3	0,94	-0,0094
(Емерауде /Т. ) <sup>2</sup>	G13	71,4	304,8	170,0	-26,1	-36	14433	70,7	66,8	1,14	-0,0025
Т./Емерауде	G14	119,0	309,5	210,6	14,5	334	8948	44,9	129,3	0,70	0,0374
M.g./ЦП-11	G15	154,8	364,3	243,1	47,0	-67	11619	44,3	150,5	0,91	-0,0057
Зимостійка/М.К.	G16	95,2	309,5	194,4	-1,7	-78	11504	55,2	102,3	0,91	-0,0068
M.agr/С.	G17	77,6	328,6	198,5	2,4	227	15649	63,0	91,0	1,23	0,0145
A.r. d.	G18	75,7	269,0	170,6	-25,5	402	9186	56,2	88,2	0,72	0,0438
M.g./ M.agr.	G19	85,7	333,3	195,3	-0,8	4	15764	64,3	87,4	1,24	0,0003
M.g. d.	G20	95,2	333,3	202,4	6,3	-99	14432	59,4	99,1	1,14	-0,0068
ФХНВ <sup>2</sup>	G21	85,7	297,6	183,4	-12,7	-74	11263	57,9	92,2	0,89	-0,0066
В.11/П. d.	G22	119,0	345,2	219,1	23,0	-155	13131	52,3	120,7	1,03	-0,0118
Ж./ ЦП-11	G23	117,1	285,7	201,2	5,1	1030	6942	41,4	129,6	0,55	0,1484
Сибір. 8, d..	G24	93,3	285,7	178,4	-17,7	79	9457	54,5	94,9	0,74	0,0083
V, %		22,81	9,98	11,03	-	217,49	27,51	13,81	15,75	23,30	27,54
Sx <sub>абс</sub>		4,53	6,52	4,44	4,41	70,73	731,54	3,19	1,87	4,70	0,06
Sx <sub>віднос</sub>		4,66	2,04	2,25	-	44,40	5,62	2,82	3,22	4,76	5,62
HIP <sub>01</sub>		14,34	20,67	13,99	13,99	224,22	2318,98	10,11	5,93	14,91	0,18
HIP <sub>05</sub>		10,36	14,93	10,11	10,11	161,98	1675,22	7,30	4,28	10,77	0,13

Насіннева продуктивність популяцій люцерни за роки досліджень має високий позитивний кореляційний зв'язок ( $r = 0,799-0,891$ ) з показником загальної адаптивної здатності (OACi). В роки з гіршими умовами (2017 і 2018 рр.) врожайність насіння мала високу позитивну кореляційну залежність з селекційною цінністю генотипу (СЦГі) ( $r = 0,935-0,955$ ) та високу від'ємну з показником відносної стабільності ( $s_{gi}$ ) ( $r = -0,777 - -0,819$ ), тоді як за кращих умов (2019 р.) вона була середньою ( $r = 0,316$ ) та низькою ( $r = 0,104$ ) відповідно. Варіанса специфічної адаптивної здатності ( $\sigma^2_{CACi}$ ) мала високий зв'язок ( $r = 0,747$ ) з врожайністю в кращих умовах, тоді як з врожайністю в гірших він був від'ємним і низьким ( $r = -0,196 - -0,246$ ) (табл. 4).

За параметрами відносної стабільності, варіанси специфічної адаптивної здатності та селекційної цінності генотипу були виділені найкращі популяції: Т./Емерауде, М.г./ЦП-11 і Ж./ ЦП-11 та всі вони істотно перевищували стандарт за врожайністю. Найбільш нестабільними виявилися популяції: LR/ Н та Приморка / Сін(с), що мали найгірші показники відносної стабільності, варіанси спе-

цифічної адаптивної здатності та селекційної цінності генотипу, а також володіли дестабілізуючим ефектом.

Розглядаючи згенерований біплот, можна провести аналіз впливу року випробування на генотипи та їх реакцію на зміну навколишнього середовища. За результатами GGE біплот-аналізу ми виділили такі найбільш стабільні популяції: G14 – Т./Емерауде, G15 – М.г./ЦП-11 та G23 – Ж./ ЦП-11, що знаходяться в одній чверті з векторами врожайності за гірших умов (2017 і 2018 роки) та слабкіше реагують на погіршенні умови вирощування. (рис. 1).

Популяції G1 – Унітро, G6 – LR/ Н, G7 – Приморка / Сін(с), G13 – (Емерауде /Т. )<sup>2</sup> та G18 – А.г. d., що перебувають в третій і четвертій чвертях, утворюючи півколо, показали різке зниження врожайності за гірших умов зволоження.

Популяції G4 – М.г./П.п. та G5 – Син (с)/Приморка, що знаходяться в першій чверті з вектором врожайності за кращих умов та наближені до його вершини, добре відгукуються на покращення умов зволоження, але володіють середньою (107,10 і 118,60 кг/га відповідно) насінневою



Кореляційні залежності між врожайністю насіння та параметрами адаптивних властивостей зразків люцерни першого року життя за методикою О. В. Кільчевського та ін. (2017–2019 рр.)

	Y17/17	Y18/18	Y19/19	Ymean	OACi	$\sigma^2(G \times E)_{gi}$	$\sigma^2CACi$	$s_{gi}$	ЦЦГi	$K_{gi}$	$I_{gi}$
Y17/17	1,000	0,837	0,375	0,834	0,834	0,166	-0,246	-0,819	0,935	-0,249	0,242
Y18/18	0,837	1,000	0,498	0,891	0,891	0,032	-0,196	-0,777	0,955	-0,200	0,085
Y19/19	0,375	0,498	1,000	0,799	0,799	0,096	0,747	0,104	0,316	0,744	-0,214
Ymean	0,834	0,891	0,799	1,000	1,000	0,119	0,212	-0,511	0,821	0,208	0,012
OACi	0,834	0,891	0,799	1,000	1,000	0,119	0,212	-0,511	0,821	0,208	0,012
$\sigma^2(G \times E)_{gi}$	0,166	0,032	0,096	0,119	0,119	1,000	0,156	-0,053	0,067	0,157	0,865
$\sigma^2CACi$	-0,246	-0,196	0,747	0,212	0,212	0,156	1,000	0,719	-0,382	1,000	-0,244
$s_{gi}$	-0,819	-0,777	0,104	-0,511	-0,511	-0,053	0,719	1,000	-0,907	0,721	-0,305
ЦЦГi	0,935	0,955	0,316	0,821	0,821	0,067	-0,382	-0,907	1,000	-0,385	0,195
$K_{gi}$	-0,249	-0,200	0,744	0,208	0,208	0,157	1,000	0,721	-0,385	1,000	-0,242
$I_{gi}$	0,242	0,085	-0,214	0,012	0,012	0,865	-0,244	-0,305	0,195	-0,242	1,000

продуктивністю, що характеризує їх як пластичні до умов вирощування популяції.

Аналізуючи отримані дані за насінневою продуктивністю, параметрами адаптивної здатності та біплот-аналізом, можна розділити досліджувані популяції на три групи: інтенсивного типу, стабільні та адаптовані до різних умов. До найкращих стабільних популяцій відносяться: М.г./ЦП-11 і Ж./ЦП-11, інтенсивного типу – LR/Н, Приморка / Сін(с) та адаптованих до різних умов – Син(с)/Приморка і А.-Н.д. № 15.

**Обговорення.** В науковій літературі багато робіт присвячено вивченню адаптивних ознак на різних сільськогосподарських культурах з великою кількістю показників. Проте відбір показників адаптивності та встановлення їх параметрів є необхідним тому, що не всі вони здатні характеризувати зразки за адаптивністю.

Дослідження на різних сільськогосподарських культурах показали, що рівень селекційної цінності і гомеостатичності сприяли відбору кращих зразків за адаптивною здатністю. (Ignat'ev & Regidin, 2019; Habibullin et al., 2020; Lozinskyi, 2018; Postolati, 2016; Demidov et al., 2019). В наших дослідженнях також ці показники мали високу залежність із врожайністю у гірші роки (2017, 2019), і низьку в кращий (2019), що характеризує стійкість популяцій до стресу. За даними дослідників, показники варіанси специфічної адаптивної здатності, відносної стабільності та селекційної цінності генотипу допомагали при відборі кращих зразків за адаптивною здатністю (Kurkova, 2018; Popolzuhin et al. 2018). Це узгоджується з нашими даними та відображає реакцію популяцій до стресу. Отримані показники мали високу залежність з врожайністю в гірші роки (2017, 2019), і низьку за кращого року (2019).

В деяких дослідженнях (Ignat'ev & Regidin, 2019; Lozinskyi, 2018; Postolati, 2016) за коефіцієнтом регресії були розділені зразки різних сільськогосподарських культур на три групи: інтенсивного типу, стабільного та адаптованого до різних умов. Отримані нами дані показали, що коефіцієнт регресії мав від'ємну низьку залежність із врожайністю у гірші роки (2017, 2019), і високу за кращого року (2019), що цілком показує реакцію популяцій на умови вирощування.

Показники рівня стресостійкості, коефіцієнта адаптивності, загальної адаптивної здатності та генетичної гнучкості сприяли відбору кращих зразків за адаптивною

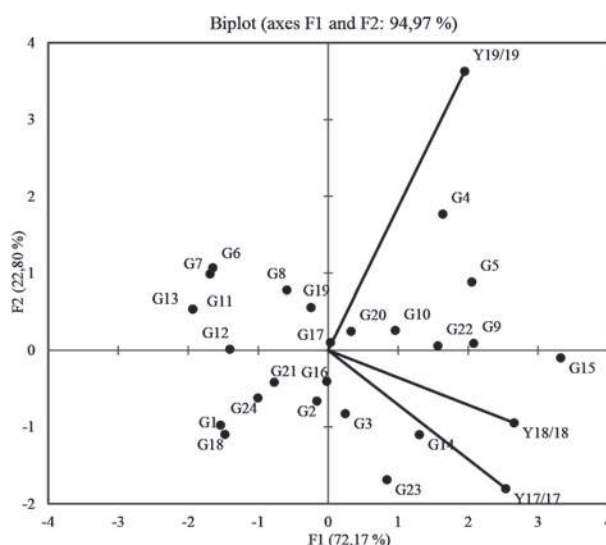


Рис. 1. Генотип-середовищна взаємодія генотипів люцерни і середовищ (роки)(метод біплот-аналіз).

Лініями показані власні вектори провідних факторних навантажень для середовищ:  
 —●— рік вирощування; ●— генотип

здатністю на різних сільськогосподарських культурах (Ignat'ev & Regidin, 2019; Habibullin et al., 2020; Lozinskyi, 2018; Postolati, 2016; Kurkova, 2018; Popov et al., 2019). Отримані нами ці показники не в повній мірі характеризують стійкість популяцій до стресу тому, що мали високу залежність з врожайністю як в гірші роки (2017, 2018), так і в кращий (2019).

**Висновки.** Комплексна оцінка досліджуваних популяцій за врожайністю насіння люцерни і параметрами адаптивності з використанням різних методик і біплот-аналізу дозволила виділити генотипи, що мають високу потенційну продуктивність і найбільшу адаптивність. До них відносяться генотипи: стабільні М.г. / ЦП-11 і Ж. / ЦП-11, інтенсивного типу – LR/Н, Приморка / Сін(с) та адаптовані до різних умов – Син(с)/Приморка і А.-Н.д. № 15, які доцільно використовувати у селекційному процесі люцерни на адаптивність при створенні нових сортів.

### **Бібліографічні посилання:**

1. Abdelguerfi, A., & Abdelguerfi-Laouar, M. (2002). Forage and pasture species: The uses in Maghreb (Algeria, Morocco, and Tunisia). FAO, Rome, Italy.
2. Aseeva, T. A. & Zenkina, K. V. (2019). Adaptivnost' sortov jarovoj tritikale v agroekologicheskikh usloviyah srednego Priamur'ja. Rossijskaja sel'skohozjajstvennaja nauka, 1, 9–11. doi: 10.31857/S2500-2627201919-11 (in Russian).
3. Ashraf, M. (2010). Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. Biotech. Adv., 28, 169–183.
4. Ayalneh, T., Letta, T. & Abinasa, M. (2013). Assessment of stability, adaptability and yield performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in South Eastern Ethiopia. J. Agric. & Environ. Sci, 13(7), 885–890. doi: 10.5829/idosi.aejaes.2013.13.07.1950.
5. Bajkalova, L. P. & Serebennikov, Ju. I. (2014). Ocenka adaptivnogo potenciala sortov jachmenja v Kanskoj lesostepi [Assessment of the adaptive potential of barley varieties in the Kansk forest-steppe]. Vestnik KrasGAU, 10, 93–97 (in Russian).
6. Bazalij, V. V. (2004). Principi adaptivnoї selekcii ozimoy pshenyci v zoni Pivdenного Stepu [Principles of adaptive selection of winter wheat in the Southern Steppe zone]. Ajlant, Herson, 243. (in Ukrainian).
7. Demidov, O. A., Homenko, S. O., Chugunkova, T. V. & Fedorenko, I. V. (2019). Urozhajnist' ta gomeostatichnist' kolekciynih zrazkiv pshenici jari. Visnik agrarnoi nauki, 9(798), 47–51 (in Ukrainian).
8. Eberhart, S. A. & Russell, W. A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, 6(1), 36–40.
9. Giancarla, V., Madosa, E., Ciulca, S., Ciulca, A., Petolescu, C., & Bitea, N. (2010). Assessment of drought tolerance in some barley genotypes cultivated in West part of Romania. J. Hortic. For. Biotechnol., 14(3), 114–118.
10. Goncharenko, A. A. (2005). Ob adaptivnosti i jekologicheskoy ustojchivosti sortov zernovyh kul'tur [On the adaptability and ecological sustainability of grain varieties]. Vestnik RASHN, 6, 49–53 (in Russian).
11. Goncharenko, A. A. (2016) a. Sravnitel'naja ocenka adaptivnogo potenciala sortov zernovyh kul'tur i zadachi selekcii [Comparative assessment of the adaptive potential of grain varieties and breeding problems]. Selekcija rastenij: proshloe, nastojashhee i budushhee. Sbornik materialov I Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvjashhjonnoj 140-letiju NIU «BelGU» i 100-letiju so dnja rozhdenija selekcionera, uchenogo i pedagoga, doktora sel'skohozjajstvennyh nauk, professora Shhelokovoj Zoi Ivanovny, 46–48 (in Russian).
12. Goncharenko, A. A. (2016) b. Jekologicheskaja ustojchivost' sortov zernovyh kul'tur i zadachi selekcii [Environmental sustainability of grain varieties and breeding objectives]. Zernovoe hozjajstvo Rossii, 2(44), 31–36 (in Russian).
13. Habibullin, K. N., Ashiev, A. R., & Skulova, M. V. (2020). Ocenka adaptivnosti i produktivnosti rastenij kolekcii gorokha posevnogo [Assessment of the adaptability and productivity of plants in the collection of sowing peas]. Zernovoe khozjajstvo Rossii, 1(67), 33–36 (in Russian). doi: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-33-36
14. Harrison, M. T., Tardieu, F., Dong, Z., Messina, C. D. & Hammer, G. L. (2014). Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions. Glob. Change Biol, 20(3), 867–878. doi: 10.1111/gcb.12381.
15. Hudzenko, V. N. (2019). Statisticheskaja i graficheskaja (GGE biplot) ocenka adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti selekcionnyh linij jachmenja ozimogo [Statistical and graphic (GGE biplot) assessment of adaptive capacity and stability of breeding lines of winter barley]. Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii, 23(1), 110–118 (in Russian). doi: 10.18699/VJ19.469
16. Ignat'ev, S. A., & Regidin, A. A. (2019). Ocenka parametrov adaptivnosti kollekcionnykh obrazcov ehspareta [Assessment of the parameters of adaptability of collection specimens of esparcet]. Zernovoe khozjajstvo Rossii, 3(63), 53–58. doi: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-53-58 (in Russian).
17. Kil'chevskij, A. V. & Hotyleva, L. V. (1985). Metod ocenki adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti genotipov, differencirujushhej sposobnosti srede [Method for assessing the adaptive ability and stability of genotypes, the differentiating ability of the environment]. Soobshhenie I. Obosnovanie metoda. Genetika, XXI(9), 1481–1489 (in Russian).
18. Kil'chevskij, A. V. & Hotyleva, L. V. (2008). Geneticheskie osnovy selekcii rastenij [Genetic bases of plant selection]. V 4 t. T. 1. Obshhaja genetika rastenij. Belarus. nauka, Minsk, 551 (in Russian).
19. Kordjum, E. L. & Dubina, D. V. (2015). Plastichnist' ontogenezu sudinnih roslin :molekuljarni, klitinni, populjacionni ta cenotichni aspekti. Visn.NAN Ukraïni, 7, 32–36. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu\\_2015\\_7\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2015_7_7) (in Ukrainian).
20. Kurkova, I. V., & Fokin, S. A. (2018). Ocenka adaptivnoj sposobnosti i ekhologicheskoy plastichnosti sortov i sortoobrazcov yarovogo yachmenya amurskoj selekcii [Assessment of the adaptive capacity and ecological plasticity of varieties and varieties of spring barley of the Amur selection]. Vestnik KraSGAU, 2, 16–21 (in Russian).
21. Latrach, L., Farissi, M., Mohammed, M., Makoudi, B., Bouizgaren, A. & Ghoulam, C. (2014). Growth and nodulation of alfalfa-rhizobia symbiosis under salinity: electrolyte leakage, stomata conductance, and chlorophyll fluorescence. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 38, 320–326. doi:10.3906/tar-1305-52.
22. Litun, P. P. (1980). Vzaimodejstvie genotip-sreda v geneticheskikh issledovanijah i sposoby ego izuchenija [Genotype-environment interaction in genetic research and methods of its study]. Problemy otbora i ocenki selekcionnogo materiala. K, Naukova dumka, 63–93 (in Russian).
23. Lozinskyi, M. V. (2018). Adaptivnist selektsiynykh nomeriv pshenytsi ozymoi, otrymanykh vid skhreshchuvannia riznykh ekotypiv za kilkistiu koloskiv v holovnomu kolosi [Adaptability of selection numbers of winter wheat, taken from different types of growing varieties for a number of spikes at the head spike]. Ahrobiolohiia, 1, 233–243 (in Ukrainian).
24. Mel'nik, A. V., Roman'ko, Ju. O. & Roman'ko, A. Ju. (2020). Adaptivnij potencial i stresostijkist' suchasnih sortiv soyi [Adaptive potential and stress resistance of modern soybean varieties]. Tavrijs'kij naukovij visnik, 113, 85–91. doi: 10.32851/2226-0099.2020.113.12 (in Ukrainian).
25. Orljuk, A. P. & Goncharova, K. V. (2002). Adaptivnij i produktivnij potenciali pshenici [Wheat adaptive and productive potential]. Ajlant, Herson, 275 (in Russian).
26. Popolzuhin, P. V., Vasilevskij, V. D., Gajdar, A. A., Kuz'mina, E. S. & Parshutkin, Ju. Ju. (2018). Adaptivnyj potencial sortov mjagkoj jarovoj pshenicy raznyh grupp spelosti v juzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri. Sostojanie i perspektivy nauchnogo

obespechenija APK Sibiri: Sbornik nauchnyh statej, posvjashhennyj 190-letiju opytного dela v Sibiri, 100-letiju sel'skoho zrajstvennoj nauki v Omskom Priirtysh'e i 85-letiju obrazovanija Sibirskogo NII sel'skogo hazjajstva, 201–204. (in Russian).

27. Popov, S. I., Leonov, O. Yu., Popova, K. M., & Avramenko, S. V. (2019). Ecological plasticity of winter wheat varieties depending on root nitrogen nutrition in the eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15(3), 296–302 (in Ukrainian). doi: 10.21498/2518-1017.15.3.2019.181087

28. Postolati, A. A., Sergej, T. P., & Pleshka, A. V. (2016). Uroven' adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti razlichnykh genotipov *Triticum aestivum* L. v usloviyakh Bel'skoj stepi [The level of adaptive ability and resistance of different genotypes of *Triticum aestivum* L. in the conditions of the Belskaya steppe]. *Știința agricolă*, 1, 26–30 (in Russian).

29. Surin, N. A., Zobova, N. V., Ljahova, N. E., Neshumaeva, N. V., Plehanova, L. V., Chuslin, A. A., Onufrienok, T. V., Gerasimov, S. A. & Lipshin, A. G. (2016). Istochniki cennykh priznakov v selekcii jachmenja na adaptivnost' [Sources of valuable traits in barley breeding for adaptability]. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 30(6), 36–40 (in Russian).

30. Tyshchenko, A. V., Tyshchenko, O. D., & Liuta, Yu. O. (2021). Otsinka henotypiv liutserny za nasinnievoiu produktyvnistiu na posukhostiikist [Assessment of alfalfa genotypes for their productivity on dryness]. *Tavrijskyi naukovyi visnyk*, 120. 155–168 (in Ukrainian). doi: 10.32851/2226-0099.2021.120.21

31. Tyshchenko, A. V., Tyshchenko, O. D., Liuta, Yu. O., & Piliarska, O. O. (2021). Adaptivna zdattnist – vazhlyva oznaka v selekcii Roslyn [Adaptive ability is an important feature in plant breeding]. *Zroshuvane zemlerobstvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk. VD «Helvetyka», Kherson*, 75, 101–109 (in Ukrainian).

32. Vasconcelos, E. S., Barioni Júnior, W., Cruz, C. D., Ferreira, R. de P., Rassini, J. B. & Vilela, D. (2008). Alfalfa genotype selection for adaptability and stability of dry matter production. *Acta Sci. Agron.* 30, 339–343. doi: 10.4025/actasciagron.v30i3.3511.

33. Wang, Z., Ke, Q., Kim, M. D., Kim, S. H., Ji, C. Y., & Jeong, J. C. (2015). Transgenic Alfalfa Plants Expressing the Sweetpotato Orange Gene Exhibit Enhanced Abiotic Stress Tolerance. *PLoS ONE*, 10(5), e0126050. doi: 10.1371/journal.pone.0126050

34. Zajceva, I. O. (2015). Analiz fenoritmiki ta adaptivnih vlastivostej kleniv v umovah introdukcii u Stepovomu Pridniprovy [Analysis of phenorhythmics and adaptive properties of maples in the conditions of introduction in the Steppe Dnieper]. *Visnyk Dnipropetrov'skogo derzhavnogo agrarno-ekonomichnogo universitetu*. 6–12 (in Ukrainian).

35. Zhuchenko, A. A. (2009). Adaptivnoe rastenievodstvo jekologo-geneticheskoe osnovy. Teorija i praktika [Adaptive plant growing ecological-genetic basis. Theory and practice]. *V 3-h t. Agrorus, M.*, 2, 1104 (in Russian).

**Vozhegova R. A.**, Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Academician of NAAS of Ukraine, Director, Institute of Irrigated Agriculture, Kherson, Ukraine

**Tyshchenko A. V.**, PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Institute of Irrigated Agriculture, Kherson, Ukraine

**Tyshchenko O. D.**, PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Institute of Irrigated Agriculture, Kherson, Ukraine

**Dimov O. M.**, PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Institute of Irrigated Agriculture, Kherson, Ukraine

**Lyuta Yu.O.**, PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor SHEI Prazovsky State Technical University, Mariupol, Ukraine

#### **Features of manifestation of adaptive traits in breeding populations of alfalfa in seed production**

Adaptive traits in alfalfa populations have been studied: plasticity, stability, genetic flexibility, general and specific adaptability in seed use, promising material for its further use in the selection process has been identified. Field, statistical. The research was conducted at the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS of Ukraine during 2017–2020 pp. 24 alfalfa populations were studied. Environmental condition indices (*Ij*) were used to assess growing conditions. The most favorable conditions for the formation of seed productivity were in 2019 ( $Ij = + 123.87$ ), in 2017 they were unfavorable ( $Ij = - 24.94$ ), in 2018 – conditions were very unfavorable ( $Ij = - 98.93$ ). Seed yield in alfalfa genotypes ranged from 169.57 to 243.10 kg/ha. There was a high positive relationship between seed yield in alfalfa populations ( $r = 0.768–0.882$ ) with the index of genetic flexibility (*Gf*), total adaptive capacity (*OACi*) ( $r = 0.799–0.891$ ) and adaptability coefficient (*KA*) ( $r = 0.799–0.891$ ). On the base of data analyze of seed productivity of alfalfa population for the first year its populations can be divided into three groups: intensive, stable and adapted types on the parameters of adaptive capacity and biplot analysis. The best stable populations were: Mg / CP-11 and J. / CP-11, intensive type – LR / H, Primorka / Sin (s) and adapted to different conditions – Sin (s) / Primorka and A.-N. d. № 15. Comprehensive assessment of populations on alfalfa seed yield and adaptability parameters using different methods and biplots analysis allowed to identify genotypes with high potential productivity and the greatest adaptability. These include genotypes: stable Mg / CP-11 and J. / CP-11, intensive type – LR / H, Primorka / Sin (s) and adapted to different conditions – Sin (s) / Primorka and A.-N.d. № 15, which should be used in the selection process of alfalfa for adaptability in the creation of new varieties.

**Key words:** genotype, seed productivity, parameters of adaptive traits, correlation, biplot analysis.

## ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ ШКІДНИКІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Деменко Віктор Михайлович**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-8264-2802  
Victmix64@ukr.net

**Голінач Оксана Леонідівна**

начальник управління фітосанітарної безпеки  
Головне управління Держпродспоживслужби в Сумській області, м. Суми, Україна  
hovoruno@gmail.com

**Ємець Олександр Михайлович**

кандидат біологічних наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0003-1228-1439  
yemets\_a@ukr.net

**Бурдуланюк Алла Олександрівна**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-9258-7456  
burdalla@ukr.net

**Рожкова Тетяна Олександрівна**

кандидат біологічних наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-0791-9736  
rozhkova8@gmail.com

**Татарінова Валентина Іванівна**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0001-5008-2276  
tatarinovasnu@gmail.com

Дослідження проводили у базових господарствах управління фітосанітарної безпеки головного управління Держпродспоживслужби у Сумській області у 2016–2018 рр. Методика проведення досліджень була загальноприйнята. На посівах пшениці озимої пошкодження наносять жук-кузька хлібний (*Anisoplia austriaca* Hrbst.), жук красун (*Anisoplia segetum* Hrbst.), п'явиця червоногруда (*Ouleta melanopus* L.), п'явиця синя (*Ouleta lichenis* Voet.), блішка хлібна смугаста (*Phyllotreta vittula* Redt.), мурун хлібний (*Zabrus tenebrioides* Goeze), клоп гостроголобий (*Aelia acuminata* L.), клоп шкідлива черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.), попелиця злакова звичайна (*Schizaphis graminum* Rond.), трипс пшеничний (*Harlothrips tritici* Kurd.), муха гессенська (*Mayetiola destructor* Say), муха шведська ячмінна (*Oscinella pusilla* Mg.).

Жук-кузька розповсюджений у Сумській області повсюдно, а жук красун має більше поширення у зоні Полісся. Личинки хлібних жуків заселяли у 2016 р. 22,7 %, у 2017 р. – 20,3 %, у 2018 р. – 23,9 % площ пшениці озимої. Середня чисельність личинок жуків хлібних у 2016, 2018 рр. була 0,7 екз./м<sup>2</sup>, у 2017 р. – 0,9 екз./м<sup>2</sup>. Найбільш розповсюдженими на посівах пшениці були імаго жуків хлібних, які у фазу молочно-воскової стиглості зерна обгеридали та виштовхували зерна з колосу. Жуки хлібні у фазу молочної стиглості зерна заселяли у 2016 р. 85,2 %, у 2017 р. – 84,6 %, у 2018 р. – 72,4 % обстежених площ пшениці озимої. Чисельність імаго жуків хлібних була у 2016 р. 0,3 екз./м<sup>2</sup>, 2017 р. – 0,4 екз./м<sup>2</sup>, 2018 р. – 0,6 екз./м<sup>2</sup>.

Внаслідок живлення на зерні личинок та клопів, що окрилилися елії гостроголової та клопа шкідливої черепашки, погіршуються хлібопекарські та харчові якості борошна, а також посівні якості зерна. Клопи хлібні заселяли у 2016 р. 24,1 %, у 2017 р. – 37,1 %, у 2018 р. – 42,3 % обстежених площ пшениці озимої. Середня чисельність клопів на посівах пшениці озимої була 0,7 екз./м<sup>2</sup>.

У 2016–2017 рр. чисельність личинок мухи шведської в осінній період була 1,4 екз./м<sup>2</sup>, а у 2018 р. зросла до 2,0 екз./м<sup>2</sup>. Чисельність личинок мухи гессенської становила у 2016–2017 рр. 1,3 екз./м<sup>2</sup>, у 2018 р. – 1,5 екз./м<sup>2</sup>.

**Ключові слова:** пшениця озима, жук-кузька, жук красун, елія гостроголова, клоп шкідлива черепашка, муха гессенська, чисельність шкідників, відсоток заселених площ шкідниками.

DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.2>

**Вступ.** Виробництво зерна в Україні становило у 2008 р. 53,3 млн. т., 2009 р. – 46,0 млн. т., 2011 р. – 56,7 млн. т., у 2013–2017 рр. – 60,1–64,2 млн. т., у 2018–2019 рр. – більше 70 млн. т. Нині наша країна забезпечує 3 % світового виробництва зерна і більш як 10 % світового експорту (Vorzyh & Krut', 2019). Україна за останні роки значно збільшила експорт сільськогосподарської продукції, а основою експорту є зерно пшениці. У Сумській області площа посівів пшениці озимої становила у 2008 р. 206,85 тис. га, 2009 р. – 225,2 тис. га, 2010 р. – 228,3 тис. га, 2011 р. – 212,1 тис. га, 2012 р. – 187,8 тис. га (Demenko et al., 2016). Але у 2016 р. посівні площі пшениці склали 200,7 тис. га, 2017 р. – 179,3 тис. га, 2018 р. – 157,8 тис. га. Для сівки пшениці озимої зменшилися площі кращих попередників. Кормові культури вирощувалися у 2016 р. на площі 39,4 тис. га, 2017 р. – 31,6 тис. га, 2018 р. – 29,85 тис. га. Тому в господарствах Сумської області часто попередником пшениці озимої був соняшник, площі якого зросли у 2016 р. до 169,2 тис. га, 2017 р. – 188,32 тис. га, 2018 р. – 202,75 тис. га. Поряд з тим, значно збільшилися площі вирощування кукурудзи на зерно. У 2016 р. кукурудзу висівали на площі 218,85 тис. га, 2017 р. – 305,34 тис. га, 2018 р. – 351,5 тис. га. Така структура посівних площ призводить до збільшення чисельності окремих спеціалізованих та багатодіних шкідників. В умовах Правобережного Лісостепу ентомокомплекс пшениці озимої представлений 55 видами шкідливих комах, у тому числі: твердокрили (Coleoptera) – 14 видів, двокрили (Diptera) – 11 видів, напівтвердокрили (Hemiptera) – 11 видів, рівнокрили (Homoptera) – 7 видів, лускокрилі (Lepidoptera) – 5 видів, вийчастокрили (Thysanoptera) – 4 види, перетинчастокрили (Hymenoptera) – 2 види, прямокрилі (Orthoptera) – 1 вид (Strigun & Suddenko, 2016). За результатами досліджень В. С. Медвідь за період 2017–2019 рр. у Правобережному Лісостепу України на пшениці озимій виявлено 32 види фітофагів, що належать до 17 родин із 7 рядів комах (Medvid', 2020). У Центральному Лісостепу України комахи-фітофаги були представлені 54 видами з 22 родин. У таксономічній структурі шкідників домінували представники рядів: твердокрили (Coleoptera) – 18 видів, двокрили (Diptera) – 11 видів, напівтвердокрили (Hemiptera) – 8 видів, рівнокрили (Homoptera) – 8 видів, лускокрилі (Lepidoptera) – 5 видів (Mostov'jak et al., 2020). Крім того, за останні десять років зростає температура повітря, що також впливає на посилене розмноження і міграцію комах-фітофагів у регіони України, які були для них несприятливими через обмежену кількість тепла і суму ефективних температур, необхідну для розвитку. Потепління позначилося на структурі видового складу ентомокомплексу пшениці озимої в Лісостепу України через збільшення чисельності і шкідливості опомізи, клопів-черепашок, пшеничного трипса та хлібних жуків (Vorzyh & Fedorenko, 2016). М. С. Корнійчук відмічає зростання чисельності і шкодочинності на посівах зернових культур мухи опомізи, мухи пшеничної, трипса пшеничного та хлібних жуків (Kornijchuk, 2019). Встановлено циклічність спалахів масового розмноження хлібного жука-кузьки, залежно від величини сонячної активності та розроблено алгоритми оцінки стану популяцій і ступеня загрози для посівів личинок та імаго хлібних жуків (Krut', 2021).

За останні роки змінилася і технологія вирощування пшениці озимої, особливо використання мінеральних

добрив. Як зазначає Т. С. Віннічук разом із співавторами (Vinnichuk et al., 2016) системи удобрення пшениці впливають на чисельність злакових трипсів. Ресурсоощадні технології використання азотних добрив та інсектицидів, які досліджували В. В. Сахненко та Д. В. Сахненко (Sahnenko & Sahnenko, 2018) підтверджують зміну чисельності хлібних жуків, шведської мухи, злакових клопів. У Західному Лісостепу України органо-мінеральні системи удобрення в поєднанні з вапнуванням впливали на зменшення чисельності злакових мух, п'явиць, пшеничних трипсів та хлібних клопів (Pristac'ka, 2021). Тому вивчення динаміки шкідників пшениці озимої є актуальним, а використання інсектицидів у технології вирощування культури є важливим заходом захисту.

Мета дослідження – проаналізувати видовий склад шкідників пшениці озимої для вчасного виявлення та попередження втрат урожаю зерна.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження за динамікою заселення посівів пшениці озимої, чисельністю спеціалізованих шкідників на рослинах проводили у базових господарствах управління фітосанітарної безпеки головного управління Держпродспоживслужби в Сумській області у 2016–2018 рр. Методика проведення досліджень була загальноприйнята (Dolja et al., 2004). Для визначення чисельності злакових клопів, імаго хлібних жуків обліки проводили на 16 ділянках розміром 0,25 м<sup>2</sup> і встановлювали середню кількість шкідників на м<sup>2</sup>. Чисельність личинок хлібних жуків облікували методом ґрунтових розкопок на ділянках розміром 0,25 м<sup>2</sup> та визначали їх середню кількість на м<sup>2</sup>. Для обліку личинок шведської, гессенської мухи восени викопували рослини на відрізу 0,5 м в 16 місцях поля. В лабораторії підраховували личинок, пупарії мух та їх середню чисельність на м<sup>2</sup>.

**Результати.** У Сумській області на посівах пшениці озимої пошкодження наносять жук-кузька хлібний (*Anisoplia austriaca* Hrbst.), жук красун (*Anisoplia segetum* Hrbst.), п'явица червоногруда (*Oulema melanopus* L.), п'явица синя (*Oulema lichenis* Voet.), білшка хлібна смугаста (*Phyllotreta vittula* Redt.), турун хлібний (*Zabrus tenebrioides* Goeze), клоп остроголовий (*Aelia acuminata* L.), клоп шкідлива черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.), попелиця злакова звичайна (*Schizaphis graminum* Rond.), трипс пшеничний (*Haplothrips tritici* Kurd.), муха гессенська (*Mayetiola destructor* Say), муха шведська ячмінна (*Oscinella pusilla* Mg.).

Але найбільш розповсюдженими і шкодочинними є жуки хлібні. Жук-кузька хлібний (*Anisoplia austriaca* Hrbst.) розповсюджений в Сумській області повсюдно, а жук красун (*Anisoplia segetum* Hrbst.) має більше поширення у зоні Полісся. Личинки жуків хлібних пошкоднують корені пшениці. За даними рис. 1 відмічаємо, що під час проведення обліків восени у 2016 р. личинки шкідників були виявлені на площі 29,5 тис. га з 129,7 тис. га обстеженої, а відсоток заселених площ склав 22,7 %. У 2017 р. було обстежено 121,2 тис. га посівів пшениці озимої, а личинки були виявлені на площі 24,6 тис. га, що становить 20,3 % заселених площ. У 2018 р. личинки хлібних жуків зустрічалися на 27,5 тис. га, відсоток заселених площ склав 23,9 % з 115,3 тис. га обстежених посівів пшениці

озимої. Середня чисельність личинок шкідників у 2016, 2018 рр. була 0,7 екз./м<sup>2</sup>, у 2017 р. – 0,9 екз./м<sup>2</sup>.

Для попередження зрідження посівів від пошкодження личинками хлібних жуків потрібно проводити передпосівну обробку насіння препаратами: Вітакс ТН, 0,5 – 2,5 л/т, Грінфорт Конфі, ТН, 0,4 – 0,6 л/т, Даліла 600 ТН, 0,5 – 1,0 л/т, Імідор Про, к.с., 1,0 л/т, Імісід БТ, ТН, 0,4 – 0,5 л/т, Інітер 600, ТН, 0,5 – 1,0 л/т, Ін Сет, ВГ, 0,25 – 0,75 л/т, Койот, КС, 0,5 – 0,75 л/т, Командор Екстра, ТН, 0,3 – 0,6 л/т, Команч WG, ВГ, 0,5 л/т, Контадор Макси, ТН, 0,3 – 0,75 л/т, Лорд, ВГ, 0,25 – 0,75 л/т, Матадор Макс, ТН, 0,5 – 0,8 л/т, Нупрід 600, ТН, 0,5 – 1,6 л/т, Пікус 600, ТН, 0,3 – 1,6 л/т, Сідопрід ТН, 0,5 – 0,85 л/т, Табу, КС, 0,4 – 0,5 л/т, Гаучо Плюс 466 FS, ТН, 0,3 – 0,8 л/т, Кайзер ТН, 0,4 – 0,5 л/т, Круїзер 350 FS, т.к.с., 0,4 – 0,5 л/т, Командор Гранд, ТН, 0,3 – 1,0 л/т, Тримбіта, ТН, 0,75 – 1,0 л/т, Пентафорс 322 FS, ТН, 1,5 – 2,0 л/т, Прем'єр Профі, РН, 1,5 – 2,0 л/т (Perelik pestycydів і agrohimikativ..., 2018). Про необхідність обробки насіння та захисту сходів пшениці озимої від совок підгризаючих, жужелиці хлібної, мух злакових, попелиць вказують Т. Мостіпан та О. Гайденок (Osinnij zahyst..., 2020)

Найбільш розповсюдженими на посівах пшениці були імаго хлібних жуків (рис. 2). У фазу молочно-воскової стиглості зерна жуки обгризають зерна, а у фазу повної стиглості виштовхують зерна з колосу. Жуки особливо інтенсивно пошкоджують рослини у сонячні дні за температури вище 20,0 °С. Шкідники заселяють посіви з країв поля і поступово, за збільшення їх чисельності, розповсюджуються у середину поля. Жук-кузька і жук красун у фазу молочної стиглості зерна у 2016 р. були виявлені на площі 2,3 тис. га з 2,7 тис. га обстеженої, а відсоток заселених площ становив 85,2 %. Чисельність шкідника була 0,3 екз./м<sup>2</sup>. У 2017 р. чисельність хлібних жуків збільшилася до 0,4 екз./м<sup>2</sup>. З обстеженої площі 2,6 тис. га фітофаги були виявлені на 2,2 тис. га, а відсоток заселених площ склав 84,6 %. Найбільш висока чисельність шкідників на посівах спостерігалася у 2018 р. і становила 0,6 екз./м<sup>2</sup>. Але відсоток заселених площ був дещо нижчий, порівняно з попередніми роками (72,4 %). Хлібні жуки були виявлені на площі 2,1 тис. га з 2,9 тис. га обстежених посівів.



Рис. 1. Заселена площа пшениці озимої, чисельність личинок хлібних жуків восени

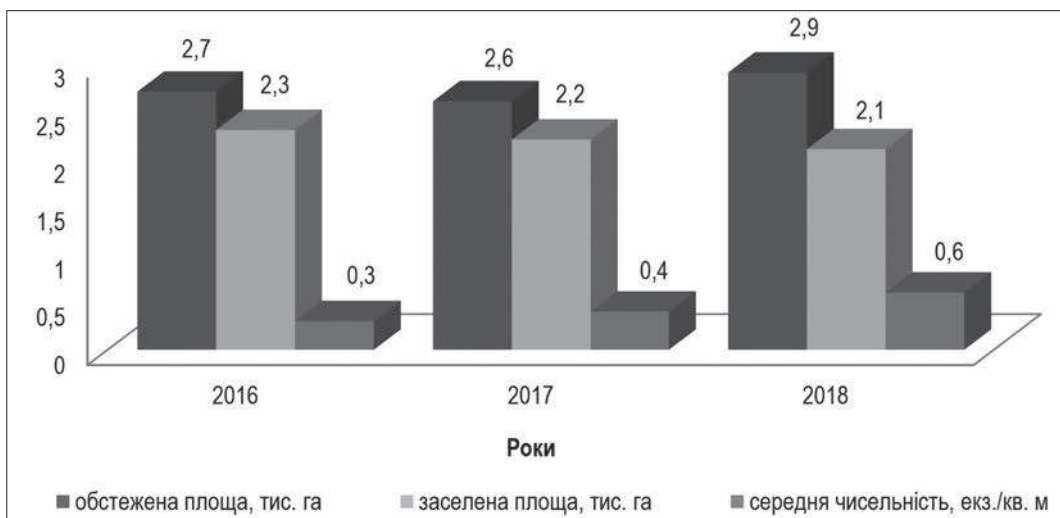


Рис. 2. Заселена площа пшениці озимої, чисельність хлібних жуків у фазу молочної стиглості

В умовах Сумської області, особливо у південній частині лісостепової зони за останні роки поступового поширення набувають хлібні клопи: гостроголовий (*Aelia acuminata* L.), шкідлива черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.). Після виходу з місць зимівлі у період додаткового харчування імаго клопів роблять наколи на стеблах, висмоктують сік. Пошкоджені рослини засихають, а у період колосіння утворюють повну або часткову білоколосість. Личинки живляться соком листя, потім колоскових лусочок, остей, зерен. Внаслідок живлення на зерні личинок та клопів, що окрилилися, погіршуються хлібопекарські та харчові якості борошна, а також посівні якості зерна. За даними рис. 3 відмічаємо, що у 2016 р. було обстежено 63,2 тис. га посівів пшениці озимої у фазу наливу зерна. Клопи хлібні були виявлені на площі 15,2 тис. га, що становить 24,1 % від обстеженої площі. Чисельність клопів була 0,7 екз./м<sup>2</sup>. У 2017 р. при обліку шкідники були на площі 14,8 тис. га з загальної обстеженої – 39,9 тис. га, а відсоток заселених площ склав 37,1 %. Середня чисельність хлібних клопів становила 0,7 екз./м<sup>2</sup>. За даними обліків 2018 р. було обстежено

47,1 тис. га, а шкідники були виявлені на площі пшениці озимої 19,9 тис. га. Заселена клопами хлібними площа склала 42,3 %. Середня чисельність шкідників була на рівні попередніх років і становила 0,7 екз./м<sup>2</sup>. Отже, за роки досліджень відсоток заселених площ елією гостроголовою і клопом шкідливої черепашки зріс з 24,1 % у 2016 р. до 42,3 % у 2018 р., але середня чисельність клопів на посівах пшениці озимої була 0,7 екз./м<sup>2</sup>.

Личинки мухи шведської проникають у середину стебла, де живляться тканиною центрального листка та зачатком колоса. Внаслідок цього листок засихає, і згодом рослина гине. У 2016–2017 рр. чисельність личинок шведської мухи в осінній період була 1,4 екз./м<sup>2</sup>, а у 2018 р. зросла до 2,0 екз./м<sup>2</sup> (рис. 4).

Личинки мухи гессенської живляться у піхві листків і у разі пошкодження головних стебел восени або до виходу в трубку ріст центрального листка припиняється, пошкоджені стебла гинуть, а у період виходу в трубку стебла неправильно згинаються і вилягають. Чисельність личинок мухи гессенської була менша ніж шведської і становила у 2016–2017 рр. 1,3 екз./м<sup>2</sup> та у 2018 р. – 1,5 екз./м<sup>2</sup>.

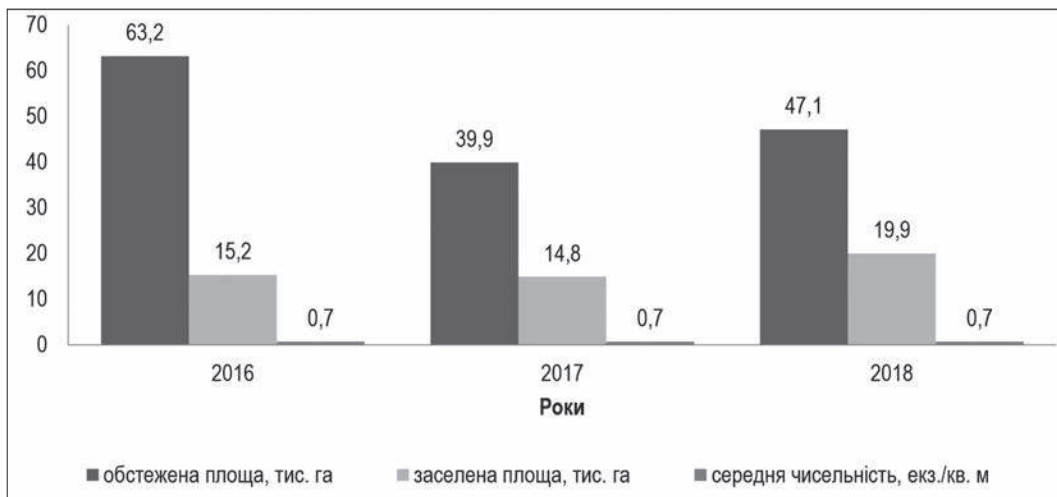


Рис. 3. Заселена площа пшениці озимої, середня чисельність хлібних клопів у фазу наливу зерна

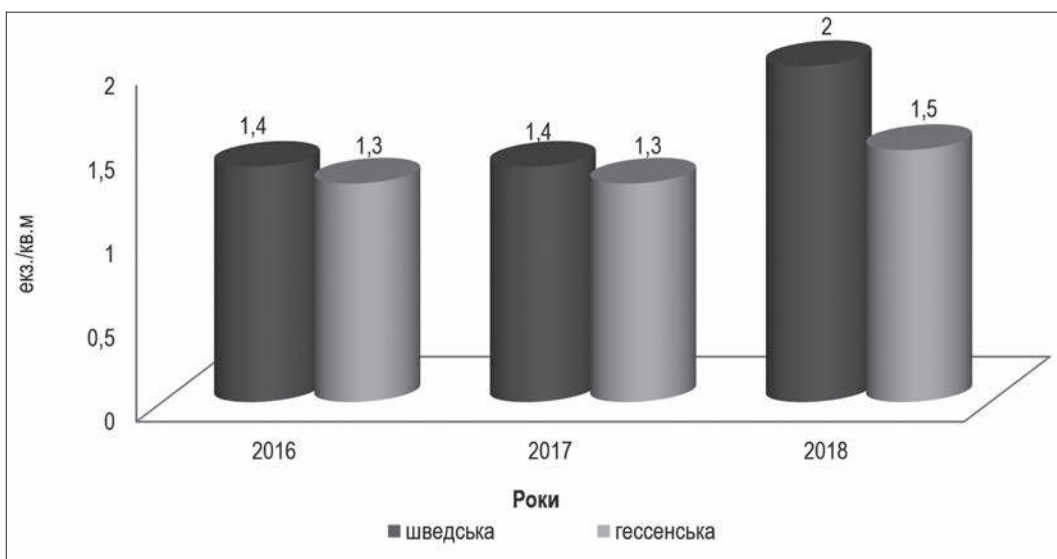


Рис. 4. Чисельність мух шведської і гессенської в осінній період на посівах пшениці озимої

Заселеність посівів пшениці озимої за 2016–2018 рр. була різною по видах шкідників та роках (табл. 1). Імаго жуків хлібних заселяли від 85,2 % у 2016 р. до 72,4 % площ у 2018 р. Заселеність личинками жуків хлібних становила у 2016 р. 22,7 %, у 2017 р. – зменшилася до 20,3 %, у 2018 р. – зросла до 23,9 %. Істотне збільшення заселення площ пшениці озимої відбувалося клопами хлібними з 24,1 % у 2016 р., до 37,1 % – у 2017 р. та 42,3 % – у 2018 р.

Таблиця 1

**Відсоток заселених площ пшениці озимої шкідниками**

Роки досліджень	Личинки жуків хлібних	Імаго жуків хлібних	Клопи хлібні
2016	22,7	85,2	24,1
2017	20,3	84,6	37,1
2018	23,9	72,4	42,3
НІР <sub>05</sub>	1,4	1,7	1,5

**Обговорення.** Враховуючи перевищення шкідниками економічного порогу шкодочинності на посівах пшениці, використання інсектицидів є обов'язковим прийомом в технології вирощування (Suchasnyj zahyst zernovyh..., 2019; Shkidnyky i hvoroby..., 2019). Інститутом захисту рослин НААН України розроблені зональні інтегровані системи зернових культур (Krut' & Gavriljuk., 2020). Відповідно, управління фітосанітарної безпеки Головного управління Держпродспоживслужби у Сумській області розроблений «Прогноз фітосанітарного стану агроценозів та рекомендації щодо захисту культурних рослин від шкідників, хвороб та бур'янів у господарствах Сумської області в 2021 році» (Golynach et al., 2021). У фазі сходів – початок куцнення на добре розвинених посівах ранніх строків сівби та за теплої погоди для захисту посівів від попелиць злакових (100–400 особин на м<sup>2</sup>), мух шведської та гессенської (40–50 імаго злакових мух на 100 змахів сачком, або при 10 % пошкоджених стебел), совок підгризаючих (понад 2–3 гусениці на м<sup>2</sup>), туруна хлібного (1–3 личинки на м<sup>2</sup>) проводять обприскування (крайове, вибіркове в осередках розмноження шкідників або суцільне) посівів інсектицидами: Альфагард 100, к.е., 0,1–0,15 л/га, Бестселлер Турбо 200, КС, 0,05–0,08 л/га, Бетадим, КЕ, 0,15–0,5 л/га, Бі-58 новий, к.е., 1,5 л/га, Данадим Мікс, КЕ, 1,0 л/га, Борей, КС, 0,16 л/га, Дурсбан 480, к.е., 1,0–1,5 л/га, Енжіо 247 SC, КС, 0,25–0,4 л/га, Карате Зеон 050, SC, СК, 0,30 л/га, Пірінекс Супер, КС, 1,0 л/га, Сумітрон, КЕ, 0,6–1,5 л/га (Perelik pestycydiv i agrohimiaktiv..., 2018; Zahyst ozymoї' pshenyци..., 2020). Г. Косилович та Ю. Голячук (Kosylovych & Goljashuk, 2019) при проведенні досліджень отримали високу ефективність інсектицидів Енжіо 247 SC, КС та Карате Зеон 050, SC, СК. В умовах східної частини Лісостепу України інсектицидні протруйники забезпечили зниження пошкодження пагонів личинками злакових мух до 1,0–2,4 % (Kuz'menko et al., 2016). Використання сумішей препаратів у фазу сходів куцнення підвищує технічну ефективність інсектицидів до 94–98 % і сприяє отриманню

приросту врожаю до 0,4 т/га в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України (Varchenko et al., 2017).

У фазу виходу в трубку для захисту від клопів-черепашок (не менше двох особин на м<sup>2</sup>), мух шведської, гессенської (30–40 на 100 змахів сачком) застосовують інсектициди: Дестрой, КС, 0,1 л/га, Антиколарад, КС, 0,5 л/га, Блискавка, КЕ, 0,1–0,15 л/га, Фастак, КЕ, 0,1–0,15 л/га, Децис Профі 25 WG, ВГ, 0,04 кг/га, Маврік, ЕВ, 0,15–0,2 л/га, Сумі альфа, КЕ, 0,3 л/га (Perelik pestycydiv i agrohimiaktiv..., 2018). Н. М. Шахова та Н. І. Коцюрубенко відмічають проти клопа черепашки технічну ефективність 92,7 % інсектициду Децис Профі 25 WG, ВГ, а Сумі альфа, КЕ – 93,8 % (Shahova & Kosjurgubenko, 2012). Ефективність близько 100 % у боротьбі зі шкідниками забезпечує інсектоакарицид Кінфос, КЕ, 0,3 л/га у поєднанні з гербіцидом нового покоління Примадона, 0,8 л/га (Pisarenko et al., 2021).

Для запобігання відчутним втратам врожаю від попелиць злакових (10–30 особин на стебло), жуків хлібних (5–6 жуків на м<sup>2</sup>), трипсів злакових (40–50 особин на колос), клопа-черепашки та інших видів клопів (2–6 особин на м<sup>2</sup>) у фазу формування–наливання зерна проводять обприскування посівів: Борей, КС, 0,1–0,14 л/га, Грінфорт ІЛ 200, КС, 0,5 л/га, Оперкот Акро, КС, 0,05 л/га, Бунчук, КЕ, 1,2 л/га, Вантекс Мк.с., 0,06–0,07 л/га, Велес, КС, 0,3–0,4 л/га, Протеус 110 OD, МД, 0,75–1,0 л/га, ВЕПО, КЕ, 0,3 л/га, Децис f-Люкс 25 ЕС, КЕ, 0,3–0,4 л/га, Драгун, 0,8–1,2 л/га, Карате Зеон 050 SC, СК, 0,15–0,25 л/га, Коннект 112,5 SC, КС, 0,4–0,5 л/га, Нурел Д, к.е., 0,75–1,0 л/га, Суперкіл 440, КЕ, 0,75 л/га (Perelik pestycydiv i agrohimiaktiv..., 2018). О. А., Демидов та Т. І. Муха в умовах Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України рекомендують обов'язково проводити інсектицидну обробку посівів у фазу молочно-воскової стиглості зерна (Demidov & Muha, 2019). Дослідження в Інституті захисту рослин НААН України встановили показник резистентності популяції звичайної злакової попелиці до інсектициду Децис Профі, в.г. 10,1, Карате 050 ЕС, к.е. – 8,2, Бі 58 новий, 40 % к.е. – 6,4, Конфідор 200, р.к. – 1,6 (Sekun et al., 2019). Для зниження резистентності комах до шкідників у період вегетації необхідно застосовувати суміші препаратів на основі д. р. лямбда-цигалотрин + тіаметоксам, хлорпірифос + циперметрин, дельтаметрин + тіаклоприд та мають високу технічну ефективність. (Sahnenko & Sahnenko, 2020). Причому ТОВ «УКРАВІТ АГРО» рекомендує проводити інсектицидний захист для низького, середнього, високого рівня інтенсифікації виробництва залежно від фінансових можливостей господарств і запланованої урожайності зерна (AgroMatematyka, 2017).

**Висновки.** У базових господарствах управління фітосанітарної безпеки головного управління Держпродспоживслужби у Сумській області у 2016–2018 рр. на посівах пшениці озимої найбільш розповсюдженими були імаго хлібних жуків. У фазу молочної стиглості зерна жуки хлібні заселяли у 2016 р. 85,2 %, 2017 р. – 84,6 %, 2018 р. – 72,4 % обстежених площ пшениці озимої. Чисельність імаго становила у 2016 р. 0,3 екз./м<sup>2</sup>, 2017 р. – 0,4 екз./м<sup>2</sup>, 2018 р. – 0,6 екз./м<sup>2</sup>. Перева-



жаючими видами хлібних жуків були кузька хлібний (*Anisoplia austriaca* Hrbst.) і в меншій мірі – жук красун (*Anisoplia segetum* Hrbst.). Заселена площа личинками жуків хлібних була у 2016 р. 22,7 %, 2017 р. – 20,3 %, 2018 р. – 23,9 %. Середня чисельність личинок у 2016, 2018 рр. була 0,7 екз./м<sup>2</sup>, у 2017 р. – 0,9 екз./м<sup>2</sup>. Клопи хлібні у фазу наливу зерна заселяли у 2016 р. 24,1 %, 2017 р. – 37,1 %, 2018 р. – 42,3 % обстежених площ пшениці озимої, а середня чисельність клопів була 0,7 екз./м<sup>2</sup>.

Чисельність личинок мухи шведської в осінній період у 2016–2017 рр. була 1,4 екз./м<sup>2</sup>, а у 2018 р. зросла до 2,0 екз./м<sup>2</sup> та личинок мухи гессенської становила у 2016–2017 рр. 1,3 екз./м<sup>2</sup>, у 2018 . – 1,5 екз./м<sup>2</sup>.

Для зменшення втрат врожаю від пошкодження шкідниками потрібно проводити передпосівну обробку насіння інсектицидними препаратами та обприскування посівів у фази сходів - початок кущення, виходу в трубку, формування–наливання зерна пшениці озимої.

#### **Бібліографічні посилання:**

1. AgroMatematyka: Tehnologija vyroshhuvannja ozymoї' pshenyци. [AgroMathematics: Technology of growing winter wheat]. (2017). URL: <https://ukravit.ua/uk/agromatematyka-tehnologija-vyroshhuvannja-ozymoї-pshenyци/> (in Ukrainian).
2. Borzyh, O. I., & Krut', M. V. (2019). Baza danyh innovacijnyh rozrobok iz zahystu zernovyh kul'tur v Ukraїni [Database of innovative developments in the protection of grain crops in Ukraine]. *Zahyst i karantyn roslyn*, 65, 3–16. doi: 10.36495/1606-9773.2019.65.3-16 (in Ukrainian).
3. Borzih, O. I., & Fedorenko, V. P. (2016). Suchasni problemi fitosanitarnogo stanu agrocenoziv v Ukraїni [Modern problems of phytosanitary condition of agrocenoses in Ukraine]. *Zahyst i karantin roslyn*, 62, 3–17 (in Ukrainian).
4. Golinach, O. L., Vlasenko, V. A., Demenko, V. M., Hil'ko, N. V., Proshhenko, O. V., & Tkachenko, V. A. (2021). Prognoz fitosanitarnogo stanu agrocenoziv ta rekomendacii shhodo zahystu kul'turnih roslyn vid shkidnykiv, hvorob ta bur'janiv u gospodarstvah Sums'koї oblasti v 2021 roci. [Forecast of phytosanitary condition of agrocenoses and recommendations for protection of cultivated plants from pests, diseases and weeds in farms of Sumy region in 2021]. *Golovne upravlinnja Derzhprodsposzhivsluzhbi u Sums'kij oblasti*. Sumi, 117 (in Ukrainian).
5. Demenko, V. M., Govorun, O. L., Vlasenko, V. A., Jemec', O. M., & Hil'ko, N. V. (2016). Dynamika chysel'nosti osnovnyh shkidnykiv zernovyh kul'tur v umovah pivnichno-shidnogo Lisostepu Ukraїny. [Dynamics of the number of the main pests of grain crops in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Sums'kogo NAU. Serija «Agronomija i biologija»*. 2(31), 50–55 (in Ukrainian).
6. Demidov, O. A., & Muha, T. I. (2019). Kontrol' chysel'nosti hlibnih klopiv u agrocenozii pshenyци. [Control of the number of bedbugs in the wheat agrocenosis] Propozycja: Informacijnij shhomisjachnik. *Ukraїns'kij zhurnal z pitan' agrobiznesu*. TOV "Kompanija "Junivest Marketing", Kїiv, 6, 102–104 (in Ukrainian).
7. Dolja, M. M., Pokozij, J. T., Mamchur, R. M., Dolja, L. I., Mel'nyk, B. V., Dmytrijeva, O. Je., Homenko, I. I., Bondarjeva, L. M., & Gumenjuk, L. V. (2004). Fitosanitarnyj monitoring. [Phytosanitary monitoring]: posibnyk dlja stud. agron. spec. vyshh. zakl. / za red. M. M. Doli ta J. T. Pokozija. K.: DOD NNC «Instytut agrarnoi' ekonomiky», 291 (in Ukrainian).
8. Kornijchuk, M. S. (2019). Fitosanitarnij stan agrocenoziv v umovah zmini klimatu ta shljahi jogo pokrashhannja. *Zemlerobstvo*. [Phytosanitary condition of agrocenoses in the conditions of climate change and ways of its improvement], 2(97), 45–57 (in Ukrainian).
9. Kosylovych, G., & Goljachuk, Ju. (2019). Zahyst pshenyци ozymoї' vid shkidnykiv i hvorob. [Protection of winter wheat from pests and diseases]. *Visnyk L'vivs'kogo NAU. Serija «Agronomija»*, 23, 159–163 (in Ukrainian).
10. Krut', M. V. (2021) Innovacii z prognozuvannja fitosanitarnogo stanu agrocenoziv. [Innovations for forecasting the phytosanitary condition of agrocenoses]. *Ricerche scientifiche e metodi della loro realizzazione: esperienza mondiale e realta domestiche: Raccolta di articoli scientifici «L'OGOS» con gli atti della I Conferenza scientifica e pratica internazionale* (T. 1), Bologna, May 14, Bologna-Vinnytsia: Associazione Italiana di Storia Urbana e Piattaforma scientifica europea, 91–95. doi: 10.36074/logos-14.05.2021.v1.28 (in Italian).
11. Krut', M. V., & Gavriljuk, L. L. (2020). Baza danyh innovacijnyh rozrobok iz zahystu zernovyh kul'tur v Ukraїni. [Database of innovative developments in the protection of grain crops in Ukraine]. *The 10th International scientific and practical conference "Topical issues of the development of modern science" (June 4-6, 2020) Publishing House "ACCENT", Sofia*, 384–389 (in Bulgarian).
12. Kuz'menko, N. V., Popov, S. I., Lytvynov, A. Je., Popova, K. M., Glubokyj, O. M., Malahov, D. Ju., & Olejnikov Je. S. (2016). Systema zahystu zernovyh kolosovyh kul'tur vid hvorob ta shkidnykiv v umovah shidnoi' chastyny Lisostepu Ukraїny. [The system of protection of cereals from diseases and pests in the eastern part of the Forest-Steppe of Ukraine]. *NAAN, In-t roslynnyctva im. V. Ja. Jur'jeva NAAN, Charkiv*, 24 (in Ukrainian).
13. Medvid', V. S. (2020). Entomofauna pshenyци ozymoї' u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukraїni. [Entomofauna of winter wheat in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnik agrarnoi' nauki Prichornomor'ja*, 3, 96–104 (in Ukrainian). doi: 10.31521/2313-092X/2020-3(107)-12
14. Mostov'jak, I. I., Dem'janjuk, O. S., Lisovij, M. M. (2020). Ekologichna struktura shkidlyvogo entomokompleksu agrocenoziv zernovyh zlakovyh kul'tur Central'nogo Lisostepu Ukraїni. [Ecological structure of the harmful entomocomplex of agrocenoses of grain cereals of the Central Forest-Steppe of Ukraine]. *Agroekologichnij zhurnal*. 2. 31-39. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207678> (in Ukrainian).
15. Osinnij zahyst dlja pshenyци. [Autumn protection for wheat]. (2020). *Agrobiznes s'ogodni*. 4 veresnja. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/18693> (in Ukrainian).
16. Perelik pestycydiv i agrohimiaktiv, dozvolenyh do vykorystannja v Ukraїni. [List of pesticides and agrochemicals approved for use in Ukraine] (2018). *JuNIVEST MEDIA, K.*, 1039 (in Ukrainian).
17. Pisarenko, P. V., Matjuha, V. L., Pisarenko, P. P., & Antonenko, Ja. V. (2021). Efektivnist' bakovyh sumishej pesticydov proti shkidnykiv ta hvorob u tehnologii viroshhuvannja pshenyци ozymoї' v Pivnichnomu Stepu Ukraїni. [Efficiency of tank mixtures of pesticides against pests and diseases in the technology of growing winter wheat in the Northern Steppe of Ukraine]. *Visnik PDAA*, 1, 80–89 (in Ukrainian). doi: 10.31210/visnyk2021.01.09

18. Pristac'ka, O. N., Bilovus, G. Ja., & Vashishin, O. A. (2021). Vpliv abiotichnih faktoriv ta okremih elementiv tehnologij na shhil'nist' populacij fitofagiv u posivah pshenici ozimoj v Zahidnomu Lisostepu Ukraïni. [Influence of abiotic factors and separate elements of technology on the density of phytophagous populations in winter wheat crops in the Western Forest-Steppe of Ukraine]. *Peredgirne ta girs'ke zemlerobstvo i tvarinnictvo*, 69(2), 91–107 (in Ukrainian). doi: 10.32636/01308521.2021-(69)-2-6
19. Sahnenko, V. V., & Sahnenko, D. V. (2018). Osoblyvosti rozmnozhennja shkidnykiv pshenyci ozymoï pry resursooshhadnyh systemah zastosuvannja dobryh u Lisostepu Ukraïny. [Peculiarities of reproduction of winter wheat pests in resource-saving systems of fertilizer application in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltav's'koi' DAA*. 3. 45–49 (in Ukrainian).
20. Sahnenko, V. V., & Sahnenko, D. V. (2020). Obruntuvannja biologichnih i himichnih zahodiv shhodo kontrolju kompleksu fitofagiv na pshenici ozimij u Lisostepu Ukraïni. [Substantiation of biological and chemical measures to control the complex of phytophages on winter wheat in the Forest-Steppe of Ukraine] *Tavrijs'kij naukovij visnik*, 111, 131–136 (in Ukrainian). doi: 10.32851/2226-0099.2020.111.18
21. Sekun, M. P., Vlasova, O. G., & Berezovs'ka-Brigas, V. V. (2019). Monitoring formuvannja rezistentnosti populacij shkidnykiv sil's'kogospodars'kih kul'tur do insekticidiv. [Monitoring the formation of resistance of crop pest populations to insecticides]. *Zahist i karantin roslin*, 65, 149–160. doi: 10.36495/1606-9773.2019.65.149-160
22. Strigun, O. O., & Suddenko, Ju. M. (2016). Vidovij sklad shkidlivoï entomofauni agrobiocenozu pshenici ozimoï v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukraïni. [Species composition of harmful entomofauna of winter wheat agrobiocenosis in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltav's'koi' derzhavnoi' agrarnoi' akademii*. 3, 15–18 (in Ukrainian).
23. Suchasnyj zahyst zernovyh kolosovyh kul'tur vid shkidnykiv. [Modern protection of cereals from pests] (2019). *Agronom*. 18 bereznja URL: <https://www.agronom.com.ua/zahyst-zernovyh-kolosovyh-kul'tur-vid-shkidnykiv/> 4296 (in Ukrainian).
24. Shkidnyky i hvoroby ozymykh zernovyh: potochna sytuacija. [Pests and diseases of winter cereals: the current situation]. (2019). *Propozycja*. 16 travnja. URL: <https://propozitsiya.com/ua/shkidnyky-i-hvoroby-ozymykh-zernovyh-potochna-sytuacija/> 4010 (in Ukrainian).
25. Shahova, N. M., & Kocjurubenko, N. I. (2012). Zahyst ozymoï pshenyci vid sysnyh shkidnykiv. [Protection of winter wheat from sucking pests]. *Naukovo-metodychnyj zhurnal «Naukovi pracj»*. Serija «Ekologija». Tom 179. 167. 146–150 (in Ukrainian).
26. Varchenko, T., Dolja, M. M., Nemic'ka, L., & Zhuravs'ka, I. (2017). Osoblyvosti formuvan' shkidlivih organizmiv pri resursooshhadnyh tehnologijah zahistu sil's'kogospodars'kih kul'tur u Lisostepu i Polissi Ukraïni. [Peculiarities of pest formation in resource-saving technologies of crop protection in the Forest-Steppe and Polissya of Ukraine]. *Agrarna nauka ta osvita Podillja: zbirnik naukovih prac' mizhnar. nauk.-prakt. konf. Ch.1.* (14-16 bereznja 2017 r., m. Kam'janec'-Podil's'kij). Ternopil' : Krok, 2017, 173–175 (in Ukrainian).
27. Vinnichuk, T. S., Parmins'ka, L. M., & Gavryljuk, N. M. (2016). Zahyst pshenyci ozymoï vid hvorob ta shkidnykiv za riznyh system udobrennja. [Protection of winter wheat from diseases and pests under various fertilizer systems]. *Visnyk agrarnoi' nauky*. 9. 30–34 (in Ukrainian).
28. Zahyst ozymoï pshenyci vid shkidnykiv. [Protection of winter wheat from pests]. (2020). Avgust. 13 travnja. URL: [http://ua.avgust.com/zahist\\_ozymoï\\_pshenyci\\_vid\\_shkidnykiv/](http://ua.avgust.com/zahist_ozymoï_pshenyci_vid_shkidnykiv/) (in Ukrainian).

**Demenko V. M.**, PhD (Agricultural Sciences), Assistant Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Golinach O. L.**, Head of the phytosanitary safety department of the Main department of the State Consumer Service in Sumy region, Sumy, Ukraine

**Yemets O. M.**, PhD (Biological Sciences), Assistant Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Burdulanyuk A. O.**, PhD (Agricultural Sciences), Assistant Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Rozhkova T. O.**, PhD (Biological Sciences), Assistant Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Tatarynova V. I.**, PhD (Agricultural Sciences), Assistant Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

#### **The dynamics reflecting the number of winter wheat pests in the conditions of Sumy region**

*The research was conducted in the basic husbandries of the phytosanitary safety department of the main department of the State Food and Consumer Service in Sumy region in 2016–2018. The method of the research was general. Winter wheat crops damages are caused by scarab beetle (*Anisoplia austriaca* Hrbst.), cereal chafer (*Anisoplia segetum* Hrbst.), oat leaf beetle (*Oulema melanopus* L.), blue cereal leaf beetle (*Oulema lichenis* Voet.), barley flea beetle (*Phyllotreta vittula* Redt.), corn ground beetle (*Zabrus tenebrioides* Goeze), Bishop's Mitre (*Aelia acuminata* L.), sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.), wheat aphid (*Schizaphis graminum* Rond.), wheat thrips (*Haplothrips tritici* Kurd.), Hessian fly (*Mayetiola destructor* Say), frit fly (*Oscinella pusilla* Mg.).*

*The scarab beetle is widespread in the Sumy region, and the cereal chafer is more common in the Polissya region. Bread beetle larvae inhabited 22.7 % of winter wheat areas in 2016, 20.3 % in 2017, and 23.9 % in 2018. The average number of larvae of bread beetles in 2016, 2018 was 0,7 specimens per m<sup>2</sup>, in 2017 – 0,9 specimens per m<sup>2</sup>. The most common in wheat crops were adults of bread beetles, which in the phase of milk-wax ripeness gnawed the grain and pushed the grain out of the ear. Bread beetles in the phase of milk ripeness of grain inhabited in 2016 85,2% of the surveyed areas of winter wheat, in 2017 – 84,6 %, in 2018 – 72.4 %. The number of adult grain beetles was 0,3 specimens per m<sup>2</sup> in 2016, in 2017 – 0.4 specimens per m<sup>2</sup>, in 2018 – 0.6 specimens per m<sup>2</sup>.*

*Due to feeding on the grain of larvae and bugs, winged eels of the Bishop's Mitre and sunn pest, the baking and nutritional qualities of flour, as well as sowing qualities of grain deteriorate. Bread bugs inhabited 24,1% of surveyed areas of winter wheat in 2016, 37.1 % in 2017, and 42.3 % in 2018. The average number of bread bugs on winter wheat crops was 0,7 specimens per m<sup>2</sup>.*

*In 2016–2017, the number of larvae of the frit fly in the autumn was 1.4 specimens per m<sup>2</sup>, and in 2018 increased to 2.0 specimens per m<sup>2</sup>. The number of larvae of the Hessian fly in 2016–2017 was 1.3 specimens per m<sup>2</sup>, in 2018 – 1.5 specimens per m<sup>2</sup>.*

**Key words:** winter wheat, scarab beetle, cereal chafer, Bishop's Mitre, sunn pest, Hessian fly, the number of pests, the percentage of inhabited areas by pests.

## МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТЕРИТОРІЙ ІЗ ОСОБЛИВИМИ ЦІННОСТЯМИ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ (У СХІДНІЙ ЧАСТИНІ ЛІСІВ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

**Кременецька Євгенія Олексіївна**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0001-5581-7868  
e.kremenetska@gmail.com

**Голуб Михайло Григорович**

експерт товариства  
НТ «Товариство лісової сертифікації в Україні», м. Київ, Україна  
mg.golub@ukr.net

**Череповський Максим Володимирович**

студент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
thenwewillflyfaraway@gmail.com

*Лісова сертифікація є однією із найбільш відомих у світі добровільних довгільних програм щодо сталого лісового менеджменту. Принципом 9 «Особливі цінності для збереження» добровільної лісової сертифікації за схемою FSC® передбачається необхідність прийняття спеціальних заходів із ідентифікації й збереження лісових територій із наявними особливими цінностями для збереження (ОЦЗ). Ідентифікація ОЦЗ є дієвим інструментом лісової сертифікації, який спонукає лісогосподарське підприємство враховувати інтереси широкого кола зацікавлених сторін та розробляти заходи щодо збереження біорізноманіття у лісах. Досліджувалися сучасні методичні підходи щодо ідентифікації ОЦЗ на лісових територіях, а також їхнє практичне застосування у лісовому фонді державного підприємства “Сумське лісове господарство” (північно-східна частина України). Були використані матеріали лісовпорядкування, стандарти, посібники, звіти, доповіді, наукові публікації. Методи дослідження є загальноприйнятими у лісовій сертифікації за схемою FSC®. Застосовувався поділ ОЦЗ на категорії, які наведені у «FSC національному стандарті системи ведення лісового господарства для України» (2020). Розглянуто методичні підходи багатьох країн світу щодо підтримки лісових екосистем на територіях з ОЦЗ. Особлива увага надавалася висвітленню інформації, яка є пов’язаною із лісами, які зазнали мінімального турбування з боку людини (первинні ліси, квазіпралісові ділянки, старовікові ліси). Інтенсивне ведення лісового господарства призводить до втрати природних лісів та пов’язаного з ними біорізноманіття. Ці негативні тенденції стану біорізноманіття та функціонування лісових екосистем вимагають нових ініціатив. На рівні Європейського Союзу до нової ініціативи належить концепція зеленої інфраструктури, спрямування якої полягає у забезпеченні біорізноманіття, стійкості середовища існування та екосистемних послуг. Ідентифікація ОЦЗ 1 Видове різноманіття вимагає знань щодо природоохоронного статусу рослин та тварин, ОЦЗ 3 Екосистеми та оселища – застосування сучасних методик та володіння інформації щодо виділення: старовікових лісів, рослинних угруповань із «Зеленої книги України», національного каталогу біотопів України, ІВА-територій тощо. Пошук ОЦЗ 5 Потреби громади та ОЦЗ 6 Культурні цінності потребує консультацій із зацікавленими сторонами. ОЦЗ 2 в Україні не виділяють. Важливим заходом є нанесення на карту контурів територій із ОЦЗ, символічне зображення їхніх категорій, позначення цінних та рідкісних біотопів тощо. Концепцію ОЦЗ можна вважати універсальною платформою, завдяки якій можна ідентифікувати категорії тих лісових екосистем, які існують в умовах потенційної небезпеки. Значна частина таких лісів досі є незахищеними і потребують уваги суспільства.*

**Ключові слова:** лісова сертифікація, лісові екосистеми, біорізноманіття, особливі цінності для збереження (ОЦЗ), Сумська область, Україна.

DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.3>

**Вступ.** Одним із пріоритетних напрямків у сфері екологічної безпеки держави є охорона, використання і відтворення природних ресурсів. Реалізація концепції сталого розвитку є можливою за умови імплементації міжнародних конвенцій та угод у національне законодавство із подальшим економіко-правовим регулюванням, у т. ч. й у сфері охорони та збереження біорізноманіття екосистем (Dubovich et al., 2019).

У лісовій політиці майже всіх країн, що надавали інформацію до звіту: «Ліс Європи, 2020: Стан лісів

Європи 2020» (FOREST EUROPE, 2020) є передбаченими цілі щодо підтримки, збереження та покращення біорізноманіття лісів. У кількісному виразі вказана політика має вираз у збільшенні площ охоронюваних лісів, обсягів мертвої деревини, а також у зупинці втрат видового різноманіття. Для досягнення своїх цілей 23 європейські країни застосовували інструменти правової (засоби – нові або змінені закони про ліси та супутні закони), фінансової (державна фінансова підтримка фінансових втрат та збільшення витрат на спеціальне

управління) та комунікаційної політики (збільшення витрат на комунікацію за допомогою різноманітних інформаційних каналів). Досягнення за останні п'ять років були зосереджені на збільшенні охоронюваних лісів та територій Natura 2000, пристосуванні до природних та інтегративних практик управління лісами та вдосконаленні моніторингу біорізноманіття.

Підтримки та відновлення потребують важливі властивості лісових екосистем, у такому випадку вони будуть здатними виконувати екологічну, соціальну та економічну ролі лісів (Chazdon, 2017).

Зацікавлені сторони із Камеруна наголошують на тому, що на теперішній час лісова сертифікація є однією із найбільш відомих у світі добровільних довкільних програм щодо сталого лісового менеджменту (Nghobuoche et al., 2020).

Досягнення сталого управління лісами в Китаї набуває дедалі більшого значення з поінформованістю та усвідомленням значення лісів у охороні навколишнього середовища. Розробляється політика щодо мотивації власників до участі у програмах сертифікації лісів, у т. ч. компенсації у зв'язку із підвищенням ціни на деревину, а також інші стимулюючі механізми (Tian et al., 2021).

Концепцію «Особливих цінностей для збереження» (ОЦЗ, англ. High Conservation Value, HCV) запропоновано Ліською Опікунською Радою (англ. Forest Stewardship Council, FSC) у 1999 році, водночас збереження ОЦЗ стало однією із вимог для лісопромислових компаній, які прагнуть отримати сертифікат за схемою FSC®. Головна ідея концепції ОЦЗ – ідентифікувати особливу цінність для збереження, яка потребує охорони та збалансованого використання.

До особливо цінних для збереження територій (ОЦЗТ; англ. High Conservation Value Areas, HCVAs) належать зони і фізичні простори, які містять визначені особливі цінності для збереження (біологічні, екологічні, соціальні або культурні), та / або потрібні для існування та збереження таких цінностей (FSC nacional'nyj standart, 2020).

Лісові території із ОЦЗ потребують відповідного господарювання з метою підтримання або посилення виявлених ОЦЗ (Forest Stewardship Council A.C., 2000; Osoblyvo cinni, 2008). Таким чином, мета Концепції ОЦЗ полягає у розробці та впровадженні відповідного менеджменту таких лісових територій із виявленими ОЦЗ задля збереження і збільшення її високої екологічної та соціально-економічної цінності (Lesa vysokoj prirodoohrannoї cennosti, 2009).

Під час виявлення потенційних ОЦЗТ у Румунії до основних характеристик ОЦЗТ належали: різноманітна горизонтальна та вертикальна структура (змішаний склад порід у деревостані, різна висота дерев, наявність старовікових дерев, великі обсяги мертвої деревини); екологічна функціональність (контроль за ерозійними процесами, утримання поживних речовин); тривала часова безперервність; послуги екосистем (культурна цінність та спадщина, рекреаційна значущість) (Patru-Stupariu et al., 2013).

У результаті аналізу чинного національного законодавства щодо особливо цінних для збереження лісів (ОЦЗЛ) було встановлено, що концепція ОЦЗЛ є лише частково реалізованою у чинній нормативно-правовій

базі ведення лісового господарства у вигляді категорій та підкатегорій захисності лісів. Відмічено, що ефективне використання концепції ОЦЗ гальмується внаслідок відсутності відповідних нормативних положень або через неузгодженість різних законів та інших законодавчих актів і підзаконних документів щодо визначень ОЦЗ та і господарювання у них (Morozjuk et al., 2015).

У звіті канадських дослідників щодо здійснення відповідальних рішень під час ведення лісового господарства доведено, що розвиток природоохоронних досягнень у Північній Америці є помітним після ідентифікації лісових територій із наявними особливими цінностями для збереження (понад 60 % утримувачів сертифікатів зробили це або знаходилися на стадії проходження) через FSC® аудити з лісоуправління за критерієм 6.4. та принципом 9). Проведене дослідження свідчить про те, що стратегія FSC призвела до збільшення ініціативи у регіонах щодо виявлення лісових територій із наявними особливими цінностями для збереження та розробки заходів щодо їхнього підтримання (Evaluating Conservation, 2007).

Втрата природних та старовікових лісів та пов'язаного з ними біорізноманіття продовжуються у всьому світі через значний антропогенний вплив (Curtis et al., 2018). Основним фактором зменшення показника первинної лісистості покриву в Європі є інтенсивне ведення лісового господарства, у тому числі й у Швеції, внаслідок довготривалого управління лісами з промисловою метою (Svensson et al., 2019), на даний час залишилася незначна частка цілісних (недоторканих) бореальних ландшафтів (Potapov et al., 2017; Svensson et al., 2020).

Площа цілісних лісових ландшафтів зменшується, отже, для збереження вони потребують певної стратегії щодо збереження. «Цілісними (недоторканими лісовими ландшафтами» вважаються лісові ділянки (не мають ознак / мають обмежені ознаки людської діяльності); вони характеризуються площею, яка є достатньо великою для збереження природного біорізноманіття (Svensson et al., 2020).

Ці негативні тенденції біорізноманіття та функціонування екосистем вимагають нових ініціатив, що забезпечують більш сприятливий статус збереження бореальних лісів у Швеції та в інших регіонах бореального регіону в майбутньому (Jonsson et al., 2019).

Такою новою ініціативою на рівні Європейського Союзу концепція зеленої інфраструктури, яка вже впроваджується або готується до впровадження в державах-членах (Chatzimentor et al., 2020), її спрямування – забезпечення біорізноманіття, стійкості середовища існування та екосистемних послуг (Liquete et al., 2015).

Європейські природоохоронці знаходяться у постійному пошуці первинних лісів. Слід відмітити, що у Північній Європі інформація щодо первинних лісів є більш доступною, ніж у Східній Європі. У зв'язку з цим, до уваги приймається інформація не лише про пралісові ділянки, але й про лісові ділянки, які є: наближеними до пралісових; старовікові ліси, лісостани, які зростали довгий час без турбування з боку людини. На теперішній час багато ділянок не є виявленими та не є позначеними на мапах, внаслідок чого невідомим є ступінь захисту, якого вони

потребують. Дослідниками встановлено, що більшість із відомих первинних лісів зростають на природо-заповідних територіях (89 %), але приблизно половина із них не мають сильного ступеню захисту. Незахищеними залишаються 11 % первинних лісів. Виявлено загальну тенденцію щодо особливої небезпеки для існування ділянки тих первинних лісів, які є невеликими за розмірами чи фрагментованими. Ідентифікація первинних лісів у Східній Європі є актуальним завданням сьогодення, оскільки ці ліси можуть потребувати певних зусиль щодо їхнього збереження. Саме тому ініціатива FSC (Принцип 9) щодо ідентифікації ОЦЗ є інструментом щодо ідентифікації лісів, які є наближеними до первинних із їхнім подальшим моніторингом та розробкою заходів щодо підтримання їхньої життєдіяльності (Sabatini et al., 2019).

Ідентифікація та розробка режимів збереження для лісових територій із виявленими ОЦЗ належать до основних вимог Принципів і критеріїв відповідального управління лісами.

Принцип 9 «Особливі цінності для збереження» має на меті ідентифікацію ОЦЗ, місць їхнього розташування та стану, розробку стратегій щодо їх підтримки та збереження, впровадження їх у систему ведення господарства, а також впровадження системи моніторингу їх стану (FSC nacional'nyj standart, 2020)

У табл. 1 наводяться ознаки для ідентифікації різних категорій ОЦЗ відповідно до FSC-STD-UKR-01-2019 V 1-0 (FSC nacional'nyj standart, 2020).

Відповідно до табл. 1 відповідно до FSC-STD-UKR-01-2019 V 1-0 (FSC nacional'nyj standart, 2020) вказується 6 категорій ОЦЗ: ОЦЗ 1, ОЦЗ 2, ОЦЗ 3, ОЦЗ 4, ОЦЗ 5, ОЦЗ 6. Категорія ОЦЗ 2 в Україні не виділяється. Для категорії ОЦЗ 1 та ОЦЗ 4 розрізняють підкатегорії.

Мета досліджень полягала в огляді сучасних методичних підходів щодо ідентифікації особливих цінностей для збереження, а також у застосуванні вимог «Національного стандарту системи ведення лісового господарства для України» (2020) щодо встановлення категорій ОЦЗ у лісовому фонді ДП «Сумське лісове господар-

ство» (FSC nacional'nyj standart, 2020). Об'єктом дослідження є особливі цінності для збереження (ОЦЗ) на лісових територіях. Предметом дослідження є сучасні методичні підходи щодо ідентифікації ОЦЗ на лісових територіях, а також їхнє практичне застосування у лісовому фонді ДП «Сумське лісове господарство».

**Матеріали і методи досліджень.** Матеріали дослідження – матеріали, за допомогою яких можна виявити особливі цінності для збереження (ОЦЗ) на лісових територіях ДП «Сумське лісове господарство».

Методи дослідження – загальноприйняті у лісовій сертифікації за схемою FSC®, яка наведена у практичних посібниках та рекомендаціях: у практичному посібнику WWF для України (Osoblyvo cinni, 2008); рекомендаціях з лісової сертифікації лісогосподарських підприємств (Bondaruk & Buksha, 2010); у практичному посібнику з ідентифікації лісів високої природоохоронної цінності (Dzhennyns et al., 2005); у практичному посібнику для визначення та управління лісами, які включають важливі осередки видового різноманіття у Мармароському транскордонному регіоні (Румунія-Україна) (Proc' et al., 2014), у посібнику для визначення ОЦЗЛ у вищевказаному регіоні Мармарощини (Румунія-Україна) та господарювання в них (Vlad et al., 2014); методичних рекомендаціях з виділення, моніторингу та охорони ОЦЗЛ (Karpuk et al., 2015).

Ідентифікація категорії ОЦЗ 1 Видове різноманіття здійснювалася з поділом на підкатегорії: ОЦЗ 1.1 Природно-заповідні території; ОЦЗ 1.2 Види, що перебувають під загрозою знищення, вимирають та ендемічні види; ОЦЗ 1.3 Ключові сезонні місця концентрації тварин.

Пошук ОЦЗ 1.1 *Природно-заповідні території проведено з врахуванням лісових територій, які належать до природно-заповідного фонду України (ПЗФ), міжнародних конвенцій і угод, підписаних Україною.* Користувалися переліком територій та об'єктів, які містяться у «Державному кадастрі територій і об'єктів природно-заповідного фонду України» (Derzhavnyj kadastr, 2019), ознайомлювалися із охоронними зобов'язаннями на об'єкти ПЗФ, планом організації та ведення

Таблиця 1

**Ознаки для ідентифікації ОЦЗ відповідно до Принципу 9 (FSC nacional'nyj standart, 2020)**

Категорія та назва ОЦЗ	Ознаки для ідентифікації ОЦЗ
<b>ОЦЗ 1:</b> Видове різноманіття.	Концентрації біологічного різноманіття, включно з ендемічними, рідкісними видами і видами, що перебувають під загрозою, або зникають, які є істотними на світовому, регіональному або національному рівнях.
<b>ОЦЗ 2:</b> Екосистеми та їхні мозаїки ландшафтного рівня.	Цілісні лісові ландшафти, великі екосистеми ландшафтного рівня та мозаїки екосистем, які є істотними на світовому, регіональному або національному рівнях та містять життєздатні популяції переважної більшості природно притаманних їм видів, з природними структурами їх розповсюдження та рясності.
<b>ОЦЗ 3:</b> Екосистеми та оселища.	Рідкісні й такі, що перебувають під загрозою або зникають екосистеми, оселища або рефугіуми.
<b>ОЦЗ 4:</b> Критичні послуги екосистем.	Основні послуги екосистем у критичних ситуаціях, включно із захистом водозборів і запобіганням ерозії вразливих ґрунтів і схилів.
<b>ОЦЗ 5:</b> Потреби громади.	Ділянки та ресурси, визначальні для задоволення основних потреб місцевих громад або тубільних народів (наприклад, у засобах для існування, лікування, харчування, забезпечення водою), визначені шляхом залучення цих громад або тубільних народів.
<b>ОЦЗ 6:</b> Культурні цінності.	Ділянки, ресурси, оселища та ландшафти світового або національного культурного, археологічного або історичного значення та/або критичної культурної, екологічної, економічної чи релігійної/священної важливості для традиційних культур місцевих громад або тубільних народів (Джерело: базується на FSC-STD-01-001 V5-0).

лісового господарства (Пояснювальна записка) (Proekt organizacii...Sums'kogo oblasnogo upravlinnja lisovogo ta myslyvs'kogo gospodarstva Derzhavnogo agentstva lisovyh resursiv Ukrainy, 2018), таксаційними описами лісових насаджень (Proekt organizacii' ta rozvytku... Mogryc'ke lisnyctvo, 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku... Nyzivs'ke lisnyctvo, 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku... Pishchans'kelisnyctvo, 2018; Proektorganizacii'tarozvytku... Sums'ke lisnyctvo, 2018), планами лісонасаджень (Plan lisonasadzhen' DP «Sums'kyj lisgosp» Mogryc'ke lisnyctvo Sums'ka oblast', 2017; Plan lisonasadzhen' DP «Sums'kyj lisgosp» Pishhans'ke lisnyctvo Sums'ka oblast', 2017; Plan lisonasadzhen DP «Sumy lisgosp» Nizivske lisnitstvo Sumy region, 2017; Plan lisonasadzhen' DP «Sums'kyj lisgosp» Sums'ke lisnyctvo Sums'ka oblast', 2017).

Виділення ОЦЗ 1.2 *Види, що перебувають під загрозою знищення, вимирають та ендемічні види* проводилося на лісових ділянках із наявними рідкісними, ендемічними, зникаючими видами рослин та тварин. Ліси із популяціями таких видів характеризуються вразливістю біотопів. Лісові території із наявністю такого виду (групи видів) утворюють життєздатні популяції / спостерігаються регулярно (Osoblyvo cinni, 2008).

Під час ідентифікації ОЦЗ 1.2 нами здійснювався аналіз інформації, яка міститься у: виданнях Червоної книги України (Chervona knyga Ukrainy. Roslynnij svit, 2009; Chervona knyga Ukrainy. Tvarynnij svit, 2009), міжнародних конвенціях та угодах, які ратифіковані в Україні (Bondaruk et al. 2013; Konvencija pro ohoronu biologichnogo riznomanittja, 1992; Konvencija pro ohoronu dykoj' flory ta fauny ta pryrodnyh seredovyshh i'h isnuvannja v Jevropi, 1979; Konvencija pro vodno-bolotni ugiddja, shho majut' mizhnarodne znachennja, golovnym chynom jak seredovyshha isnuvannja vodoplavnyh ptahiv, 1971; Konvencija pro zberezhennja migrujuchyh vydiv dykyh tvaryn, 1979; Ugoda pro zberezhennja kazhaniv v Jevropi, 1995), у офіційних переліках регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України (Andrijenko & Peregrum, 2012). Вивчалися також публікації у наукових збірниках та інтернет-джерелах (Dopovid' pro stan..., 2018; Gorban' et al., 2009; Interaktyvni karty..., 2020).

Ідентифікація ОЦЗ 1.3 здійснювалася на лісових територіях з критичними тимчасовими концентраціями видів (це можуть бути місця розмноження, маршрути міграції, коридори переміщення видів тощо), відповідно до знань про міграцію тварин, певні фази їхнього розвитку та фази репродукції. Протягом дії цих фаз тварини є найбільш вразливими. Осередки концентрації тварин мають циклічність, яка пов'язана з сезонними циклами чи з життєвими циклами тварин. Приймався до уваги перелік раритетних видів, який наведено у практичному посібнику «Особливо цінні для збереження ліси: визначення та господарювання» (Osoblyvo cinni, 2008).

ОЦЗ 2 *Екосистеми та їхні мозаїки ландшафтного рівня* в Україні не ідентифікують.

Ідентифікація ОЦЗ 3 *Екосистеми та оселища* проводилася з метою пошуку оселищ, екосистем, рефугій. Вона відбувається за наявності біотопів: зникаючих, рідкісних, вразливих; комплексів цих лісових біотопів із іншими

типами біотопів; природних лісових біотопів із старовіковими деревостанами. Під час ідентифікації ОЦЗ 3 приймалися до уваги: характерні риси рослинних угруповань «Зеленої Книги України» (Sums'ke oblasne upravlinnja; Zelena knyga Ukrainy, 2009); інформація про наявність зникаючих, рідкісних та вразливих біотопів (Nacional'nyj catalog..., 2018; Plan lisonasadzhen'... Mogryc'ke lisnyctvo, 2017; Plan lisonasadzhen'... Pishhans'ke lisnyctvo, 2017; Plan lisonasadzhen'... Nizivske lisnitstvo, 2017; Plan lisonasadzhen'... Sums'ke lisnyctvo, 2017; Proekt organizacii'... «Sums'ke lisove gospodarstvo», 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku... Mogryc'ke lisnyctvo, 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku... Nyzivs'ke lisnyctvo, 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku... Pishchans'ke lisnyctvo, 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku... Sums'ke lisnyctvo, 2018; Sums'ke oblasne upravlinnja; Zelena knyga Ukrainy, 2009); про ідентифікацію старовікових лісів, квазіпралісів і пралісів у посібниках, наукових публікаціях, звітах, інтерактивних картах (Aleksijuk, 2019; Proekt organizacii'... «Sums'ke lisove gospodarstvo», 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku... Mogryc'ke lisnyctvo, 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku... Nyzivs'ke lisnyctvo, 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku... Pishchans'ke lisnyctvo, 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku... Sums'ke lisnyctvo, 2018; Shparyk et al., 2015; Sums'ke oblasne upravlinnja; Veb-karta starovikovyh); про генетичні резервати тих деревних порід, які є аборигенними лісовими деревними видами (Proekt organizacii'... «Sums'ke lisove gospodarstvo», 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku... Mogryc'ke lisnyctvo, 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku... Nyzivs'ke lisnyctvo, 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku... Pishchans'ke lisnyctvo, 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku... Sums'ke lisnyctvo, 2018; Sums'ke oblasne upravlinnja); інтерактивні карти Смарагдової мережі України (Interaktyvni karty Smaragdovoї merezhi Ukrainy); важливі орнітологічні території (Мукутjuk, 1999); Рамсарські водно-болотні території, які повністю або частково вкриті лісовою рослинністю, які перелічені в додатку 5 стандарту FSC-NRA-UA V1-1 «FSC оцінка ризику контрольованої деревини для України» (Standart FSC-NRA-UA V1-1FSC); «Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області» (Dopovid' pro stan, 2018); «Висновки про результати проведення польових досліджень та завершального етапу визначення належності лісових територій до пралісів, квазіпралісів і природних лісів» (Aleksijuk, 2019).

Ідентифікація ОЦЗ 4. *Критичні послуги екосистем* проводилася з метою пошуку тих лісів, для яких виконання захисних функцій (водоохоронні, ґрунтозахисні та інші) є визначальним, тобто мають особливу цінність.

Лісами із потенційною наявністю ОЦЗ 4 вважають ліси, які є ключовими для захисту: водозборів і водних об'єктів; джерел питної води; від ерозії (протиерозійні ліси); сільськогосподарських угідь; інженерних комунікацій, а також ліси, які слугують бар'єрами для поширення пожеж, ліси навколо карстових утворень та інших типів природних підземних порожнин.

Лісовими територіями із ОЦЗ 4 вважають особливо захисні лісові ділянки відповідно до статті 41 «Лісового кодексу України» (Lisovyj kodeks Ukrainy) та до «Порядку

поділу лісів на категорії та виділення особливо захисних лісових ділянок» (Porjadok podilu lisiv), які визначаються під час лісовпорядкування (Proekt organizacii'... "Sums'ke lisove gospodarstvo", 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku...Mogryc'ke lisnyctvo, 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku...Nyzivs'ke lisnyctvo, 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku...Pishchans'ke lisnyctvo, 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku...Sums'ke lisnyctvo, 2018).

Категорія ОЦЗ 5. *Потреби громади* має особливу для збереження цінність із соціальним значенням (будівельні матеріали, питна вода, їжа, сировина для ремесел, паливо тощо), в т. ч. враховується дохід, який місцеві громади отримують від збору та продажу лісових ресурсів та продуктів із них. Таку інформацію можна отримати із матеріалів лісовпорядкування, шляхом соціального опитування місцевого населення та спеціалістів підприємства.

З метою ідентифікації ОЦЗ 6. *Культурні цінності* здійснювався пошук таких лісів: ліси, які пов'язані з релігійними цінностями та традиціями; ліси, на території яких розташовані об'єкти історичного минулого; ліси, які мають естетичну чи дозвільно-рекреаційну цінність; ліси із культурною чи культурно-побутовою цінністю для життєдіяльності громади; ліси, які пов'язані з фольклорною спадщиною. Дані про лісові території розшукувалися також у реєстрах: реєстрі пам'яток культурної спадщини України національного значення» (Rejestr pam'jatok kul'turnoi' spadshhyny Ukraïny nacional'nogo) та у реєстрі пам'яток культурної спадщини України місцевого значення» (Rejestr pam'jatok kul'turnoi' spadshhyny Ukraïny misceвого znachennja), але не були знайдені у вищенаведених джерелах. Частина даних була отримана під час перегляду матеріалів лісовпорядкування (Proekt organizacii'... "Sums'ke lisove gospodarstvo", 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku...Mogryc'ke lisnyctvo, 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku...Nyzivs'ke lisnyctvo, 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku...Pishchans'ke lisnyctvo, 2018; Proekt organizacii' ta rozvytku...Sums'ke lisnyctvo, 2018), частина – під час спілкування із зацікавленими сторонами.

**Результати.** За даними лісовпорядкування [50] площа ДП «Сумське ЛГ» становить 26687,4 га. У підприємстві функціонує 4 лісництва: Сумське (7534,6 га), Піщанське (8049,5 га), Могрицьке (6838,3 га), Низівське (4265,0 га).

У лісовому фонді ДП «Сумське лісове господарство» немає категорії «експлуатаційні ліси» (відповідно до поділу лісів за екологічним та соціально-економічним значенням у Лісовому кодексі України (Lisovyj kodeks Ukraïny), призначення яких полягає у задоволенні потреб національної економіки у деревині. Усі ліси належать до лісів із обмеженим режимом лісокористування та виконують переважно рекреаційну, природоохоронну та захисну функції. Переважає категорія «рекреаційно-оздоровчі ліси» (21109,4 га; 79,1 %), в т. ч. ліси в межах населених пунктів (836,1 га), лісопаркова частина лісів зелених зон (3458,9 га), лісогосподарська частина лісів зелених зон (16814,4 га). Значну частину займає категорія «ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення» (4058,0 га; 15,2 %) та «захисні ліси» (1520,0 га; 5,7 %). До категорії «ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного

призначення» належить пам'ятка природи (1,0 га) та заказники (4057,0 га). До категорії «захисні ліси» віднесено ліси уздовж берегів річок, навколо озер, водоймищ та ін. (90,0 га), інші захисні ліси (1237,5 га), байрачні ліси (192,5 га).

За лісорослинним районуванням України територія ДП «Сумське ЛГ» відноситься до зони Лівобережно-Дніпровського Лісостепу, за лісотипологічним – до лісотипологічного району Дніпровських свіжих кленово-липових дібров (Vorob'ev, 1953).

Кількість опадів є достатньою для зростання основних лісоутворюючих порід (дуб звичайний, ясен звичайний, клен гостролистий, липа дрібнолиста). Клімат території – помірно-континентальний. Серед факторів, які лімітують ріст і розвиток насаджень, можна вказати на пізні весняні та ранні осінні заморозки, сильні сухі вітри.

Рельєф території ДП «Сумське ЛГ» – рівнинний. У східній частині наявними є долини малих річок, струмки, яри, балки (коливання висот – 115–230 м н. р. м.), у західній частині – лісові насадження зростають на незначній площі ярів і балок, в той час як рівні площі використовуються задля вирощування сільськогосподарських культур.

Основні типи і види ґрунтів: сірі лісові (темно-сірі, сірі і світло-сірі), дерново-підзолисті, дерново-підзолисті глееві, болотні (торф'яно-глееві і торф'яні). Основні типи лісу:  $V_2$ ДС – 3,8 %;  $C_2$ ЛДС – 17 %;  $C_3$ ЛДС – 3,6 %;  $D_2$ КлД – 65,2 %. За ступенем вологості більша частина ґрунтів відноситься до свіжих.

До ОЦЗ 1.1 *Природно-заповідні території* належать такі об'єкти природно-заповідного фонду на території ДП «Сумське ЛГ» Derzhavnyj kadastr..., 2009; Proekt organizacii'... "Sums'ke lisove gospodarstvo", 2018): ботанічний заказник загальнодержавного значення «Банний яр» (Могрицьке лісництво, кв. 26, 42-43, 52, площею 236,0 га); орнітологічний заказник загальнодержавного значення «Журавлиний» (Низівське лісництво, кв. 41, 48, 57, 62, 69, площею 258 га); ландшафтний заказник місцевого значення «Битицький» (Сумське лісництво, кв. 127–135, 137; Могрицьке лісництво, кв. 115–116, площею 867,5 га); загальнозоологічний заказник місцевого значення «Бобровий» (Сумське лісництво, кв. 85, 93, 95, площею 163,0 га); ботанічний заказник місцевого значення «Лунарієвий» (Могрицьке лісництво, кв. 40-41, 51, 53-55, площею 340,0 га); гідрологічний заказник місцевого значення «Ворожбянський» (Низівське лісництво кв. 15, 16, 17, 20, 21, 22, 25, 26, 31, 38, 45, 52, 58, 63, площею 764,0 га); пам'ятка природи місцевого значення «Джерело Барвінкове-1» (Низівське лісництво кв. 79 вид. 8 ур. "Мамаєвщина", площею 0,02 га); пам'ятка природи місцевого значення «Джерело Барвінкове-2» Низівське лісництво кв. 79 вид. 12 ур. "Мамаєвщина", площею 0,02 га; гідрологічна пам'ятка природи місцевого значення «Джерело Вакалівське» Піщанське лісництво, кв. 123, діл. 17, 25, площею 1 га.

Під час ідентифікації ОЦЗ 1.2 *Види, що перебувають під загрозою знищення, вимирають та ендемічні види* нами було з'ясовано, які види рослин та тварин Сумської області мають вказаний природоохоронний статус.

До видів рослин, які включено до «Червоної книги України» (Chervona knyга Ukraї'ny. Roslynnyj, 2009) належать: гніздівка звичайна (*Neottia nidus-avis* L.), любка дволиста (*Platanthera bifolia* L.), лілія лісова (*Lilium martagon* L.), пальчатокорінник Фукса (*Dactylorhiza fuchsia* Druce), пальчатокорінник м'ясочервоний (*Dactylorhiza incarnata* L.), коручка чемерниковидна (*Epipactis helleborine* L.), лунарія оживаюча (*Lunaria rediviva* L.), цибуля ведмежа (*Allium ursinum* L.), зозуліні сльози яйцевидні (*Listera ovata* L.), мутин собачий (*Mutinus caninus* Huds.).

До видів рослин, що підлягають особливій охороні, належать: волошка сумська (*Centaurea sumensis* Kalen.), осока ячменевидна (*Carex hordeistichos* Vill.), страусове перо звичайне (*Matteuccia struthiopteris* L.), росичка круглолиста (*Drosera rotundifolia* L.), сон широколистий (*Pulsatilla patens* L.), наперстянка великоцвіта (*Digitalis grandiflora* Mill.), воронець колосистий (*Actaea spicata* L.), зірочник гайовий (*Stellaria nemorum* L.), купальниця європейська (*Trollius europaeus* L.).

До Червоного списку рослин Сумської області (Andrijenko & Peregrun, 2012) належать: зірочник гайовий (*Stellaria nemorum* L.), зубниця п'ятилиста (*Dentaria quinquefolia* M.Bieb.), костриця найвища (*Festuca altissima* All.), ряст Маршала (*Corydalis marschalliana* Pers.).

До видів тварин, які включено до «Червоної книги України» (Chervona knyга Ukraї'ny. Tvarynnyj, 2009) належать: видра річкова (*Lutra lutra* Linnaeus), мінога українська (*Eudontomyzon mariae* Berg), кутора мала (*Neomys anomalus* Cabrera), мідянка звичайна (*Coronella austriaca* Laurenti), горностай (*Mustela erminea* Linnaeus), журавель сірий (*Grus grus* Linnaeus), шуліка чорний (*Milvus migrans* Boddaert), балабан (*Falco cherrug* Gray), лунь лучний (*Circus pygargus* Linnaeus), сорокопуд сірий (*Lanius excubitor* Linnaeus), жук-олень (*Lucanus cervus* Linnaeus), дозорець імператора (*Anax imperator* Leach), красотіл пахучий (*Calosoma* (s.str.) *sycophanta* Linnaeus), п'явка медична (*Hirudo medicinalis* Linnaeus), стрічкарка тополева (*Limenitis populi* Linnaeus), стрічкарка блакитна (*Catocala fraxini* Linnaeus), джміль моховий (*Bombus muscorum* Linnaeus).

До видів тварин, що підлягають особливій охороні, належать: борсук (*Meles meles* Linnaeus), черепаха болотяна (*Emys orbicularis* Linnaeus), ремез (*Remiz pendulinus* Linnaeus), сова сіра (*Strix aluco* Linnaeus), деркач (*Crex crex* Linnaeus), бугай (*Botaurus stellaris* Linnaeus).

Наведемо обґрунтування віднесення частини із вище перерахованих об'єктів ПЗФ до ОЦЗ 1.2. У ботанічному заказнику загальнодержавного значення «Банний яр» являє собою масив широколистяного лісу, зростають реліктові види рослин: костриця найвища (*Festuca altissima* All.), страусове перо (*Matteuccia struthiopteris* L.), а також червонокнижні вид рослин – лунарія оживаюча (*Lunaria rediviva* L.) і цибуля ведмежа (*Allium ursinum* L.).

В орнітологічному заказнику загальнодержавного значення «Журавлинний» у віковому дубово-сосновому лісовому масиві трапляються червонокнижні рослини: любка дволиста (*Platanthera bifolia* L.), пальчатокорінник травневий (*Dactylorhiza majalis* Rchb.), косариками

болотні (*Gladiolus palustris* Gaudin), а також представники червонокнижної фауни: жук-олень (*Lucanus cervus* Linnaeus), махаон (*Papilio machaon* Linnaeus), джміль моховий (*Bombus muscorum* Fabricius), соня садова (*Eliomys quercinus* Linnaeus), лелека чорний (*Ciconia nigra* Linnaeus), лунь польовий (*Circus cyaneus* Linnaeus), сорокопуд сірий (*Lanius excubitor* Linnaeus).

У ландшафтному заказнику місцевого значення «Битицький» у липово-кленово-дубових лісових масивах природного походження зростають червонокнижні рослини: пальчатокорінник м'ясочервоний (*Dactylorhiza incarnata* L.), коручка чемерникоподібна (*Epipactis helleborine* L.), грифола зонтична (*Grifola umbellata* Pers.). Тут мешкають червонокнижні тварини: лелека чорний (*Ciconia nigra* Linnaeus), орел-карлик (*Aquila pennata* Gmelin), мідянка (*Coronella austriaca* Laurenti), видра річкова (*Lutra lutra* Linnaeus), горностай (*Mustela ermine* Linnaeus), вечірниця мала (*Nyctalus leisleri* Kuhl), бражник мертва голова (*Acherontia atropos* Linnaeus), райдужниця велика (*Apatura iris* Linnaeus), мнемозина (*Parnassius mnemosyne* Linnaeus), махаон (*Papilio machaon* Linnaeus), поліксена (*Zerynthia polyxena* Denis & Schiffermuller).

У ботанічному заказнику місцевого значення «Лунарієвий» у лісостані природного походженням із переважанням липи дрібнолистої, клена гостролистого та дуба звичайного охороняються місця зростання лунарії оживаючої (*Lunaria rediviva* L.), цибулі ведмежої (*Allium ursinum* L.), які включені до «Червоної книги України».

ОЦЗ 1.3 *Ключові сезонні місця концентрації тварин* охороняються у орнітологічному заказнику загальнодержавного значення «Журавлинний» – постійні місця гніздування рідкісного червонокнижного птаха – сірого журавля (*Grus grus* Linnaeus) та у загальнозоологічному заказнику місцевого значення «Бобровий» (частина ділянок заплави річок Сейму та Виру) – місце концентрації бобрів (*Castor* Linnaeus), кабанів (*Sus scrofa* Linnaeus), козуль (*Capreolus capreolus* Gray), єнотоподібного собаки (*Nyctereutes procyonoides* Gray). Ідентифікація ОЦЗ 1.3 потребує подальших польових досліджень. Можна було б застосувати підхід багатьох лісгосподарських підприємств щодо включення до ОЦЗ 1.3 тих ділянок, які виділені як відтворювальні ділянки для мисливських тварин.

ОЦЗ 3. *Екосистеми та оселища* ідентифікувалися нами під час ознайомлення із матеріалами «Зеленої книги України»:

1. Угруповання «Формації латаття білого (*Nymphaea alba* L.) та глечиків жовтих (*Nuphar lutea* L.)» охороняються у ландшафтному заказнику місцевого значення «Битицький» відповідно до видання «Зелена книга України» (Zelena knyга Ukraї'ny, 2009).

2. ІВА територія № 63 – у лісовому фонді Піщанського та Могрицького лісництв площею 11600 га відповідно до додатку 4 «Перелік ІВА-територій важливі для птахів території (Important Bird Areas – IBAs), повністю або частково вкриті лісовою рослинністю в Україні» (Standart FSC-NRA-UA V1-1FSC).

3. Старовікові ліси ідентифіковано за «Веб-картою старовікових лісів Українського Полісся» (Ukraї'ns'ka pryrodohoronna grupa; Veb-karta starovikovyh lisiv).



Лісівничо-таксаційна характеристика старовікових насаджень «Сумське лісове господарство» (у розрізі таксаційних виділів) наведена у табл. 2.

Відповідно до табл. 2 у Сумському лісництві виділено 1 таксаційний виділ, у Могрицькому – 9, у Піщанському – 3, у Низівському – 5. Кожен із виділів належить до особливо захисних лісових ділянок (ОЗЛД) різних категорій: лісові ділянки на особливо охоронних частинах заказників, лісові ділянки в ярах, балках і річкових долинах, берегозахисні лісові ділянки. У складі переважає дуб звичайний. Вік – від 121 до 190 років.

Старовікові ліси у Могрицькому лісництві ідентифіковані (Українська руродооходозна група; Veb-karta starovikovyh lisiv) у таксаційних кварталах 5, 9, 10, 14, 15. В усіх таксаційних кварталах, крім кварталу 5, на схилах північної та південної експозиції із стрімкістю від 10 до 30 зростають деревостани віком 160–170 років. Лісоутворюючими деревними породами є дуб звичайний та ясен звичайний із супутніми породами – липою дрібнолистою та кленом гостролистим. Деревостани мають вегетативне походження, окрім насадження у Могрицькому лісництві, кв.15, вид. 6. Типи лісу – D<sub>2</sub>КЛД або D<sub>3</sub>КЛД. Таксаційні квартали належать до категорії лісу – лісогосподарська частина лісів зелених зон.

Праліси та квазіпраліси, об'єкти Смарагдової мережі, а також Рамсарські водно-болотні території, у ДП «Сумське ЛГ» не виявлено (Aleksijuk, 2019; Interaktyvni karty

Smaragdovoi'; Mykytjuk, 1999; Standart FSC-NRA-UA V1-1FSC).

До ОЦЗ 4 належить гідрологічний заказник місцевого значення «Ворожбянський» – лісовий масив, який розташований в заплаві річки Псел та відіграє велику роль у стабілізації рівня ґрунтових вод.

До ОЦЗ 4.1. Ліси, які мають особливо водоохоронне значення належать берегозахисні лісові ділянки загальною площею 605,7 га, у т. ч. (у розрізі лісництв): Могрицьке – 97,3 га, Низівське – 81,8 га, Піщанське – 194,5 га, Сумське – 232,1 га.

До ОЦЗ 4.2. Ліси, які мають особливо протиерозійне значення віднесено лісові ділянки в ярах, балках і річкових долинах площею 2047 га (у розрізі лісництв): Могрицьке – 1135,3 га, Низівське – 122,1 га, Піщанське – 305 га, Сумське – 118,3 га. До лісових ділянок на схилах ярів, балок, обривів, осипів і зсувів віднесено (у розрізі лісництв): Низівське – 7,4 га, Піщанське – 155,8 га, Сумське – 3,1 га.

До ОЦЗ 4.3. Лісові території, що мають особливе протипожежне значення належить 89,6 га. До лісових ділянок, що прилягають до залізниць, автодоріг віднесено (у розрізі лісництв): Низівське – 1,5 га, Піщанське – 40,2 га, Сумське – 47,9 га.

До ОЦЗ 5. Потреби громади віднесено 5056,8 га. До лісових ділянок із насадженнями-медоносами (липові) віднесено 760,4 га (у розрізі лісництв): Могрицьке –

Таблиця 2

**Лісівничо-таксаційна характеристика старовікових насаджень у ДП «Сумське лісове господарство»**

№ п/п	Кв.	вид.	Площа, га	Склад	Категорія ОЗЛД*	Вік, р.	Бонітет	Тип лісу	Повнота	м <sup>3</sup> /га
Сумське лісництво										
1	135	25	6,8	4ДЗЗЯ32ЛПД1КЛГ+БРС	ООЧЗ	165	2	D <sub>3</sub> КЛД	0,6	320
Могрицьке лісництво										
2	9	20	2,8	5ДЗ4Я31КЛГ+ЛПД+БРС+ОС	ЯБРД	170	1	D <sub>2</sub> КЛД	0,6	400
3	9	21	9,3	4ДЗ4Я31ЛПД1КЛГ+КЛП+БРС+ОС	ЯБРД	170	1	D <sub>2</sub> КЛД	0,7	430
4	10	4	15,0	7ДЗ1Я31ЛПД1КЛГ	ЯБРД	160	1	D <sub>2</sub> КЛД	0,7	440
5	10	6	4,9	6ДЗ2КЛГ1Я31ЛПД+БРС	ЯБРД	160	1	D <sub>2</sub> КЛД	0,6	350
6	14	5	3,0	4ДЗЗЯ32ЛПД1КЛГ+БРС+ОС		160	2	D <sub>2</sub> КЛД	0,8	430
7	14	10	1,0	7ДЗ2Я31КЛГ+ЛПД+ОС	ЯБРД	160	1	D <sub>2</sub> КЛД	0,7	510
8	14	12	2,8	4ДЗЗЯ32КЛГ1ЛПД+БРС+ОС	ЯБРД	160	1	D <sub>2</sub> КЛД	0,7	440
9	15	1	4,1	5ДЗ4Я31КЛГ+ЛПД+БРС+ОС	ЯБРД	170	2	D <sub>2</sub> КЛД	0,6	350
10	15	6	5,1	7ДЗ2Я31КЛГ+ЛПД+ОС	ЯБРД	121	2	D <sub>2</sub> КЛД	0,6	320
Піщанське лісництво										
11	135	3	4,6	4ДЗ3ЛПД2КЛГ1Я3+БРС	ЯБРД	160	1	D <sub>2</sub> КЛД	0,5	300
12	145	3	4,7	3ДЗ3ЛПД3КЛГ1Я3+БРС+БП+ОС	ЯБРД	145	1	D <sub>2</sub> КЛД	0,5	260
13	145	5	3,3	4КЛГЗЯ32ЛПД1ДЗ+БРС	ЯБРД	145	2	D <sub>2</sub> КЛД	0,6	300
Низівське лісництво										
14	18	8	0,6	9ДЗ1ЛПД	БЗЛД*	190	2	D <sub>2</sub> КЛД	0,3	140
15	31	9	1,4	6ДЗЗЯ31КЛГ+ОС+ЛПД+БП	ООЧЗ	150	1	C <sub>2</sub> ЛДС	0,7	390
16	38	1	1,9	7ДЗЗЯ3+БРС+ОС	ООЧЗ	170	2	C <sub>2</sub> ЛДС	0,5	250
17	39	11	1,0	10ДЗ+ЯЗ+ЛПД	ООЧЗ	160	2	C <sub>3</sub> ЛДС	0,6	280
18	55	10	4,1	8СЗ2ДЗ	ООЧЗ	150	1	C <sub>2</sub> ЛДС	0,6	410

\*Примітка. Категорія особливо захисної лісової ділянки (ОЗЛД): ООЧЗ – Лісові ділянки на особливо охоронних частинах заказників, ЯБРД – Лісові ділянки у ярах, балках і річкових долинах, БЗЛД – Берегозахисні лісові ділянки.

161,8 га, Низівське – 157,1 га, Піщанське – 282,8 га, Сумське – 158,7 га. До лісопаркової частини лісів зелених зон віднесено 3458,9 га: Низівське – 130,4 га, Піщанське – 2088,5 га, Сумське – 1240,0 га. До лісів в межах населених пунктів віднесено 836,6 га: Низівське – 27,6 га, Піщанське – 8,1 га, Сумське – 800,9 га.

У Низівському лісництві є рекреаційний пункт та ставок (0,4 га), у Могрицькому – кемпінг у 116-річному сосновому насадженні (0,5 га).

Пам'яткам природи місцевого значення «Джерело Барвінкове-1», «Джерело Барвінкове-2» та «Джерело Вакалівське» можна також надати статус ОЦЗ 5 (цінність – забезпечення невиснажливого рекреаційного використання території) та ОЦЗ 6 (цінність – збереження самовитічного джерела води).

Лісові території для збереження ОЦЗ 6. *Культурні цінності* наведені у табл. 3.

За даними табл. 3 до ОЦЗ 6 *Культурні цінності* віднесено лісові ділянки у розрізі підкатегорій: «рекреаційний пункт (місце відпочинку)» – 3 об'єкта (загальною площею 0,83 га), «криниця» – 4 об'єкта (0,05 га), «джерело» – 2 об'єкта (1,02 га), «пам'ятка археології / пам'ятка історії / об'єкт археології / могильник / поселення / городище» – 8 об'єктів, «місце поховання» – 4 об'єкта, «Пам'ять загиблим солдатам» – 1 об'єкт.

**Обговорення.** Інституційні заходи, які вже застосовувалися у країнах Європи для досягнення цілей підтримки, збереження та покращення біорізноманіття лісів, зосереджуються, серед іншого, на вдосконаленні планування управління лісами з точки зору біорізноманіття, збереженні лісів з високою цінністю біорізноманіття та на посиленій координації та співпраці між відповідними відомствами з питань біорізноманіття, а також на збереженні лісових генетичних ресурсів. Основними проблемами та перешкодами для підтримання та належного посилення біологічного різноманіття в лісових екосистемах є встановлення збалансованого та більш ефективного сталого захисту біотопів та видів, одночасно зі стійким використанням лісових ресурсів, застосування більш вимогливих систем господарювання, відсутність конвергенції між цілями охорони природи та цілями лісової політики (FOREST EUROPE, 2020).

Науковцями було проаналізовано звіти аудитів за схемами FSC та PEFC, оцінено частки сертифікованих лісових площ на державних та приватних землях із темпами їхнього приросту. Створено «Карту сертифікованих лісів Європи» на території 43 європейських держав. Відмічено, що в цілому у світі показник щорічного приросту площі сертифікованих лісів є досить постійним (Maesano et al., 2018).

Таблиця 3

Лісові території для збереження ОЦЗ 6

Лісництво	Кв./вид.	Площа, га	Склад	Вік, років	Критерії виділення
Рекреаційний пункт					
Низівське	9/22	0,4	Ставок		Рекр. пункт
Піщанське	9/6	0,4	10Дз+Бп+Клг+Лпд	88	Рекр. пункт
Піщанське	113/1	0,03	3Дз3Яз2Клг2Лпд+Бп+Ос	102	Рекр. пункт
Криниці					
Сумське	66/27	0,02	8Влч2Лпд+Клг+Ос	87	Криниця
Сумське	93/5	0,01	5Влч5Врб+Клг	97	Криниця
Низівське	48/9	0,01	7Тк3Ос+Влч	58	Криниця
Піщанське	58/4	0,02	Біополяна	62	Криниця «Гарматський сад»
Джерело					
Низівське	79/3	0,02	3Дз3Брс2Лпд2Яз+Ос+Бп	82	«Джерело Барвінкове-2»
Піщанське	123/17, 26	1,0	10Влч	57	«Джерело Вакалівське»
Пам'ятка археології / пам'ятка історії / об'єкт археології / могильник / поселення / городище					
Сумське	кв. 108		Пам'ятка археології, поселення		
Низівське	кв. 14		Пам'ятка археології, могильник ґрунтовий		
Низівське	кв. 8, 9, 10, 11		Пам'ятка археології, городище, селище, могильник IX-XIII ст..		
Піщанське	кв. 82		Об'єкт археології / курганний могильник, поселення		
Піщанське	кв. 145, 144		Пам'ятка історії / городище «Битиця 1»		
Піщанське	кв. 146, 145		Пам'ятка історії / городище «Битиця 2»		
Піщанське	кв. 123, 124, 118, 119		Пам'ятка історії / городище «Вакалівщина»		
Піщанське	кв. 81, 84, 85, 87		Пам'ятка історії / городище, селище, курганний могильник IX-XIII ст.		
Місце поховання					
Піщанське	49/2	0,01	5Яз1Дз2Клг2Лпд+Бп+Ос+Брс	43	Могила
Піщанське	135/5	0,01	Ставок		Могила
Піщанське	137/12	0,01	7Дз2Яз1Клг+Ос+Лпд+Брс	98	Могила
Пам'ять загиблим солдатам					
Піщанське	7/23	0,01	10Влч+Бп+Сз	77	7

У Словаччині власники лісів достатньо обізнані про цілі сталого лісового менеджменту та сприймають сертифікацію лісів як допоміжний інструмент для контролю за наданням екосистемних послуг. Це має прояв у моніторингу: ерозійних процесів, умов формування ґрунтів та складу деревостанів (має бути наближеним до природного), видового та екосистемного різноманіття, з подальшим забезпеченням естетичних, наукових та освітніх цінностей. У випадку великих лісових площ, сертифіковані компанії під час вибору надають перевагу забезпеченню таких екосистемних послуг як продукування деревної біомаси та накопичення води (Paluš et al., 2021).

Концепція ОЦЗ була запропонована під час процесу сертифікації лісів задля систематичного виявлення біорізноманіття та екосистемних послуг, що надаються лісовими екосистемами, але ця концепція набула більш широкого розвитку – для виокремлення лісів, важливих для збереження біорізноманіття (Mikusinski et al., 2021).

Більшість країн мають спільні передумови та перешкоди для застосування концепції ОЦЗ на національних рівнях. Детально це питання висвітлено у роботі С. Галст'яна (Galstyan, 2017) для Республіки Вірменія. Слід зазначити, що наведений підхід є актуальним для ситуації у багатьох країнах. До передумов застосування концепції ОЦЗ на національному рівні належить наявність інформації: Червона книга; перелік ендемічних видів рослин і тварин; об'єкти природно-заповідного фонду; перелік оселищ, лісові території, які були запропоновані до Смарагдової мережі (*Emerald Network*); важливі території для рослин (*Important Plant Areas – IPA*) та важливі території для птахів (*Important Bird Areas – IBA*); пріоритетні території для збереження (*Priority Conservation Areas – PCAs*); результати інвентаризації лісів та біорізноманіття та плани управління; результати соціально-економічних досліджень представників тих громад, які мешкають у лісі або поріч із ним. До перешкод концепції ОЦЗ на національному рівні належить: відсутність актуальної інформації про наявність цінностей для збереження у лісах; упущення у національних правових рамках, політиці та стратегії лісового господарства; відсутність затверджених національних критеріїв ідентифікації лісів із особливими цінностями; конфлікт із існуючим плануванням землекористування. Наведені перешкоди потребують вирішення. Крім того, необхідно продовжувати польові дослідження щодо розподілу видів Червоної книги та їх переоцінки за критеріями МСОП (IUCN), а також щодо ідентифікації рідкісних лісових біотопів.

Ньюйоркський державний департамент охорони довкілля є утримувачем сертифікату (за 2015–2019 SFI Standart®). Звіт аудиту 2017 року (New York State, 2018) стосовно лісового менеджменту проводився за 6 напрямками: планування системи ведення лісового господарства; здоров'я лісу та продуктивність; захист та підтримка водних ресурсів; збереження біологічного різноманіття; управління візуальною якістю та рекреаційними перевагами; захист особливих місць. У напрямку збереження біологічного різноманіття перевага надавалася управлінню якістю та поширенню місць оселень дикої природи та взяттю участі у збереженні біологічного різно-

маніття шляхом розвитку та імплементації заходів на рівні лісостану та на рівні природного ландшафту, які б сприяли різноманіттю типів місць оселень та суцесійних стадій та збереженню лісових рослин та тварин, у т.ч. й водних видів, старовікових лісів та екологічно важливих місць, лісу з винятковою цінністю для збереження (*англ.* Forest with Exceptional Conservation Value – FECV), За результатами оцінки розробляються стратегії щодо збереження біорізноманіття із обов'язковим занесенням даним до матеріалів лісовпорядкування. Ліс з винятковою цінністю для збереження виділяється окремою категорією, яка входить до складу лісів з високою цінністю для збереження (*англ.* High Conservation Value Forest – HCVF). Різні типи HCVF символічно позначаються на планах певним кольором: рідкісні угруповання – червоним кольором, територія із особливим доглядом – пурпурним, водоохоронні території – блакитним. Методологією передбачається включення результатів досліджень та польових чек-листів щодо оцінки стану біорізноманіття та екосистеми до рішень лісоуправління.

Науковці із Швеції провели широкомасштабне дослідження щодо оцінки просторового розміщення та перекриття контурів квазі-пралісових лісів, які не були ідентифіковані як ліси із ОЦЗ, а також контурів лісів із виявленими ОЦЗ (HCVF). Доведено, що додавання контурів таких квазі-пралісових лісів до мережі лісів із ОЦЗ створює мережу захищених лісів та збільшує структурний зв'язок між ними. За рахунок наведеного процесу площа середовища існування видів із незначною вимогливістю (залежать від ялинових або соснових лісів), може бути значно збільшеною. Для видів видів із значною вимогливістю необхідним є додаткове відновлення оселищ (у ландшафтній матриці) (Mikusinski et al., 2021).

Індонезійська державна компанія Perum Perhutani здійснює лісоуправління на островах Ява і Мадуро. Ця компанія провела ідентифікацію ОЦЗ з метою підтримання сталості користування лісовими ресурсами та виконання функцій лісів. Було виявлено усі категорії ОЦЗ. Слід відмітити, що у багатьох випадках на певних територіях були виявлені декілька ОЦЗ одночасно. Наприклад, у буферній зоні між національними природними парками (ОЦЗ 1.1) є місця перебування охоронюваного виду леопарда (*Pantera pardus melas*) (ОЦЗ 1.2) або ж місця оселення ендемічного виду сімейства мавп – блискучого гульмана (*Trachypithecus auratus*). До ОЦЗ 3 віднесені регіони із високим рівнем біорізноманіття, ОЦЗ 4 – береги річок та водні струмки, ОЦЗ 5 – місцябору паливної деревини та заготівлі сіна, ОЦЗ 6 – 16 культурних місць. На думку індонезійських дослідників моніторинг та ОЦЗТ даних свідчить про підвищення рівня збереженості флори і фауни (Sri & Sudharto, 2018).

Нині здійснено вагомі дослідження в Українських Карпатах щодо важливості та значення старовікових лісів і пралісів, історії їхніх досліджень та збереження, правового статусу та критеріїв для виділення цих лісів в Україні (Grebener et al., 2018).

У лісогосподарських підприємствах України зібрано достатньо різноманітної інформації, необхідної для виділення ОЦЗ різних категорій – є дані про природно-заповідний фонд, захисні ліси, місця оселень тварин зростання

рослин, занесених до «Червоної книги України», про об'єкти традиційної культурної ідентичності громади. Державним підприємствам, які мають сертифікат FSC ведення лісового господарства, заготовляють чи переробляють чи реалізують деревину слід проводити спеціальні дослідження щодо виділення лісових територій із ОЦЗ, оскільки раніше такі дослідження не проводилися.

Для полегшення дотримання підприємствами принципів і критеріїв відповідального управління лісами був розроблений «Посібник з питань практичної реалізації FSC національного стандарту системи ведення лісового господарства для України» (Posibnyk z rupan', 2021).

Відповідно до вимог критеріїв Принципу 9 «Особливі цінності для збереження» спеціалісти лісового господарства мають розробити та впровадити у практику ефективні стратегії щодо підтримки та збереження виявлених ОЦЗ, визначення наявних на території підприємства загрози для цих цінностей. До цього процесу мають долучатися сторони, чий інтерес зачеплено (Кременес'ка & Череповс'кuj, 2021).

**Висновки.** В Україні, методичні підходи щодо виконання вимог Принципу 9 «Особливі цінності для збереження» добровільної лісової сертифікації за схемою FSC® являють собою поєднання міжнародних та національних вимог, пов'язаних із збереженням лісових територій із різними особливими цінностями для збереження (ОЦЗ): видового різноманіття, екосистем та оселищ, критичних послуг екосистем, потреб громади, культурних цінностей. Ідентифікація ОЦЗ 1.1 *Природно-запо-*

*відні території* не була складною, вона включає 9 існуючих об'єктів, в т. ч.: 2 заказники загальнодержавного значення, 4 заказники та 3 пам'ятки природи місцевого значення. Ідентифікація ОЦЗ 1.2 *Види, що перебувають під загрозою знищення*, вимирають та ендемічні види вимагає ґрунтовних знань щодо природоохоронного статусу рослин та тварин, які зростають / мешкають на певній території. ОЦЗ 1.3 *Ключові сезонні місця концентрації тварин* були виділені, потребують подальшого вивчення у польових умовах. Ідентифікація ОЦЗ 3 *Екосистеми та оселища* виявилася найскладнішою, оскільки здатність виявляти лісові території, що містять зникаючі, рідкісні та вразливі біотопи потребує додаткових знань у сфері сучасних методик та інформації щодо виділення: старовікових лісів, рослинних угруповань із «Зеленої книги України», ІВА-територій та багато іншого. Ідентифікація ОЦЗ 5 *Потреби громади* та ОЦЗ 6 *Культурні цінності* не викликала ускладнень, вона потребує консультації із зацікавленими сторонами. Ідентифікацію ОЦЗ на лісових територіях слід здійснювати відповідно до Національного стандарту системи ведення лісового господарства для України. Запропоновані методичні підходи та результати ідентифікації ОЦЗ є своєрідними інструментами реалізації завдань лісової політики щодо сталого ведення лісового господарства. В подальшому, наявність банку даних щодо ідентифікованих ОЦЗ на лісових територіях України, дозволять нашій країні приєднатися до зеленої інфраструктури Європи.

#### **Бібліографічні посилання:**

1. Aleksijuk, I. L. (2019). Vysnovky pro rezul'taty provedennja pol'ovyh doslidzhen' ta zavershal'nogo etapu vyznachennja nalezhnosti lisovyh terytorij do pralisiv, kvazipralisiv i pryrodnyh lisiv na terytorii' derzhavnogo pidpryjemstva «Sums'ke lisove gospodarstvo». [Conclusions on the results of field research and the final stage of determining the affiliation of forest areas to virgin, quasi-virgin and natural forests on the territory of the state enterprise «Sumy Forestry»]. Kyi'v: Ministerstvo ekologij' ta pryrodnyh resursiv Ukrainy, derzhavne pidpryjemstvo «Biologichni resursy Ukrainy» (in Ukrainian).
2. Andrijenko, T. L. & Peregrym, M. M. (2012). Oficijni pereliky regional'no ridsknyh roslyn administratyvnyh terytorij Ukrainy (dovidkove vydannja) [Official lists of regionally rare plants of administrative territories of Ukraine (reference edition)]. Kyi'v, 104–112 (in Ukrainian). Access mode: [https://www.botany.kiev.ua/doc/of\\_reg\\_sp.pdf](https://www.botany.kiev.ua/doc/of_reg_sp.pdf)
3. Bondaruk, G. V. & Buksha, I. F. (2010). Rekomendacii' z lisovoi' sertyfikacii' lisogospodars'kyh pidpryjemstv. [Recommendations for forest certification of forestry enterprises]. Ukrain's'kij naukovo-doslidnyj instytut lisovogo gospodarstva ta agrolisomelioracii', Harkiv, 73 (in Ukrainian).
4. Bondaruk, G. V., Kagalo, O. O., Procenko, L. D., Artov, A. M. & Proc', B. G. (2013). Normatyvno-pravove zabezpechennja zberezhennja bioriznomanittja v lisovomu sektori Ukrainy: analiz ta perspektyvy rozvytku [Normative and legal support of biodiversity conservation in the forest sector of Ukraine: analysis and prospects of development]. L'viv, 266 (in Ukrainian).
5. Chatzimentor, A., Apostolopoulou, E. & Mazaris, A. D. (2020). A review of green infrastructure research in Europe: challenges and opportunities. *Landscape Urban Plan.*, 198:103775. doi: 10.1016/j.landurbplan.2020.103775
6. Chazdon, R. L. (2017). Landscape restoration, natural regeneration, and the forests of the future. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 102, 251–257. doi: 10.3417/2016035
7. Chervona knyga Ukrainy. Roslynyj svit / za red. Ja. P. Diduha (2009). [Red Book of Ukraine. Flora / ed. J. P. Didukha]. Kyi'v, 900 (in Ukrainian). Access mode: <http://helium.pp.ua/site/library/dovidnyky/chervona-knyga-roslynyj-svit-diduh.html>
8. Chervona knyga Ukrainy. Tvarynnyj svit / za red. I. A. Akimova (2009). [Red Book of Ukraine. Fauna / ed. I. A. Akimova]. Kyi'v, 600 (in Ukrainian). Access mode: [https://www.studmed.ru/akmov-ared-chervona-kniga-ukrayini-tvarinnyj-svt\\_5ea5251f0f3.html](https://www.studmed.ru/akmov-ared-chervona-kniga-ukrayini-tvarinnyj-svt_5ea5251f0f3.html)
9. Curtis, P. G., Slay, C. M., Harris, N. L., Tyukavina, A. & Hansen, M. C. (2018). Classifying drivers of global forest loss. *Science*, 361, 1108–1111. doi: 10.1126/science.aau3445
10. Derzhavnyj kadastr terytorij ta ob'ektiv pryrodno-zapovidnogo fondu Ukrainy (2019) [State cadastre of territories and objects of the nature reserve fund of Ukraine] (in Ukrainian). Access mode: <http://pzf.menr.gov.ua/пзф-україни/території-та-об'єкти-пзф-україни.html>
11. Dopovid' pro stan navkolyshn'ogo pryrodного seredovyssha v Sums'kij oblasti u 2017 roci [Report on the state of the environment in Sumy region in 2017]. (2018). Sums'ka oblasna derzhavna administracija, Sumy, 223 (in Ukrainian).
12. Dubovich, I. A., Vasylyshyn, H. R., Fomicheva, T. Je. & Volkovs'ka, Ju. I. (2019). Ekonomiko-pravove reguljuvannja ohorony ta zberezhennja bioriznomanittja ekosystem: teorija i praktyka [Economic and legal regulation of protection and

- conservation of ecosystem biodiversity: theory and practice]. *Naukovi praci Lisivnychoi' akademii' nauk Ukraïny*, 19, 178-186 (in Ukrainian). doi: 10.15421/411940
13. Dzhennyns, S., Nussbaum, R., Dzhadd, N. & Jevans, T. (2005). *Lesy vysokoy prirodoohrannoy cennosti. Prakticheskoe rukovodstvo. perevod s anglijskogo*. [High conservation value forests. Practical guide. translated from English], 184 (in Russian). Access mode: [http://213.189.208.206/hcvf/publications/LVPC\\_prakticheskoe%20rukovodstvo\\_Dzhennyns.pdf](http://213.189.208.206/hcvf/publications/LVPC_prakticheskoe%20rukovodstvo_Dzhennyns.pdf)
14. Evaluating Conservation Gains in North America through HCVF Assessments (Report Prepared for World Wildlife Fund – Canada) by Marcelo Levy & Nick Moss Gillespie Responsible Forestry Solutions (March 2007) WWF-Canada – Evaluating Conservation Gains in North America Through HCVF Assessments, Final Report. 31.
15. FOREST EUROPE, 2020: State of Europe's Forests 2020. Criterion 4: Maintenance, Conservation and Appropriate Enhancement of Biological Diversity in Forest Ecosystems, 110–148. Indicator C.4: Policies, institutions and instruments to maintain, conserve and appropriately enhance the biological diversity in forest ecosystems, 147. Access mode: [https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2016/08/SoEF\\_2020.pdf](https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2016/08/SoEF_2020.pdf)
16. FSC nacional'nyj standart systemy vedennja lisovogo gospodarstva dlja Ukraïny (FSC-STD-UKR-01-2019 V 1-0 (nabuv chynnosti z 30 bereznja 2020 r.) [FSC national standard of forestry system for Ukraine (FSC-STD-UKR-01-2019 V 1-0 entered into force on March 30, 2020)] (in Ukrainian). Access mode: <https://ua.fsc.org/preview.fsc-std-ukr-01-2019-v-1-0-fsc.a-1013.pdf>
17. Forest Stewardship Council A.C., 2000, 10.
18. Galstyan S. (2017). Prerequisites and obstacles for application of the concept of high conservation value forests in Armenia / *Annals of Agrarian Science*, 15 295–299. doi: 10.1016/j.aasci.2017.07.001
19. Gorban' I. M., Zatushevs'kyj, A. T. & Matejchuk V. I. (2009). Pro osoblyvo cinni lisy dlja zberezhennja landsaftnogo ta biologichnogo riznomanittja [About high conservation value forests for preservation of landscape and biological diversity]. *Naukovyj visnyk Volyns'kogo nacional'nogo universytetu imeni Lesi Ukraïny*, 2, 37–41 (in Ukrainian). Access mode: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvnu\\_2009\\_2\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvnu_2009_2_8)
20. Grebener, U., Knapp, G. D., Proc', B., Smalijchuk, A. & Volosjanchuk R. Pryrodni lisy Ukraïns'kyh Karpat / red. A. Smalijchuk ta U. Grebener (2018) [Natural forests of the Ukrainian Carpathians / ed. A. Smalijchuk & U. Grebener]. L'viv, 104 (in Ukrainian).
21. Interaktyvni karty Smaragdovoi' merezhi Ukraïny. [Interactive maps of the Emerald Network of Ukraine] Access mode: <http://emerald.net.ua>
22. Jonsson, B. G., Svensson, J., Mikusinski, G., Manton, M. & Angelstam, P. (2019). European Union's last intact forest landscapes are at a value chain crossroad between multiple use and intensified wood production. *Forests*, 10, 564. doi: 10.3390/f10070564
23. Karpuk, A.I., Morozjuk, O.V., Tokareva, O.V., Tyshhenko, V.M., Kremeneč'ka, Je.O., Churilov, A.M., Shevchuk, O.V., Dubovec', B.V. & Nevmerzhyč'kyj, V.I. (2015). *Metodychni rekomendacii' z vydilennja, monitoryngu ta ohorony osoblyvo cinnih dlja zberezhennja lisiv*. [Guidelines for the identification, monitoring and protection of high conservation value forests]. Kyi'v, 43 (in Ukrainian). Access mode: <http://sfmu.org.ua/files/METODYCHNI-REKOMENDACII-Z-VYDILENNA-MONITORYNGU-TA-OHORONY-OCZL.pdf>
24. Konvencija pro ohoronu biologichnogo riznomanittja (Rio-de-Zhanejro 1992 rik). Zakon pro ratyfikaciju Konvencii' vid 29 lystopada 1994 roku № 257/94-VR [Convention on Biological Diversity (Rio de Janeiro 1992). Law on Ratification of the Convention of 29 November 1994 № 257/94-VR] (in Ukrainian). Access mode: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_030](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_030)
25. Konvencija pro ohoronu dykoi' flory ta fauny ta pryrodnyh seredovyshh i'h isnuvannja v Jevropi. (Bern 1979 rik). Zakon pro pryjednannja Ukraïny do Konvencii' 1979 roku pro ohoronu dykoi' flory ta fauny ta pryrodnyh seredovyshh i'h isnuvannja v Jevropi vid 29 zhovtnja 1996 r. №436/96-VR. [Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. (Bern 1979). Law on Ukraine's Accession to the 1979 Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats of 29 October 1996 № 436/96-VR] (in Ukrainian). Access mode: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_032](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_032)
26. Konvencija pro vodno-bolotni ugiddja, shho majut' mizhnarodne znachennja, golovnym chynom jak seredovyshha isnuvannja vodoplavnyh ptahiv (Ramsar 1971 rik). Zakon Ukraïny pro uchast' u Konvencii' vid 29 zhovtnja 1996 r. №437/96-VR. [Convention on Wetlands of International Importance, Mainly as Habitats for Waterfowl (Ramsar 1971). Law of Ukraine on Participation in the Convention of October 29, 1996 №437 / 96-VR] (in Ukrainian). Access mode: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_031](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_031)
27. Konvencija pro zberezhennja migrujučykh vydiv dykych tvaryn (Bonn 1979 rik), Zakon Ukraïny pro pryjednannja do Konvencii' vid 19 bereznja 1999 roku № 535-XIV. [Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (Bonn 1979), Law of Ukraine on Accession to the Convention of 19 March 1999 № 535-XIV] (in Ukrainian). Access mode: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_136](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_136)
28. Kremeneč'ka Je. O. & Cherepovs'kyj M. V. (2021) Novitni pidhody u sferi upravlinnja lisogospodars'kym vyrobnyctvom shhodo vyrishennja ekologichnyh problem vidpovidno do vymog lisovoi' sertyfikacii' za shemoju FSC® [The latest approaches in the field of forest management to solve environmental problems in accordance with the requirements of forest certification under the FSC® scheme] «Goncharivs'ki chytannja»: *Materialy Mizhnarodnoi' nauko-vo-praktyčnoj konferencii', prysvjachenoj 92 richchju z dnja narodzhennja doktora sil'skogospodars'kyh nauk, profesora Goncharova Mykoly Dem'janovyča* (25 travnja 2021 r.). SNAU, Sumy, 140–143 (in Ukrainian).
29. Lesy vysokoy prirodoohrannoy cennosti: koncepcija v teorii i na praktike (2009). [High conservation value forests: concept in theory and in practice]. *Vsemirnyj fond dikoj prirody (WWF)*, 178–186 (in Russian). Access mode: <http://213.189.208.206/hcvf/publications/LVPC%20koncepcija.pdf>

30. Liqueste, C., Kleeschulte, S., Dige, G., Maes, J., Grizetti, B., Olah, B. & Zulian, G. (2015). Mapping green infrastructure based on ecosystem services and ecological networks: a Pan-European case study. *Environ. Sci. Policy*, 54, 268–280. doi: 10.1016/j.envsci.2015.07.009
31. Lisovyj kodeks Ukraïny. [Forest Code of Ukraine]. (in Ukrainian). Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/3852-12>
32. Maesano, M., Ottaviano, M., Lidestav, G., Lasserre, B., Matteucci, G., Scarascia Mugnozza, G., Marchetti, M. (2018). Forest certification map of Europe. *iForest*, 11, 526–533. doi: 10.3832/ifer2668-011
33. Mikusiński, G., Orlikowska, E. H., Bubnicki, J. W., Jonsson, B. G. & Svensson, J. (2021). Strengthening the Network of High Conservation Value Forests in Boreal Landscapes. *Front. Ecol. Evol.* 8:595730. doi: 10.3389/fevo.2020.595730
34. Morozjuk, O. V., Dubrovec', B. V. & Nevmerzhyč'kyj, V. I. (2015). Osoblyvosti pravovogo zabezpechennja vydilennja lesov osoblyvo cinnnyh dlja zberezhennja lisiv v Ukraïni. [Features of legal support for the identification of high conservation value forests in Ukraine]. *Naukovi praci Lisivnychoi' akademii' nauk Ukraïny*, 193, 144-148 (in Ukrainian)
35. Mykytjuk, O. Ju. (1999) IBA terytorii' Ukraïny: terytorii', vazhlyvi dlja zberezhennja vydiv riznomanittja ta kil'kisnogo bagatstva ptahiv. [IBA of the territory of Ukraine: territories important for the conservation of species diversity and quantitative wealth of birds]. *Kyi'v*, 324 (in Ukrainian).
36. Nacional'nyj katalog biotopiv Ukraïny [National Catalog of Habitats of Ukraine] (2018). Za red. A.A. Kuzemko, Ja.P. Diduha, V.A. Onyshhenka, Ja. Sheffera. *Kyi'v*, 442 (in Ukrainian).
37. Nghobuoche, F., Ngoufo, R., Tatuebu, T., C., Louis, D. & Kiming, I. N. (2020). Forest Certification for Sustainable Forest Management in Cameroon: Myth or Reality. *International Journal of Environmental Protection and Policy*, 8(6), 105-116. doi: 10.11648/j.ijep.20200806.11
38. New York State Department of Environmental Conservation (NYDEC) 2017 SFI Forest Management Public Summary Report. 2018, 58. Access mode: [https://www.dec.ny.gov/docs/lands\\_forests\\_pdf/2017sfifinalaudit\\_1\\_.pdf](https://www.dec.ny.gov/docs/lands_forests_pdf/2017sfifinalaudit_1_.pdf)
39. Osoblyvo cinni dlja zberezhennja lisy: vyznachennja ta gospodarjuvannja. (2008). *Praktychnyj posibnyk WWF dlja Ukraïny*. [High conservation value forests: identification and management. WWF Practical Guide for Ukraine], 146 (in Ukrainian). Access mode: <https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/oczl.pdf>.
40. Paluš, H., Krahulcová, M., & Parobek, J. (2021) Assessment of forest certification as a tool to support forest ecosystem services. *Forests*, 12, 300.
41. Patru-Stupariu, I., Angelstam, P., Elbakidze, M., Huzui, A. & Andersson, K. (2013). Using forest history and spatial patterns to identify potential high conservation value forests in Romania. *Biodivers. Conserv.*, 22, 2023–2039. doi: 10.1007/s10531-013-0523-3
42. Plan lisonasadzhen' DP «Sums'kyj lisgosp» Mogryc'ke lisnyctvo Sums'ka oblast'. Zagal'na ploshha 6838,3 ga. Lisovporjadkuvannja 2017 roku. Masshtab 1:25000. (2017). [Plan lisonasadzhen DP «Sumskiy lisgosp» Mogrytske lisnitsvo Sumsk region. Zagalna area of 6838.3 hectares. Lisovorodkuvannja 2017 rock. Scale 1: 25000] (in Ukrainian).
43. Plan lisonasadzhen' DP «Sums'kyj lisgosp» Pishhans'ke lisnyctvo Sums'ka oblast'. Zagal'na ploshha 8049,5 ga. Lisovporjadkuvannja 2017 roku. Masshtab 1:25000. (2017). [Plan lisonasadzhen DP «Sumy lisgosp» Pishchanske lisnitsvo Sumsk region. Zagalna area is 8049.5 hectares. Lisovorodkuvannja 2017 rock. Scale 1: 25000] (in Ukrainian).
44. Plan lisonasadzhen DP «Sumy lisgosp» Nizivske lisnitstvo Sumsk region. Zagalna area is 8049.5 hectares. Lisovorodkuvannja 2017 rock. Scale 1: 25000. (2017). [Plan lisonasadzhen' DP «Sums'kyj lisgosp» Nyzivs'ke lisnyctvo Sums'ka oblast'. Zagal'na ploshha 8049,5 ga. Lisovporjadkuvannja 2017 roku. Masshtab 1:25000] (in Ukrainian).
45. Plan lisonasadzhen' DP «Sums'kyj lisgosp» Sums'ke lisnyctvo Sums'ka oblast'. Zagal'na ploshha 8049,5 ga. Lisovporjadkuvannja 2017 roku. Masshtab 1:25000. (2017). [Plan lisonasadzhen DP «Sumskiy lisgosp» Sumske lisnitsvo Sumsk region. Zagalna area is 8049.5 hectares. Lisovorodkuvannja 2017 rock. Scale 1: 25000] (in Ukrainian).
46. Porjadok podilu lisiv na kategorii' ta vydilennja osoblyvo zahysnyh lisovyh diljanok. [The procedure for dividing forests into categories and allocating specially protected forest areas]. Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/733-2007-%D0%BF>
47. Posibnyk z pytan' praktychnoi' realizacii' FSC® nacional'nogo standartu systemy vedennja lisovogo gospodarstva dlja Ukraïny. Kolektyv rozrobnykiv posibnyka: Bondaruk G. V. – pryncyp 8, 9; Volosjančuk R. T. – pryncyp 6; Kremeneč'ka Je. O. – pryncyp 8; Obors'ka A. E., Kovalyshyn V. R. – pryncyp 7, 10; Pavlishchuk O. P. – vstup, zagal'na chastyna, pryncyp 4; Rozvod S. V. – pryncyp 5; Caruk O. I. – pryncyp 1, 2. / Pid zagal'noju redakcijeju Kravca P.V. [Guide to the practical implementation of the FSC® national standard of forestry system for Ukraine / ed. P. V. Kravets]. *Kyi'v: FSC Ukraïna*, 2021, 171 (in Ukrainian).
48. Potapov, P., Hansen, M. C., Laestadius, L., Turubanova, S., Yaroshenko, A., Thies, C., Smith, W., Zhuravleva, I., Komarova, A., Minnemeyer, S. & Esipova, E. (2017). The last frontiers of wilderness: tracking loss of intact forest landscapes from 2000 to 2013. *Sci. Adv.*, 3:1600821. doi: 10.1126/sciadv.1600821
49. Proc', B., Papp, K., Vlad, R., Bashta, A.-T., Kagalo, O., Kish, R., Beresh, M. & Badaryu, A. (2014). Praktychnyj posibnyk dlja vyznachennja ta upravlinnja lisamy, jaki vključajut' vazhlyvi osередky vydovogo riznomanittja u Marmaros'komu transkordonnomu regioni (Rumunija-Ukraïna). [A practical guide to identifying and managing forests that include important species habitats in the Marmara transboundary region (Romania-Ukraine)]. *L'viv*, 62 (in Ukrainian). Access mode: [http://sfmu.org.ua/files/WWF\\_Ghid%20Specii\\_UA.pdf](http://sfmu.org.ua/files/WWF_Ghid%20Specii_UA.pdf)
50. Proekt organizacii' ta rozvytku lisovogo gospodarstva derzhavnogo pidpryjemstva «Sums'ke lisove gospodarstvo» Sums'kogo oblasnogo upravlinnja lisovogo ta myslyvs'kogo gospodarstva Derzhavnogo agentstva lisovyh resursiv Ukraïny. Pojasnjuval'na zapyska (2018). [Project of organization and development of forestry of the state enterprise «Sumy forestry» of the Sumy regional management of forestry and hunting of the State agency of forest resources of Ukraine. Explanatory note]. *Ukraïns'ke derzhavne proektne lisovporjadne vyrobnyche ob'jednannja „Ukrderzhlisproekt”*, Irpin', 159 (in Ukrainian).

51. Proekt organizacii ta rozvytku lisovogo gospodarstva derzhavnogo pidpryjemstva "Sums'ke lisove gospodarstvo" Sums'kogo oblasnogo upravlinnja lisovogo ta myslyvs'kogo gospodarstva. Mogryc'ke lisnyctvo. Taksacijnyj opys, vidomosti pokvartal'nyh pidsumkiv. (2018). [Project of organization and development of forestry of the state enterprise "Sumy forestry" of the Sumy regional management of forestry and hunting. Mogrytske forestry department. Forest inventory materials, information on quarterly results]. *Ukrai'ns'ke derzhavne proektne lisovoporjadne vyrobnyche ob'jednannja „Ukrderzhlisproekt”*, Irpin', 301 (in Ukrainian).
52. Proekt organizacii ta rozvytku lisovogo gospodarstva derzhavnogo pidpryjemstva "Sums'ke lisove gospodarstvo" Sums'kogo oblasnogo upravlinnja lisovogo ta myslyvs'kogo gospodarstva. Nyzivs'ke lisnyctvo. Taksacijnyj opys, vidomosti pokvartal'nyh pidsumkiv. (2018). [Project of organization and development of forestry of the state enterprise "Sumy forestry" of the Sumy regional management of forestry and hunting. Nyzivs'ke forestry department. Forest inventory materials, information on quarterly results]. *Ukrai'ns'ke derzhavne proektne lisovoporjadne vyrobnyche ob'jednannja „Ukrderzhlisproekt”*, Irpin', 248 (in Ukrainian).
53. Proekt organizacii ta rozvytku lisovogo gospodarstva derzhavnogo pidpryjemstva "Sums'ke lisove gospodarstvo" Sums'kogo oblasnogo upravlinnja lisovogo ta myslyvs'kogo gospodarstva. Pishchans'ke lisnyctvo. Taksacijnyj opys, vidomosti pokvartal'nyh pidsumkiv. (2018). [Project of organization and development of forestry of the state enterprise "Sumy forestry" of the Sumy regional management of forestry and hunting. Pishchans'ke forestry department. Forest inventory materials, information on quarterly results]. *Ukrai'ns'ke derzhavne proektne lisovoporjadne vyrobnyche ob'jednannja „Ukrderzhlisproekt”*, Irpin', 455 (in Ukrainian).
54. Proekt organizacii ta rozvytku lisovogo gospodarstva derzhavnogo pidpryjemstva "Sums'ke lisove gospodarstvo" Sums'kogo oblasnogo upravlinnja lisovogo ta myslyvs'kogo gospodarstva. Sums'ke lisnyctvo. Taksacijnyj opys, vidomosti pokvartal'nyh pidsumkiv. (2018). [Project of organization and development of forestry of the state enterprise "Sumy forestry" of the Sumy regional management of forestry and hunting. Sumske forestry department. Forest inventory materials, information on quarterly results]. *Ukrai'ns'ke derzhavne proektne lisovoporjadne vyrobnyche ob'jednannja „Ukrderzhlisproekt”*, Irpin', 420 (in Ukrainian).
55. Rejestr pam'jatok kul'turnoi' spadshhyny Ukrai'ny misceвого znachennja. [Реєстр пам'яток культурної спадщини України місцевого значення]. Access mode: [http://mincult.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art\\_id=245323810&cat\\_id=244910406](http://mincult.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=245323810&cat_id=244910406)
56. Rejestr pam'jatok kul'turnoi' spadshhyny Ukrai'ny nacional'nogo znachennja. [Register of monuments of cultural heritage of Ukraine of national importance]. Access mode: [http://mincult.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art\\_id=245365203&cat\\_id=244910406](http://mincult.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=245365203&cat_id=244910406)
57. Sabatini, F. M., Burrascano, S., Keeton, W. S., Levers, C., Lindner, M., Pötschner, F., Verkerk, P. J., Bauhus, J., Buchwald, E., Chaskovsky, O., Debaive, N., Horváth, F., Garbarino, M., Grigoriadis, N., Lombardi, F., Duarte, I. M., Meyer, P., Midteng, R., Mikas, S., Mikoláš, M., Motta, R., Mozgeris, G., Nunes, L., Panayotov, M., Ódor, P., Ruete, A., Simovski, B., Stillhard, J., Svoboda, M. & Szwagrzyk, J.; Tikkanen, O.-P.; Volosyanchuk, R.; Vrska, T.; Zlatanov, T. & Kuemmerle, T. (2018). Where are Europe's last primary forests? Diversity and Distributions, 24:1426–1439. doi: 10.1111/ddi.12778
58. Shparyk, Ju., Chernjavs'kyj, M., Kagalo, O., Bondaruk, G., Ponepoljak, M., Forgil', Ja., Zelenchuk, Ja., Volosjanчук, R. & Proc', B. (2015). Kryterii' ta metodyka identyfikacii' starovikovyh lisiv i pralisiv. [Criteria and methods of identification of ancient forests and virgin forests]. *L'viv*, 28 (in Ukrainian).
59. Sri Sulistyowati & Sudharto P. Hadi (2018). The existence of High Conservation Value Forest (HCVF) in Perum Perhutani KPH Kendal to support Implementation of FSC Certification E3S Web of Conferences 31, 08019 Section 08. Environmental Conservation. The 2nd International Conference on Energy, Environmental and Information System (ICENIS 2017). doi: 10.1051/e3sconf/20183108019
60. Standart FSC-NRA-UA V1-1FSC ocinka ryzyku kontrol'ovanoi' derevyny dlja Ukrai'ny (rozroblena zgidno z proceduroju FSC-PRO-60-002 V 3-0) [Standard FSC-NRA-UA V1-1FSC risk assessment of controlled wood for Ukraine (developed according to the procedure FSC-PRO-60-002 V 3-0)]. Data shvalennja: 15 grudnja 2017, 114 (in Ukrainian). Access mode: <https://ua.fsc.org/ua-ua/nasha-diyalnist/-01>
61. Sums'ke oblasne upravlinnja lisovogo ta myslyvs'kogo gospodarstva. [Sumy regional department of forestry and hunting]. Access mode: <http://www.sumylis.gov.ua/napryamki-diyalnosti/prirodno-zapovidnij-fond.html>
62. Svensson, J., Andersson, J., Sandström, P., Mikusín'ski, G. & Jonsson, B. G. (2019). Landscape trajectory of natural boreal forest loss as an impediment to green infrastructure. *Conserv. Biol.*, 33, 152–163. doi: 10.1111/cobi.13148
63. Svensson, J., Bubnicki, J. W., Jonsson, B.-G., Andersson, J. & Mikusín'ski, G. (2020). Conservation significance of intact forest landscapes in the Scandinavian mountains green belt. *Landscape Ecol.*, 35, 2113–2131. doi: 10.1007/s10980-020-01088-4
64. Tian, N.; Poudyal, N. & Lu, F. (2021). Assessments of Landowners' Willingness to Accept Compensation for Participating in Forest Certification in Shandong, China. *Sustainability*, 13, 903. doi: 10.3390/su13020903
65. Ugoda pro zberezhennja kazhaniv v Jevropi (Bristol' 1995 r.) zakon Ukrai'ny pro pryjednannja do Ugody vid 14 travnja 1999 roku № 663-XIV [Agreement on the Conservation of Bats in Europe (Bristol 1995) Law of Ukraine on Accession to the Agreement of 14 May 1999 № 663-XIV] (in Ukrainian). Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/663-14>
66. Ukrai'ns'ka pryrodohoronna grupa. Sajt. [Ukrainian Environmental Protection Group. Website]. Access mode: <http://uncg.org.ua>
67. Veb-karta starovikovyh lisiv Ukrai'ns'kogo Polissja [Web map of ancient forests of Ukrainian Polissya]. Access mode: <https://scgis.org.ua/oldforests-light/>
68. Vlad, R., Proc', B. & Bukur, K. (2014). Posibnyk dlja vyznachennja osoblyvo cinnyh dlja zberezhennja lisiv u transkordonnomu regioni Marmaroshhyny (Rumunija-Ukrai'na) ta gospodarjuvannja v nyh. [A guide to identifying and managing of high conservation value forests of the Marmara region (Romania-Ukraine)]. *L'viv*, 38 (in Ukrainian).
69. Vorob'ev, D. V. (1953) Typy lesov Evropejskoj chast SSSR. [Types of forests in the European part of the USSR]. Kyev, 452 (in Russian).
70. Zelena knyga Ukrai'ny [Green Book of Ukraine] (2009). Pid zagal'noju redakcijeju Ja.P. Diduha. Kyi'v, 448 (in Ukrainian).

**Kremenetska Ye. O.**, PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine  
**Holub M. G.**, Expert, Non-entrepreneurial Society "Association of Forest Certification in Ukraine", Kyiv, Ukraine  
**Cherepovsky M. V.**, Student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Methodological approaches and identification of high conservation value areas (in the eastern part of Sumy region forests)**

Forest certification is one of the world's best-known voluntary environmental programs for sustainable forest management. Principle 9 "High conservation values" of voluntary forest certification under the FSC® scheme provides for the need to take special measures for the identification and conservation of forest areas with existing high conservation values (HCVs). The identification of HCVs is an effective tool of forest certification, which encourages the forest enterprise to take into account the interests of a wide range of stakeholders, develop measures to preserve forest biodiversity and generally contribute to the greening of forest production. Modern methodological approaches to the identification of HCVs in forest areas, as well as their practical application in the forest fund of the state enterprise "Sumy Forestry" (northeastern part of Ukraine) were studied. Forest inventory materials, standards, manuals, reports, scientific publications were used. The research methods are generally accepted in FSC® forest certification. The division of HCVs into the categories listed in "FSC national standard of forestry system for Ukraine" (2020) was applied. The methodological approaches of many countries of the world to support forest ecosystems in areas with HCVs are considered. Particular attention was paid to the coverage of information related to forests that have undergone minimal human disturbance (primary forests, quasi-virgin areas, ancient forests). Intensive forestry leads to the loss of natural forests and related biodiversity. These negative trends in the state of biodiversity and the functioning of forest ecosystems require new initiatives. At the European Union level, the new initiative includes the concept of green infrastructure, which aims to ensure biodiversity, environmental sustainability and ecosystem services. Identification of HCV 1 Species diversity requires knowledge of the conservation status of plants and animals, HCV 3 Ecosystems and habitats – application of modern techniques and information on the search: ancient forests, plant communities from the "Green book of Ukraine", "National catalog of habitats of Ukraine", IBA- territories, etc. Finding HCV 5 Community needs and HCV 6 Cultural values requires stakeholder consultation. HCV 2 in Ukraine is not allocated. An important measure is the mapping of the contours of the areas with HCVs, a symbolic representation of their categories, the designation of valuable and rare habitats, and so on. The concept of HCVs can be considered a universal platform through which it is possible to identify the categories of those forest ecosystems that exist in conditions of potential danger. Many of these forests are still unprotected and need public attention.

**Key words:** forest certification, forest ecosystems, biodiversity, high conservation values (HCVs), Sumy region, Ukraine.



## СПОСОБИ ЗНИЖЕННЯ ШКОДОЧИННОСТІ ЗБУДНИКІВ ВІРУСНИХ ХВОРОБ КАРТОПЛІ

**Кучерявенко Оксана Олександрівна**

науковий співробітник

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України,

м. Чернігів, Україна

okskucher83@gmail.com

**Пиріг Олександр Вікторович**

кандидат сільськогосподарських наук, агроном-дослідник з мікробіології ґрунтів

СТОВ «Дружба Нова», смт. Варва, Чернігівська обл., Україна

ORCID: 0000-0001-5127-6451

altrockman1986@gmail.com

**Тимошенко Олена Петрівна**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Національний університет «Чернігівська політехніка»,

м. Чернігів, Україна

ORCID: 0000-0002-6888-7192

timosh\_alena@ukr.net

**Дмитрук Оксана Олександрівна**

науковий співробітник

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва,

м. Чернігів, Україна

ORCID: 0000-0002-5839-9902

oks.dmytruk@gmail.com

**Бондар Ірина Миколаївна**

старший викладач кафедри аграрних технологій

та лісового господарства

Національний університет «Чернігівська політехніка» НААН України,

м. Чернігів, Україна

ORCID: 0000-0002-8407-0748

irynapozitiv@gmail.com

*Наведено результати багаторічних даних моніторингових досліджень щодо поширення у розсадниках елітного насінництва картоплі вірусних хвороб, які викликають значні втрати урожаю та якості бульб. Встановлено, що найбільш поширеними є М-, S-, Y-віруси картоплі, як у моноінфекції, так і у складі патоккомплексів. Описано класичні методи боротьби із вірусними хворобами картоплі: біотехнологічні, фітосанітарні, хімічні та агротехнічні. Проведено аналіз досліджень з питань застосування фізіологічно активних речовин, антивірусних продуктів метаболізму різних мікроорганізмів та інгібіторів вірусів із широким спектром антивірусної дії, які у цілому здатні стимулювати природні захисні механізми рослин і є перспективними у стратегії захисту рослин від вірусних інфекцій.*

**Ключові слова:** картопля, вірусна інфекція, біологічні антивірусні речовини, фізіологічно активні речовини, біопрепарати.

DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.4>

**Вступ.** В Україні картопля посідає одне з перших місць серед інших сільськогосподарських культур за універсальністю використання у господарстві. Вона є важливою продовольчою, кормовою й технічною культурою. Врожайність та якість картоплі здебільшого залежать від ступеня її ураження фітопатогенами різної етіології.

Одним із найбільш шкодочинних захворювань картоплі є вірусні інфекції, перебіг яких у рослинах супроводжується порушенням фізіологічних процесів, таких як зниження

інтенсивності фотосинтезу; порушення інтенсивності дихання; зниження активності синтезу нормальних клітинних компонентів та інш. і, як наслідок, зниження врожайності та якості продукції культури (Tesljuk et al., 2008). На відміну від інших інфекційних захворювань рослин, вірусні хвороби мають низку особливостей: в інфікованій рослині вірус зберігається протягом усього її життя, а також у її вегетативному (а інколи і генеративному) потомстві (Kuz'mich & Balashova, 2011). Сьогодні виявлено більше двох десятків

вірусів, які пошкоджують картоплю. Майже десять із них завдають значних збитків картоплярству через значне поширення і суттєве зниження врожайності бульб.

До найбільш поширених в Україні слід віднести: X-, Y-, M-, S-віруси картоплі, ВСЛК. Через ураження найбільш поширеними вірусами X, S, M, Y, L втрати урожаю сягають від 5 до 80 % (Kolomijec, 2005; Suchasnij stan agrocenozu kartopljanogo polja i shljahi reguljuvannja jogo chisel'nosti).

За багаторічними результатами досліджень лабораторії вірусології Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України (м. Чернігів) у розсадниках елітного насінництва картоплі виявляються M-, S-, Y-віруси картоплі, як у моноінфекції, так і у складі патоконкомплексів. Превалює в посівах ентомофільний M – вірус картоплі в моноінфекції (36,2 %) або у комплексі з іншими мозаїчними вірусами: MBK+SBK виявлений у рослинах 23,4 %, MBK+SBK+YBK – 29,8 %, MBK+YBK – 6,4 %, SBK+YBK – 2,1 %, SBK – 2,1 % обстежених сортів (рис. 1) (Bova et al., 2013; Monitoring virusnyh boleznej kartofelja na Poles'e Ukrainy, 2006; Kolomijec', 2007; Metody kontrolju fitovirusologichnogo stanu agrocenoziv z kartopleju ta zernobobovumu kul'turamy, 2015).

В більшості зразків виявлено різні варіанти комплексів трьох домінуючих вірусів мозаїчної групи MBK, SBK, YBK. Патоконкомплекс за участі MBK серед всіх проаналізованих випадків складають 95,8 %, за YBK – 38,3 %, за SBK – 57,4 % (Monitoring virusnyh boleznej kartofelja na Poles'e Ukrainy, 2006; Kolomijec', 2007; Metody kontrolju fitovirusologichnogo stanu agrocenoziv z kartopleju ta zernobobovumu kul'turamy, 2015). Втрати врожаю картоплі від M – вірусу в залежності від сорту та умов навколишнього середовища досягають 25–50 % (Kostiw, 2011) та більше при змішаній інфекції – 75 % (Brunt, 2001).

Таким чином, при вирощуванні здорового вихідного матеріалу у польових умовах протягом 2–3 років

спостерігається високий ступінь ураженості його вірусами мозаїчної групи. Відтак, істотним резервом збільшення врожаю картоплі та підвищення якості продукції, а також, що не менш важливо, якості насіннєвого матеріалу є захист рослин від вірусної інфекції. Поки що не існує надійних засобів боротьби із фітовірусними інфекціями, що пов'язано з особливостями біології збудників, тому захист картоплі від вірусних хвороб носить тимчасовий та профілактичний характер (Ambrosov et al., 1985).

Одним із важливих прийомів боротьби з вірусними хворобами картоплі є отримання безвірусного матеріалу та прискорене його розмноження за використання біотехнологічних методів. Для біотехнологічного оздоровлення сортів картоплі використовують метод культури меристеми, який доповнено хіміотерапією та термотерапією, що значно підвищує ефективність оздоровлення. Розроблений технологічний процес, включає не лише оздоровлення, а й вивчення впливу елементів технології на збереження ідентичності сортових ознак, збільшення продуктивності матеріалу за рахунок фізіологічного оновлення та відбору найбільш продуктивних клонів ліній, на розробку і застосування системи контролю вірусологічного стану регенерантів на всіх етапах технології одержання оздоровленого вихідного матеріалу.

Технологія вирощування оздоровленого насіннєвого матеріалу картоплі також передбачає застосування комплексу заходів, які обмежують розповсюдження фітопатогенних вірусів в агроценозах цієї культури. До числа основних заходів відносяться:

– фітосанітарні методи захисту від вірусів – просторова ізоляція насіннєвої картоплі від площ продовольчої картоплі; проведення регулярних фітопрочинок із видаленням хворих рослин; облік безкрилих попелиць та прогнозування строків їх розвитку;

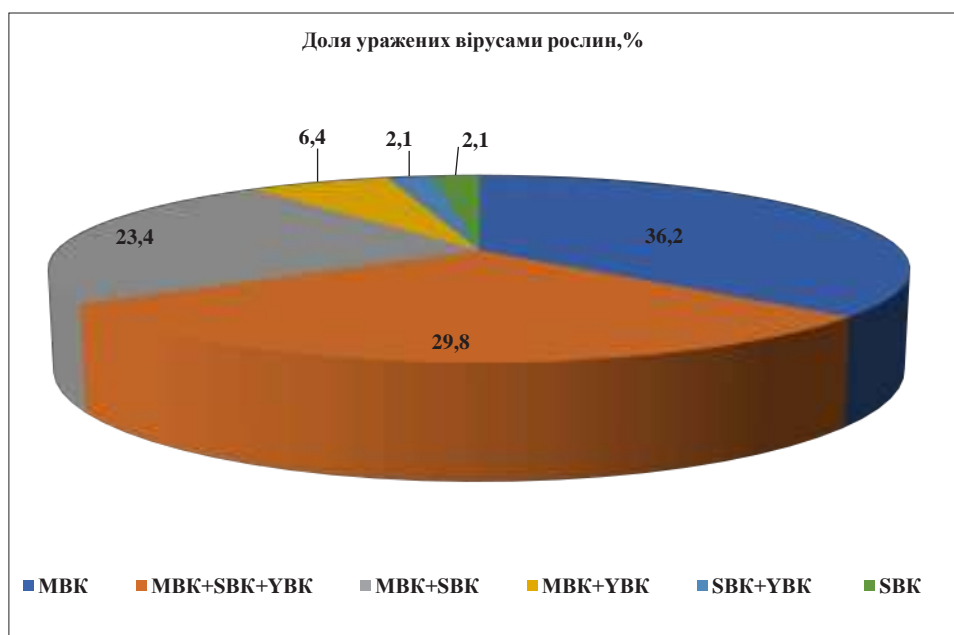


Рис. 1. Результати фітовірусологічного моніторингу насаджень насіннєвої картоплі, 2015 – 2020 рр.

– хімічні методи захисту – обприскування рослин картоплі інсектицидами та препаратами мінеральних масел проти попелиць-переносників вірусної інфекції;

– агротехнічні методи захисту – ранні строки висаджування пророщеними бульбами до початку масового льоту попелиць; густина садіння бульб у розсаднику добору клонів має бути 50–70×70 см, що виключає контакт рослин між собою та знижує розповсюдження вірусів контактним шляхом;

– створення умов для швидкого росту і розвитку рослин картоплі в початковий період вегетації (Vlasov & Larina, 1982; Shelud'ko, 1970; Soroka, 2005; Gnutova & Zolotarev, 2011).

Сьогодні актуальним є пошук ефективних, екологічно безпечних прийомів зниження шкодочинності вірусних хвороб, починаючи з перших етапів насінництва. У пошуку оптимальних варіантів покращення фітосанітарного стану насаджень картоплі все більше використовують регулятори росту рослин, які позитивно впливають на урожайність і якість продукції та істотно підвищують стійкість рослин до несприятливих факторів середовища – коливання температури, нестачі вологи, фітотоксичної дії пестицидів, ураження хворобами та шкідниками (Shevchuk & Doroshenko, 2000).

Застосування фізіологічно активних речовин, здатних стимулювати природні захисні механізми рослин, розцінюють як перспективну стратегію захисту рослин від вірусних інфекцій (Harina et al., 2007).

Існує багато відомостей про антивірусні властивості продуктів метаболізму різних мікроорганізмів, антибіотиків та інших речовин. Відомі також спроби оздоровлення рослин від вірусів за допомогою інгібіторів, які продукуються деякими дріжджами та грибами. Ці дослідження не завжди давали позитивні результати, проте вони свідчать про наявність мікроорганізмів і рослин, здатних утворювати інгібітори з широким спектром антивірусної дії проти фітопатогенних вірусів (Bawden, 1954; Mjet'juz, 1973; Gray, 1955; Bobyr', 1966; Krylov & Usol'ceva, 1976).

А. Д. Бобирь у своїх дослідженнях випробовував культури різноманітних дріжджів, грибів роду *Penicillium*, бактерій роду *Pseudomonas*, антибіотики та інші речовини на антивірусну дію проти вірусів пасльонових. Він встановив, що фільтрати культуральних рідин 15 різних рас та видів дріжджів, трьох культур бактерій роду *Pseudomonas*, трьох культур грибів роду *Penicillium*, антибіотики іманін, аренарін і граміцидин при профілактичному застосуванні на тютюні, томатах, перці, баклажанах та картоплі значно пригнічували накопичення X-, Y-, S-, M-вірусів картоплі, вірусу тютюнової мозаїки та бронзовості томатів (Bobyr', 1974).

М. В. Пridанніков досліджуючи природні регулятори процесів, пов'язаних з вилупленням личинок цистоутворюючих нематод виявив у водних екстрактах гомогенату яєць *Globodera rostochiensis* речовини здатні індукувати стійкість рослин тютюну до ВТМ (Pridannikov, 2007). На думку автора, антивірусна активність цих речовин може бути важливим для подальшого їх вивчення з метою розробки віруліцидів.

З літературних джерел також відомо про здатність бактерій *Pseudomonas fluorescens* індукувати стійкість

рослин тютюну до вірусу некрозу тютюну, томатів – до вірусу плямистого в'янення томатів, *Bacillus pumilis* та *Serratia marcescens* зумовлюють пригнічення розвитку вірусу мозаїки огірка в рослинах *Arabidopsis thaliana*, деякі ризобактерії впливають на розвиток інфекції, спричиненої вірусом зеленої крапчастої мозаїки огірка (Harina et al., 2007; Loon et al., 1998; Maurhofer et al., 1998; Kandan et al., 2005; Ryu et al., 2004).

Сьогодні досліджено ефективність речовин біологічного походження (у тому числі тих, які є основою біопрепаратів), які стимулюють ріст і розвиток рослин та одночасно підвищують їх стійкість до вірусних захворювань (Taran et al., 2004; Ponomarenko & Iutyn's'ka, 1999; Sheveluha & Blinovskij, 1990).

Л.К. Жеребчук разом із співавторами (Zherebchuk et al., 1974) у своїх дослідженнях вивчали вплив гібереліну на активність РНК-ази та репродукцію X-вірусу картоплі. Вони встановили, що активність ферменту підвищується як при механічному пошкодженні листків картоплі, так і за інфікування рослин ХВК. У випадку обробки рослин гібереліном, нанесення якого на рослини відбувалося без будь-якого механічного пошкодження тканин, спостерігали активацію ферменту рибонуклеази у листках рослин, а також його синтезу. Було зроблено припущення, що підвищення нуклеаз у клітині, індуковане гібереліном, в якійсь мірі впливає на деполімеризацію нуклеїнових кислот вірусу в момент її вивільнення з білкової оболонки, внаслідок чого концентрація вірусу в листках картоплі, оброблених гібереліном до їх зараження, була незначною.

Схожі результати були отримані Т.І. Мусорком разом із колегами при вивченні впливу кінетину – біологічно активної речовини групи цитокінінів на активність РНК-ази та репродукцію ВТМ у листках тютюну (Musorok et al., 1976). Встановлено, що обробка інокульованих ВТМ листків тютюну розчином кінетину у низьких концентраціях (2–4 мг/л) знижувала активність ферменту та збільшувала інфекційність соку уражених листків до 250 %. При більш високій концентрації кінетину (10–30 мг/л) відбувалось менш стрімке зниження РНК-ази, а інфекційність соку знижувалась на 72–87 % відносно контролю (інфіковані ВТМ листки тютюну без обробки кінетином).

Л.Н. Трофимець із співавторами (Pat. 2072779 Rossiya) дослідили противірусні властивості арахідонової кислоти (АК) та захистили патентом спосіб її застосування як індуктора стійкості пасльонових до збудників вірусних захворювань. За результатами імуноферментного аналізу обробка рослин тютюну, уражених ВТМ, водним розчином АК у концентрації  $10^{-7}$ М сприяла зниженню концентрації вірусу у 8,6 разів. Результати досліджень з картоплею показують, що передсадивна обробка бульб та вегетуючих рослин картоплі арахідоновою кислотою значно знижує відсоток ураженості вірусами. При цьому урожайність збільшується на 67 % відносно контролю (обробка бульб та рослин водою).

Низкою наукових досліджень показано, що речовинами, які мають здатність стимулювати стійкість рослин до вірусів є полісахариди: 1.3; 1.6-β-D-глюкани з грибів (Rouhier et al., 1995), та бурих водоростей (Reunov et al., 2000), 1.3; 1.4-β-D-глюкан з лишайника *Cetraria islandica*

(Stubler & Buchenauer, 1996), хітозан (Chirkov, 2002), фукоідан (Lapshina et al., 2006), олігосахариди, отриманий з галактоглоукоманана (Slovakova et al., 2000),  $\kappa/\beta$ -каррагінан з червоних водоростей (Barabanova et al., 2006).

Співробітниками Тихоокеанського інституту хімії ДВО РАН проведено електронно-мікроскопічне вивчення впливу фукоїдану з бурої водорості *Fucus evanescens* на накопичення Х-вірусу картоплі у клітинах мезофілу *Datura stramonium* L. та хітозану з панцеру краба на накопичення і стан часток ВТМ в клітинах мезофілу *Nicotiana tabacum* L. Показано, що обробка листків дурману фукоїданом (1 мг/мл) за добу до зараження ХВК сприяло меншому накопиченню вірусних часток, ніж у необробленому контролі. За допомогою ультраструктурно-морфометричного аналізу встановлено, що під дією фукоїдану підвищується білок-синтезуюча здатність клітин (збільшуються розміри ядерець, підвищується кількість мітохондрій і мембран гранулярного ендоплазматичного ретикулулу). Разом з цим при обробці фукоїданом спостерігається деяка активізація літичного компартмента, яка призводить до деструкції вірусних часток і, таким чином, може розглядатися як один з обумовлених полісахаридом захисних механізмів клітин, обмежуючих накопичення в них вірусу. Стимуляція фукоїданом утворення ХВК-специфічних ламінарних структур, здатних зв'язувати вірусні частки, мабуть, є іншим індукованим фукоїданом антивірусним механізмом клітин, який стримує репродукцію, а також внутрішній та міжклітинний транспорт ХВК (Lapshina et al., 2009).

При застосуванні хітозану (1 мг/мл) в уражених клітинах тютюну спостерігали специфічні для ВТМ гранулярні включення, наявність яких пов'язано з початковою стадією репродукції вірусу, тоді як клітини контролю (уражені рослини тютюну без обробки хітозаном) містили здебільшого трубчасті включення, які утворюються з гранулярних у пізні стадії розвитку інфекції. В оброблених фосфорно-вольфрамовою кислотою нативних препаратах соку уражених листків поряд з нормальними спостерігали аномальні (набряклі і тонкі) частки ВТМ. Автори вважають, що аномальні віріони, напевно, утворюються у результаті активації внутрішньоклітинних літичних процесів. При обробці хітозаном літична активність у заражених клітин була найбільш вираженою, а кількість аномальних вірусних часток збільшувалась порівняно з контролем. Тобто, обумовлена хітозаном стимуляція літичних процесів, яка викликає деструкцію часток ВТМ, може бути одним із захисних механізмів, перешкоджаючих накопиченню вірусу в клітинах тютюну (Nagorska et al., 2011).

О. Г. Коваленко із співавторами (Kovalenko et al., 2010) на прикладі трьох штамів базидіального гриба *Ganoderma adspersum*, виділених у Грузії, Китаї та Ізраїлі, показали здатність вищих грибів продукувати глікани, які є активними інгібіторами фітовірусної інфекції. Встановлено, що глікан *G. adspersum* активує захисні механізми рослин тютюну та пригнічує розвиток ВТМ-інфекції в тканинах чутливого хазяїна. Тобто він має широкий спектр антивірусної активності, яка реалізується з одного боку, безпосереднім або опосередкованим пригніченням інфекційності та репродукції вірусу *in vivo*, а з іншого –

індукцією захисних реакцій надчутливих рослин *de novo*. Здатність пригнічувати репродукцію та інфекційність ВТМ на думку авторів може бути зумовлена впливом полісахариду як на процес інфікування чутливих клітин, так і на ранні етапи репродукції вірусу, а саме: на депротейнізацію вірусної РНК та/або початкові стадії реалізації вірусного генома в клітині хазяїна.

С. М. Українцева вперше продемонструвала антивірусну активність компактину – природного інгібітора біосинтезу стеринів (продуцент – гриб *Penicillium citrinum*) в системах рослина-хазяїн: тютюн – ВТМ, картопля – ХВК (Ukraineva, 2007). У дослідженнях із застосуванням різних концентрацій компактину було встановлено достовірне зниження ступеню розвитку хвороби при ураженні тютюну сорту *Xanthi* ВТМ. При натиранні листків 0,05 %-водним розчином натрієвої солі компактину (Na-Com) кількість некрозів знижувалась більш ніж у 2 рази, а 0,3 % розчин практично повністю інгібував розвиток вірусу. В окремих випадках на листках, оброблених компактином, розмір некрозів був меншим, тобто рослини швидше локалізували інфекцію. Компактин проявляв дію і на стійкість картоплі до Х-вірусу за штучного ураження рослин. При натиранні 0,1 % розчином Na-Com листків картоплі на початковому етапі ХВК практично не був виявлений, в подальшому його розповсюдження проходило значно повільніше, ніж у контролі. Захисні властивості компактину проявились і при замочуванні бульб картоплі у 0,3 % розчині Na-Com. На думку автора, дослідження впливу компактину на фітопатогени можуть слугувати основою для розробки нових засобів захисту рослин від збудників хвороб, у тому числі вірусів (Ukraineva et al., 2008).

Співробітники Інституту захисту рослин Білорусі вперше для зниження шкідливості вірусних хвороб томату та огірка застосували препарати на основі біологічно активних речовин (Тубелак, який містить вільні амінокислоти, вуглеводи, вітаміни, макро- і мікроелементи; Туберит – препарат, отриманий із побічних продуктів переробки картоплі, і який містить інгібітори трипсину, хімотрипсину та субтилізину (мікробна протеаза), а також інгібітори цистеїнових, аспартильних й металопротеїназ; Препарат С, отриманий з насіння сої, який містить інгібітори Кунітца і Баумана-Бірк; препарат Епін – створений в Інституті біоорганічної хімії НАН Білорусі на основі фітогормону природної структури 24-епібрасиноліду). Позитивний вплив препаратів відмічали за передпосівного замочування насіння з наступним поливом та обприскуванням рослин. Більш високий інгібуєчий ефект по відношенню до вірусу аспермії томату (ВАТ) та вірусу зеленої крапчастої мозаїки огірка (ВЗКМО) отримано при використанні препаратів Тубелак і Епін. За результатами імуноферментного аналізу препарати сприяли зниженню концентрації ВАТ у рослинах томату у 1,7–2,0 рази, ВЗКМО в рослинах огірка – у 1,5 рази порівняно до контролю. В умовах виробничого дослідження біологічна ефективність препарату Епін і препарату Тубелак, на рослини томату в період плодоношення становила 43,4 і 55,2 %, на рослинах огірка – 65,0 і 60,1 % відповідно, що забезпечило формування додаткового

урожаю томату до 6,5 %, огірка – 32,2 % (Vabishhevich., 2012; Blockaja et al., 2011).

А. В. Дащенко у своїх дослідженнях показала, що використання 0,1 % розчинів гуматів (оксидату торфу і гідрогумату) шляхом передпосівного замочування насіння та дворазового обприскування рослин ехінацеї сорту Принцеса сприяло зниженню ураженості їх вірусом огіркової мозаїки на 15,0 % та вірусом плямистого в'янення томатів – на 17,0 % відповідно. При цьому врожайність культури збільшувалась на 27,0–30,0 %, порівняно з контролем (уражені рослини ехінацеї без обробки гуматами). Автор зазначає, що використані гумати містять високу концентрацію фенольних сполук – компонентів вторинного метаболізму рослин, які можуть виступати в ролі активних факторів у формуванні неспецифічної стійкості рослин ехінацеї до вірусної інфекції (Dashhenko, 2015).

В Інституті мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України, встановлено активність щодо вірусу тютюнової мозаїки препарату Гаупсину, створеного на основі двох штамів *Pseudomonas chlorographis* subsp. *aureofaciens* (Pat. 73682 Ukraїna). Дослідження свідчать, що біопрепарат Гаупсин з інсектофунгіцидними властивостями також здатен знижувати на 73–100 % розвиток ВТМ у рослинах дурману (*Datura stramonium* L.) та тютюну (*Nicotiana tabacum* L.). Високу антивірусну активність проявили як самі штами *P. chlorographis* subsp. *aureofaciens* УКМ В-111 і УКМ В-306 – діючі агенти препарату, так і термостабільні водорозчинні фракції, отримані з їх культуральної рідини шляхом осадження етанолом. Останні гальмували на 86–96 % розвиток інфекції, викликаної ВТМ, проте не були здатні підсилювати рослинний імунітет (Balko et al., 2010).

Г. М. Орловська для пригнічення розвитку вірусної інфекції в рослинах соняшнику застосувала передпосівну обробку насіння біологічними препаратами-стимуляторами росту «БОА» і «Біофунге-1» (Orlovs'ka & Wojko, 2008; Orlovs'ka, 2013).

За результатами ІФА, обробка препаратом «БОА» в концентрації 0,1 % протягом 60 хв. насіння соняшнику призводила до зниження показників оптичної густини порівняно з необробленим контролем у 2,1 рази. Обробка 0,1 % препаратом «Біофунге-1» насіння соняшнику протягом 90 хв. також призводило до зменшення вмісту вірусних антигенів у проростках соняшнику в 3 рази, порівняно з контролем, що сприяло кращому росту і розвитку рослин у подальшому.

Співробітниками лабораторії вірусології Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України встановлено позитивний вплив біопрепаратів Біогран та Бактопасльон на ріст, розвиток та продукційний процес пробіркових рослин картоплі, вирощених в умовах *in vivo* за ураження МВК. Передсадивна інокуляція біопрепаратами рослин карто-

плі з культури *in vitro* сприяла збільшенню маси одного клону вірусінфікованих рослин картоплі на 49,6–45,4 %. Поряд із збільшенням продуктивності картоплі інокуляція мікробними препаратами сприяла покращенню якісних показників продукції культури, зокрема підвищенню вмісту крохмалю в бульбах на 2,1–6,5 %, аскорбінової кислоти – на 10,7–19,2 %. Результати імуноферментного аналізу демонструють зниження концентрації МВК у рослинах картоплі за дії біопрепаратів у 1,4–1,7 раза, що може свідчити про підвищення їх вірусостійкості.

Аналізуючи вищезазначені результати досліджень багатьох вчених, можна стверджувати, що застосування речовин біологічного походження, а також біопрепаратів при вирощуванні сільськогосподарських культур є ефективним, екологічно безпечним прийомом зниження шкодочинності вірусних хвороб. Однак існують дані, які свідчать про зворотню дію біологічно активних речовин та мікробних препаратів на розвиток вірусної інфекції. Так, М. Е. Ладигіна у своїх роботах наводить дані щодо індукції репродукування Х-вірусу картоплі за використання гіберелової кислоти (Ladygina & Babosha, 1996). Е. А. Зоріна зі співавторами (Zorina et al., 2016) дослідили вплив біопрепарату Гамаір (біоагент препарату – штам *Bacillus subtilis* М-22) на розвиток інфекції викликаної вірусом мозаїки томату (ВМТ<sub>о</sub>). Встановлено, що при зараженні рослин томатів ВМТ<sub>о</sub> обробка препаратом Гамаір суттєво (у 2 рази по відношенню до контролю) стимулює розвиток вірусного патогену. Тому, беручи до уваги той факт, що біологічно активні речовини та біопрепарати у якості індукторів стійкості діють на фітопатогенні віруси опосередковано, через метаболізм рослини-господаря, необхідно ретельно вивчати їх вплив, як на саму рослину, так і на збудники вірусних хвороб.

Отже, літературні дані свідчать про активний пошук багатьма дослідниками ефективних, екологічно безпечних прийомів зниження шкодочинності вірусних хвороб сільськогосподарських культур, зокрема картоплі. Це питання і досі залишається актуальним та невирішеним у зв'язку з відсутністю надійних засобів захисту рослин від вірусної інфекції.

**Висновки.** Картопля як культура, що розмножується вегетативно, значною мірою потерпає від перезараження багаточисельними вірусними захворюваннями, і як результат – значні втрати урожаю та якості бульб.

Літературні дані свідчать про активний пошук багатьма дослідниками ефективних, екологічно безпечних прийомів зниження шкодочинності вірусних хвороб сільськогосподарських культур, зокрема картоплі. Фізіологічно активні речовини, антивірусні продукти метаболізму різних мікроорганізмів (грибів, бактерій), водоростей та інгібіторів вірусів із широким спектром антивірусної дії здатні стимулювати природні захисні механізми рослини і є перспективними у стратегії захисту рослин від вірусних інфекцій.

#### **Бібліографічні посилання:**

1. Ambrosov, A. L., Vlasov, Ju. I., Poljakova, T. E., & Jakusheva, A. S. (1985). Virusnye bolezni ljupina i mery bor'by s nimi [Lupine viral diseases and measures to control them]. Uradzhaj, Minsk, 78 (in Russian).
2. Balko, O. I., Kiprianova, O. A., & Kovalenko O. G. (2010). Antyvirusna aktyvnist' biopreparatu Gaupsyn [Antiviral activity of the biological product Gaupsin]. Mikrobiologija i biotehnologija, 2, 51–58 (in Ukrainian).

3. Barabanova, A. O., Ermak, I. M., & Reunov, A. V. (2006). Karraginany – sul'fatirovannye polisaharidy krasnyh vodoroslej kak inhibitory virusa tabachnoj mozaiki [Carrageenans – sulfated polysaccharides of red algae as inhibitors of the tobacco mosaic virus]. *Rast. resursy*, 42(4), 80–86 (in Russian).
4. Blockaja, Zh. V., Vabishhevich, V. V. & Domash, V. I. (2011). Vozmozhnost' ispol'zovanija biologicheski aktivnyh veshhestv protiv virusov aspermii tomata i zelenoj krapchatoj mozaiki ogurca [Possibility of using biologically active substances against tomato aspermia viruses and cucumber green speckled mosaic]. *Zashhita rastenij. Sb. nauch. tr. RUP "Institut zashhity rastenij"*. Nesvizh, 35, 67–73 (in Russian).
5. Bawden, F. C. (1954). Inhibitors and plant viruses. *Adv. vir. res.*, 2, 31–57.
6. Bobyr', A. D. (1966). Antivirusnye svojstva razlichnyh kul'tur drozhzhej [Antiviral properties of various yeast cultures]. *Virusnye bolezni sel'skohozjajstvennyh kul'tur*, Kiev, 97–103 (in Russian).
7. Bobyr', A. D. (1974). Faktory vlijajushhie na obratimost' inaktivacii fitopatogennyh virusov razlichnymi inhibitorami [Factors affecting the reversibility of inactivation of phytopathogenic viruses by various inhibitors]. *Materialy IV Vsesojuznogo soveshhanija po virusnym boleznyam rastenij*. Naukova dumka, Kiev, 62–67 (in Russian).
8. Bova T. O., Dmytruk, Ju. O., & Dmytruk, O. O. (2013). Fitovirusologichnyj monitoring agrocenoziv z kartopleju Chernigivs'koi oblasti [Phytovirological monitoring of agrocenoses with potatoes of Chernihiv region]. *Misto, Волян, 36–41*. (in Ukrainian).
9. Brunt, A. A. (2001). Potato virus M (PVM; Genus Carlavirus). *Virus and virus-like diseases of potatoes and production of seed potatoes*. Kluwer, Dordrecht, 101–108.
10. Chirkov, S. N. (2002). Protivivirusnaja aktivnost' hitozana [Antiviral activity of chitosan]. *Prikl. biohim. i mikrobiol.*, 38(1), 5–13 (in Russian).
11. Dashhenko, A. V. (2015). Virusni hvoroby likars'kyh roslyn skladnocvitnyh i gubocvitnyh ta zahody z obmezhenja ih shkidlyvosti v Lisostepu Ukrai'ny [Viral diseases of medicinal plants of Compositae family and Labiatae and measures to limit their harmfulness in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Dys. kand. s.-g. nauk : 06.01.11 – fitopatologija, H.*, 195 (in Ukrainian).
12. Gnutova, R. V., & Zolotarev, E. V. (2011). Bolezni ovoshhnyh kul'tur i kartofelja na Dal'nem Vostoke Rossii [Diseases of vegetables and potatoes in the Russian Far East]. *Dal'nauka, Vladivostok*, 169 (in Russian).
13. Gray, R. A. (1955). Activity of an antiviral agent from *Nocardia* on two viruses in intact plants. *Phytopathology*, 45(5), 281–285.
14. Harina, A. V., Skrypov, V. G., & Budzanivs'ka, I G. (2007). Vplyv rizobakterij na rozvytok infekcii, vyklykanoi' virusom zelenoi' krapchatoi' mozaiky ogirka na roslynah *Cucumis salivus* [Influence of rhizobacteria on the development of infection caused by green speckled cucumber mosaic virus of *Cucumis salivus*]. *S.-g. mikrobiologija: mizhvid. temat. nauk. zb. CNTEI, Chernigiv*, 5, 179–186 (in Ukrainian).
15. Kandan, A., Ramiah, M., Vasanthi, V. J. Radjacommar, R., Nandakumar, R., & Ramanazan, A. (2005). Use of *Pseudomonas fluorescens*-based formulations for management of tomato spotted wilt virus (TSWV) and enhanced yield in tomato. *Biocontrol science and technology*, 15(6), 553–569.
16. Kolomic, L. P. (2005). Virusnye bolezni kartofelja na Poles'e Ukrainy [Viral diseases of potatoes in Polesie, Ukraine]. *Agromarket*, 12, 2–5 (in Russian).
17. Kolomic, L. P. (2007). Virusni hvoroby kartopli [Viral diseases of potatoes]. *Chernigivshhyna agrarna*, № 2(6), 7–9 (in Ukrainian).
18. Kostiw, M. (2011). The occurrence of major potato viruses in Poland. *Journal of Plant Protection Research*, 51(3), 204–209.
19. Kovalenko O. G., Polishhuk, O. M. & Vasser, S. P. (2010). Glikany vyshhogo bazydial'nogo gryba *Ganoderma adspersum* (Schulzer) Donk: otrymannja ta antyvirusna aktyvnist' [Glycans of the higher basidiomycete fungus *Ganoderma adspersum* (Schulzer) Donk: production and antiviral activity]. *Biotehnologija*, 3(5), 83–91 (in Ukrainian).
20. Krylov, A. V. & Usol'ceva, L. V. (1976). Ob ingibirujushhem dejstvii fenol'nyh soedinenij i ih rol' v immunitete rastenij k virusam [On the inhibitory effect of phenolic compounds and their role in plant immunity to viruses]. *Metabolizm bol'nogo rastenija: trudy Biologo-pochvennogo instituta, DVNC AN SSSR*, 40(143). 5–19 (in Russian).
21. Kuz'mich, A., & Balashova, G. (2011). Vyrozhdenie kartofelja i kak ego izbezhat' [Degeneration of potatoes and how to avoid it]. *Ovoshhevodstvo*, 4, 52–54 (in Russian).
22. Ladygina, M. E. & Babosha, A. V. (1996). Fiziologo-biohimicheskaja priroda virusnogo patogeneza, ustojchivosti i reguljacija antiinfekcionnoj aktivnosti [Physiological and biochemical nature of viral pathogenesis, resistance and regulation of anti-infections activity]. *Fiziologija rastenij*, 43(5), 729–742 (in Russian).
23. Lapshina, L. A., Reunov, A. V. & Nagorskaja V. P. (2006). Ingibirujushhee dejstvie fukoidana iz buroj vodorosli *Fucus evanescens* na razvitie infekcii, vyzvannoj virusom tabachnoj mozaiki v list'jah dvuh sortov tabaka [Inhibiting effect of fucoidan from the brown alga *Fucus evanescens* on the development of infection caused by the tobacco mosaic virus in the leaves of two varieties of tobacco]. *Fiziol. rast.*, 53(2), 274–279.
24. Lapshina, L. A., Reunov, A. V., Nagorskaja V. P., Zvjaginceva N.M., & Shevchenko N.M. (2009). Vlijanie fukoidana na ul'trastrukturu kletok mezofilla list'ev *Datura stramonium* L. i nakoplenie v nih H-virusa kartofelja [Influence of fucoidan on the ultrastructure of mesophyll cells in *Datura stramonium* leaves and accumulation of potato X-virus in them]. *Citologija*, 51(6), 484–489 (in Russian).
25. Loon, L. C., Bakker, P. A., & Pieterse, C. M. (1998). Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 36, 453–483.
26. Maurhofer, M., Reimann, C., Schmidli-Sacherer, P., Heeb, S., Haas, D., & Defago, G. (1998). Salicylic acid biosynthetic genes expressed in *Pseudomonas fluorescens* strain P3 improve the induction of systemic resistance in tobacco against tobacco necrosis virus. *Phytopathol.*, 88, 678–684.

27. Metody kontrolju fitovirusologichnogo stanu agrocenoziv z kartopleju ta zernobobovymy kul'turamy. Naukovometodychni rekomendacii [Methods of control of phyto-virological condition of agrocenoses with potatoes and legumes. Scientific and methodical recommendations]. (2015). (Author's team: T. O. Bova, S. V. Derev'janko, O. O. Dmytruk, O. V. Pyrig, Ju. O. Dmytruk, O. O. Kucherjavenko. Chernigiv, 25 (in Ukrainian).
28. Mjet'juz, R. (1973). Inaktivacija virusov [Virus inactivation]. *Virusy rastenij*. Mir, Moskva, 313–358 (in Russian).
29. Monitoring virusnyh boleznej kartofelja na Poles'e Ukrainy [Monitoring of viral diseases of potatoes in Polesie, Ukraine]. (2006). (Author's team: Kolomic L. P., Lebed' L. N., Shevchenko E. P., Dmytruk O. A., Mamchur A. E., Zarickij N. M.). *Zashhita rastenij*. Sb. nauchn. tr. RUP "Institut zashhity rastenij" NAN Belarusi (Strategija i taktika zashhity rastenij: tez. dokl. mezhdunar. nauch. konf. 28 fevralja – 2 marta 2006 g., Minsk). – Minsk, 30(1), 249–251 (in Russian).
30. Musorok, T. I., Rejzman, V. G., & Zhuravlev, Ju. N. (1976). Vlijanie kinetina na aktivnost' RNKazy i reprodukciju VTM v list'jah tabaka [Effect of kinetin on RNase activity and TMV reproduction in tobacco leaves]. *Metabolizm bol'nogo rastenija*. Vladivostok, 120–126 (in Russian).
31. Nagorskaja, V. P., Reunov, A. V., Lapshina, L. A., Davydova, V. N., & Ermak, I. M. (2011). Jelektronno-mikroskopicheskoe izuchenie vlijanija hitozana na vnutrikletochnoe nakoplenie i sostojanie chastic virusa tabachnoj mozaiki v list'jah tabaka [Electron microscopic study of the effect of chitosan on the intracellular accumulation and state of tobacco mosaic virus particles in tobacco leaves]. *Citologija*, 53(2), 185–191 (in Russian).
32. Orlovs'ka, G. M. & Bojko, A. L. (2008). Vplyv preparativ «BOA» ta «GZ» na nasinnja sonjashnyku (*Helianthus annuus* L.), urazhenogo virusom pljamystogo ziv'janennja tomativ [Influence of BOA and GZ preparations on sunflower seeds (*Helianthus annuus* L.) affected by tomato spotting virus]. *Agroekologichnyj zhurnal*, 2, 193–195 (in Ukrainian).
33. Orlovs'ka, G. M. (2013). Monitoryng, biologichni vlastyvosti virusiv ta profilaktyka virusnyh infekcij sonjashnyku [Monitoring, biological properties of viruses and prevention of viral infections of sunflower]. *Avtoref. dys. kand. biol. nauk : 03.00.06 – virusologija*. Kyi'v, 22 (in Ukrainian).
34. Pat. 2072779 Rossija, MPK A01N37/06. Induktor ustojchivosti paslenovyh k vzbuditeljam virusnyh boleznej [Inductor of resistance of nightshade to pathogens of viral diseases]. Author's team: Trofimec L. N., Ozercovskaja O. L., Giljazetdinov Sh. Ja., Balahoncev E. N., Janishevskij L. V., Mardashin I. S.; zajavitel' i patentoobladatel' Otdel biohimii i citohimii UNC RAN. – № 93019503/04; zajavl. 14.04.1993; opubl. 10.02.1997 (in Russian).
35. Pat. 73682 Ukrai'na, MPKAO 1N63/00, S 12 N 1/20. Insektofungicydnyj preparat Gaupsyn dlja borot'by iz shkidnykamy i hvorobamy sil'skogospodars'kyh kul'tur [Insecticidal drug Gaupsin for pest and disease control of agricultural crops]. Author team: Kiprianov O. A., Goral' S. V.; zajavnyk i patentovlasnyk Instytut mikrobiologii' i virusologii' im. akademika Zabolotnogo NANU. – № 2004031748; zajavl. 10.03.2004; opubl. 15.08.2005, Bjul. № 8 (in Ukrainian).
36. Ponomarenko, S. P. & Iutyns'ka, G. O. (1999). Reguljatory rostu. Ekologichni aspekty zastosuvannja [Growth regulators. Environmental aspects of application]. *Zahyst roslyn*, 12, 15–18 (in Ukrainian).
37. Pridannikov, M. V. (2007). Induktory vyluplenija lichinok cistoobrazujushhijh nematod sem. Heteroderidea (Skarbiloch) i perspektiva ih ispol'zovanija dlja zashhity rastenij [Inducers of hatching of larvae of cyst nematodes of family Heteroderidea (Skarbiloch) and the prospect of their use for plant protection]. *Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk : 06.01.11 – zashhita rastenij*, 03.00.19 – parazitologija. *Bol'shie Vjazemy*, 24 (in Russian).
38. Reunov, A. V., Lapshina, L. A., Nagorskaja, V. P., & Eljakova, L. A. (2000). Podavlenie 1.3; 1.6-β-D-gljukanom infekcij, vyzvanyh H-virusom kartofelja, v list'jah gomfreny i durmana [Suppression 1.3; 1.6-β-D-glucan of Potato Virus X-Virus Infections in Gomphe and Datura leaves]. *Fiziol.rast.*, 47(2), 240–243 (in Russian).
39. Rouhier, P., Kopp, M., Begot, V., Bruneteau, M., & Fritig, B. (1995). Structural feautres of fungal β-D-glucans for the efficient inhibition of the initiation of virus infection on *Nicotiana tabacum*. *Phytochemistry*, 39, 57–62.
40. Ryu, C. M., Murphy, J. F., Mysore, K. S., & Kloepper, J. W. (2004). Plant growth-promoting rhizobacteria systemically protect *Arabidopsis thaliana* against Cucumber mosaic virus by a salicylic acid and NPR1-independent and jasmonic acid-dependent signaling pathway. *Plant J.*, 39(3), 381–392.
41. Shelud'ko, Ju. M. (1970). Fitovirusologija [Phytovirusology]. *Vyshha shkola*, Kyi'v, 272 (in Ukrainian).
42. Shevchuk, V. K. & Doroshenko, O. L. (2000). Biostymuljatory – proty hvorob [Biostimulants – against diseases]. *Zahyst roslyn*, 9, 7 (in Ukrainian).
43. Sheveluha, V. S. & Blinovskij, I. K. (1990). Sostojanie i perspektivy issledovanij i primenenija fitoreguljatorov v rastenievodstve. Reguljatory rosta rastenij [Status and prospects of research and application of phyto-regulators in crop production. Plant growth regulators]. *Agrompromizdat*, Moskva, 6–35 (in Russian).
44. Slovakova, L., Liskova, D., & Capek, P. (2000). Defence responses against TNV infaktion induced by galactoglucomannan-derived oligosaccharides in cucumber cells. *Eur. J. Plant Pathol.*, 106, 543–553.
45. Soroka, S. V. (2005). Integrirovannye sistemy zashhity sel'skohozjajstvennyh kul'tur ot vreditel'ej, boleznej i sornjakov [Integrated systems for protecting crops from pests, diseases and weeds]. *Belorusskaja nauka*, Minsk, 119–120 (in Russian).
46. Stubler, D. & Buchenauer, H. (1996). Antiviral activity of the glucan ichenan (Poly- β{1→3, 1→4} D-anhydroglucose). *J. Phytopathol.*, 144, 37–43.
47. Suchasnij stan agrocenozu kartopljanogo polja i shljahi reguljuvannja jogo chisel'nosti [The current state of the agrocenosis of the potato field and ways to regulate its number]. [Electronic resources]. Access mode: <http://potatoclub.com.ua/index.php> (in Ukrainian).
48. Taran, N. Ju., Svjetlova, N. B., & Okanenko, O. A. (2004). Reguljatory rostu u formuvanni adaptyvnyh reakcij roslyn do posuhy [Growth regulators in the formation of adaptive reactions of plants to drought]. *Visnyk agrarnoi' nauky*, 8, 29–32 (in Ukrainian).
49. Tesljuk, P. S., Kupryjanov, V. P., Pahol'chuk, V. D., Pashkovs'ka, Ju. V., Tesljuk, L. P., Kyjenko, Z. B., & Pahol'chuk, I. V. (2008). Poradnyk kartopljara [Potato Guide]. *Urozhaj*, Kyev, 231 (in Ukrainian).

50. Ukraineva, S. N. (2007). Izuchenie vozmozhnosti ispol'zovanija kompaktna v kachestve biopesticida protiv fitopatogenov i poluchenie vysokoproduktivnyh shtammov griba *Penicillium citrinum* – producenta kompaktna [Study of the possibility of using compactin as a biopesticide against phytopathogens and obtaining highly productive strains of the fungus *Penicillium citrinum* – a producer of compactin]. Avtoref. dis. kand. biol. nauk: 06.01.11 – zashhita rastenij, 03.00.23 – biotekhnologija. Bol'shie Vjaz'my, 26 (in Russian).
51. Ukraineva, S. N., Pridannikov, M. V., & Dzhahvija, V. G. (2008). Kompaktin – potencial'nyj biopesticid [Compactin is a potential biopesticide]. Zashhita i karantin rastenij, 2, 64 (in Russian).
52. Vabishhevich, V. V. (2012). Virusnye bolezni tomata i ogurca zashhishhennogo grunta i puti ogranichenija ih vredonosnosti [Viral diseases of tomato and cucumber in greenhouses and ways to limit their harmfulness]. Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk : 06.01.07 / V. V. Vabishhevich. Priluki Minskogo rajona, 22 (in Russian).
53. Vlasov, Ju. I. & Larina, Je. I. (1982). Sel'skohozjajstvennaja virusologija [Agricultural Virology]. Kolos, Moskva, 239 (in Russian).
54. Zherebchuk, L. K., Olevins'ka, Z. M., & Romas', I. J. (1974). Vlijanie gibberellina na sodержanie nukleinovyh kislot v list'jah zdorovyh i porazhennyh H-virusom rastenij kartofelja [The effect of gibberellin on the content of nucleic acids in the leaves of healthy and X-virus infected potato plants]. Materialy IV Vsesojuznogo soveshhanija po virusnym boleznyam rastenij. Naukova dumka, Kiev, 159–164 (in Russian).
55. Zorina, E. A., Fominyh, T. S., & Novikova, I. I. (2016). Vlijanie shtamma *Vacillus subtilis* M-22 – producenta biopreparata Gamair na razvitie infekcii virusa mozaiki tomata [Influence of *Bacillus subtilis* strain M-22-producer of biological product Gamair on the development of tomato mosaic virus infection]. Vestnik zashhity rastenij, 2(88), 50–55 (in Russian).

**Kucheriavenko O. O.**, Scientific Researcher, Institute of Agricultural Microbiology and Agro-Industrial Production of NAAS of Ukraine, Chernihiv, Ukraine

**Pyrh O. V.**, PhD (Agricultural Sciences), Research Agronomist, STOV «Druzhba Nova», Varva, Chernihiv region, Ukraine

**Tymoshenko O. P.**, PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, National University «Chernihiv polytechnics», Chernihiv, Ukraine

**Dmytruk O. O.**, Scientific Researcher, Institute of Agricultural Microbiology and Agro-Industrial Production of NAAS of Ukraine, Chernihiv, Ukraine

**Bondar I. M.**, Senior Lecturer, National University «Chernihiv polytechnics», Chernihiv, Ukraine

#### **Ways to reduce the harmfulness of pathogens of viral potato diseases**

The research results of long-term data monitoring of the prevalence of viral diseases in nurseries of elite potato seedlings have been presented. A result of its – the loss of the harvest and tuber quality. It has been established that the most common are M-, S-, Y- potato viruses, both in monoinfection and in pathogen complexes. Classical methods such as biotechnological, phytosanitary, chemical and agrotechnical to control viral potato diseases have been described. An analysis of research on the use of physiologically active substances, antiviral metabolic products of various microorganisms and inhibitors of viruses with a wide range of antiviral activity has been conducted. It has been found out that they are generally able to stimulate the natural defense mechanisms of plants and are promising in the strategy of protecting plants from viral infections.

**Key words:** potato, viral infection, biological antiviral substances, physiologically active substances, biological preparations.



## ДЕГУСТАЦІЙНА ОЦІНКА ОБРОБЛЕНИХ 1-МЕТИЛЦИКЛОПРОПЕНОМ ЯБЛУК НА КІНЕЦЬ ПІСЛЯ-ХОЛОДИЛЬНОЇ ЕКСПОЗИЦІЇ ЗА $20 \pm 2^\circ\text{C}$

**Мельник Олександр Васильович**

доктор сільськогосподарських наук, професор  
Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна  
ORCID: 0000-0002-6707-5731  
novsad@ukr.net

**Худік Людмила Миколаївна**

викладач  
Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна  
ORCID: 0000-0002-2295-701X  
l.khudik17@gmail.com

Смакові та структурні характеристики свіжих плодів визначають попит і формують стійку привабливість продукції для споживача. Споживна якість яблук визначається ароматом, соковитістю плоду, вдалим кисло-солодким смаком і достатньою твердістю м'якоті, що вказує на свіжість і корисність продукції, проте активно втрачається під час тривалого холодильного зберігання. Покращити смакові властивості свіжої продукції можливо за післязбиральної обробки плодів 1-метилциклопропеном (1-МЦП), механізм дії якого спрямований на блокування біологічної дії гормону старіння плодів етилену та суттєвого уповільнення їх фізіологічного дозрівання і покращення якості на кінець зберігання.

Метою дослідження було встановити характер впливу післязбиральної обробки 1-метилциклопропеном на смакові властивості плодів яблуні ранньозимового строку досягання сортів Кальвіль сніговий і Спартан в умовах тижневої експозиції їх за температури  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  після шестимісячного зберігання у фруктосховищі-холодильнику.

Об'єктами дослідження були яблука сортів Кальвіль сніговий і Спартан, оброблені після збору 1-МЦП (Smart-Fresh™,  $0,068 \text{ г/м}^3$ ) протягом 24 год при  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , що зберігались у холодильнику за температури  $3 \pm 1^\circ\text{C}$  та відносної вологості повітря 85–90 % впродовж двох, трьох, чотирьох, п'яти та шести місяців (необроблені плоди – контроль). Органолептичну оцінку якості плодів за показниками аромату, твердості, соковитості, хрусткості, солодкого та кислого смаку і загальної оцінки здійснювали на кінець семидобової експозиції за  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  після шести місяців холодильного зберігання постійно діючою дегустаційною комісією у складі 10 осіб.

У статті досліджено вплив післязбиральної обробки 1-МЦП яблук сорту Кальвіль сніговий і Спартан ранньозимового строку досягання на основні показники споживчої якості плодів на кінець семидобової експозиції за температури  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  після шестимісячного зберігання у холодильній камері зі звичайною атмосферою. Зафіксовано кращі оцінки смакових якостей оброблених 1-МЦП плодів, порівняно з контролем. Показано переважаючий вплив післязбиральної обробки 1-МЦП на формування у респондентів високої відзнаки твердості, хрусткості та соковитості яблук, а також відзначення їх високої якості за показником загальної дегустаційної оцінки. Доведено, що в умовах нетривалої експозиції в кімнатних умовах обробка 1-МЦП не впливає на формування солодкого смаку яблук сорту Кальвіль сніговий, проте дещо активізується розвиток аромату плодів обох досліджуваних сортів.

Суттєвого впливу підвищеної температури пост-холодильної експозиції на більшість смакових властивостей оброблених 1-МЦП плодів не виявлено, тому вбачаються перспективи подальших досліджень в цьому напрямі.

**Ключові слова:** 1-МЦП, післязбиральна обробка, яблука, зберігання, соковитість, аромат, солодкість, твердість, дегустаційна оцінка, споживна якість.

DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.5>

**Вступ.** У процесі дозрівання яблук під час тривалого зберігання знижується їх загальна біологічна цінність та смакові властивості внаслідок необоротних змін у кількісно-якісному складі й співвідношенні основних показників харчової цінності плодів, а також розм'якшення тканин та розпаду структури м'якоті, що призводить до суттєвої втрати товарних якостей продукції та формує незадовільний смаковий ефект для споживача (Zhang et al., 2020; Lisanti et al., 2021).

Споживна якість яблук визначається структурою, смаком та ароматом плоду (Peneau et al., 2006). Структура базується на механічних характеристиках м'якоті (хрусткість, твердість, борошністість) та соковитості. Смак визначається солодкістю, кислістю та терпкістю.

Аромат асоціюється із запахом та визначається наявністю летких ароматичних сполук (Criner et al., 1995).

Споживачі віддають перевагу різним поєднанням структурних, смакових та ароматичних характеристик (Wunsche & Heyn, 2015; Lee et al., 2017). Дослідники з Великої Британії (Patterson & Richards, 2000) встановили, що більшість споживачів віддають перевагу хрустким та соковитим плодам з помірною кислотністю і цукристістю (сорт Емпайр, Бреберн, Джонаголд, Квін Конс, Фієста), менше – доволі твердим сортам з високою кислотністю плоду (Грані Сміт), сорти із зниженою кислотністю й підвищеним вмістом цукрів (Голден Делішес, Ред Делішес, Гала) – менш популярні. Суттєво впливають на органолептичні якості свіжих плодів ступінь стиглості,

способи післязбиральної обробки, режими зберігання та сортові особливості плодів (Rutkowski et al., 2014).

Напрацювання вчених різних країн свідчать про високу ефективність сполуки 1-метилциклопропену у збереженості структурно-механічних та смакових властивостей яблук під час тривалого зберігання (Marin et al., 2009; Kolniak-Ostek et al., 2014; Zanella et al., 2014; Thewes et al., 2015), що пояснюється його здатністю блокувати у плодах рецептори чутливості до етилену – головного ініціатора їх фізіологічного досягання (Blankenship & Dole, 2003; Beaudry & Watkins, 2003). Як результат – уповільнюються процеси обміну (Fan et al., 1999; DeLong et al., 2004; Watkins et al., 2010), що сприяє збереженості щільності м'якоти, біологічно-активних речовин і, як наслідок, – смакових і структурних характеристик, а також подовженню строку реалізації продукції до весни-літа наступного року з максимально можливими показниками споживчої якості навіть за зберігання в умовах атмосфери повітря і підвищених температурних режимів холодильних камер (Gudkovskiy, 2007; Gudkovskiy et al., 2009).

Дослідники з Латвії встановили (Juhnevica-Radenkova & Radenkov, 2016), що після шести місяців зберігання у регульованій атмосфері плоди осіннього сорту Ауксис мали виражену соковитість та гарне забарвлення, тоді як оброблені 1-МЦП яблука зі звичайної атмосфери визнано солодшими та ароматнішими.

З огляду на результати існуючих експериментальних даних, метою нашого дослідження було встановити характер впливу післязбиральної обробки 1-метилциклопропеном (препарат SmartFresh, 0,068 г/м<sup>3</sup>) на смакові показники плодів яблуні ранньозимового строку досягання сортів Кальвіль сніговий і Спартан в умовах тижневої експозиції їх за температури 20±2°C після шестимісячного зберігання у фруктосховищі-холодильнику.

**Матеріали і методи досліджень.** Досліджували плоди яблуні сортів Кальвіль сніговий і Спартан ранньозимового строку досягання врожаю 2012–2013 рр.

У день збору половину продукції охолоджували за температури 5 ± 1°C і відносної вологості повітря 85–90 % та обробляли потім 1-метилциклопропеном за рекомендацією виробника препарату SmartFresh (без обробки – контроль). Іншу половину продукції обробляли одразу після збирання. Для цього ящики з плодами ставили в газонепроникний контейнер з плівки завтовшки 200 мк, куди вміщували склянку з дистильованою водою і розрахованою на одиницю об'єму дозою порошкоподібного препарату «SmartFresh» (0,068 г/м<sup>3</sup>). Циркуляцію повітря в контейнері здійснювали вентилятором.

Після обробки плоди зберігали у фруктосховищі-холодильнику ФХ–770 Уманського НУС за температури 3 ± 1°C і відносної вологості повітря 85–90 %. Температуру контролювали спиртовими термометрами, відносну вологість повітря – гігрометром.

Після зберігання в холодильнику плоди витримували впродовж семи діб за температури 20 ± 2°C з метою імітації товарообороту (ІТО) й подовження їх життєвого циклу.

Відбір проб і підготовку плодів до зберігання здійснювали за ГСТУ 01.1–37–160:2004. Органолептичну оцінку

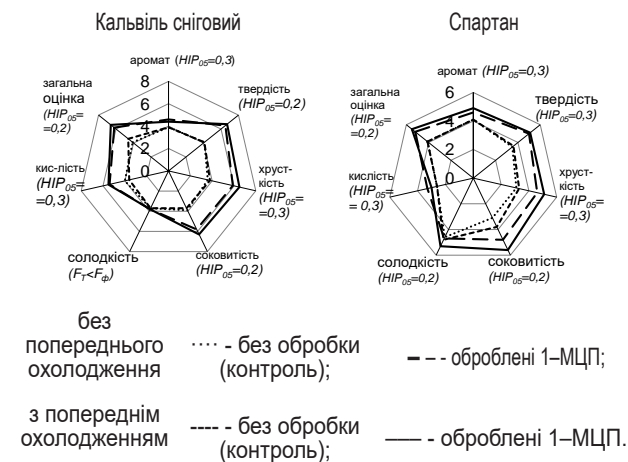
якості плодів визначали за десятибальною шкалою за основними показниками споживної якості – аромат, твердість, соковитість, хрусткість, солодкий смак, кислий смак та загальна оцінка – постійно діючою дегустаційною комісією у складі 10 осіб.

Статистичну обробку даних проводили методами дисперсійного та кореляційного аналізів з використанням комп'ютерних програм «MS Office Excel 2010» і «Statistica-10-En» й аналізували за рекомендаціями В. Ф. Мойсейченка (Moysuchenko, 1992).

**Результати.** Зафіксовано вищі значення показників органолептичної оцінки оброблених 1-МЦП яблук після ІТО, порівняно з плодами без обробки (рис. 1).

Поряд зі зниженням на 0,3 бала оцінки твердості необроблених плодів сорту Кальвіль сніговий в результаті експозиції, відмічено зростання її показника на 0,3–0,5 та 0,1–0,8 бала – відповідно для оброблених 1-МЦП та плодів контролю сорту Спартан. Оцінка твердості оброблених 1-МЦП плодів сорту Кальвіль сніговий вища на третину, порівняно з необробленими, а рівень її 6,5–6,7 балів більший, порівняно з іншим сортом, на 1,5–1,6 позначки.

Подібно до показника твердості, оцінка хрусткості оброблених 1-МЦП яблук обох сортів після експозиції вища, порівняно з контролем, більш ніж на третину. В умовах експозиції відмічено зростання рівня її для таких яблук сорту Кальвіль сніговий і зниження для плодів контролю цього сорту та сорту Спартан.



**Рис. 1. Органолептична оцінка яблук з післязбиральною обробкою 1-МЦП після експозиції за 20 ± 2°C (середнє за 2012–2013 рр.).**

Для оброблених 1-МЦП яблук сорту Кальвіль сніговий характерне підвищення на 0,4–0,5 бала оцінки соковитості плодів в умовах товарообороту до максимального рівня 6,3 бали, що на 1,9–2,6 пункти вище, порівняно з контролем. Оцінка соковитості впродовж реалізації знизилась для неоохолоджених яблук сорту Спартан та підвищилась для плодів з охолодженням, забезпечивши на 1,7–1,8 балів вище її значення для оброблених яблук.

За умов післязбирального витримування плодів за температури 20 ± 2 °C оцінка солодкого смаку плодів

сорту Кальвіль сніговий суттєво знизилась, проте різниці показника для оброблених яблук цього сорту не виявлено. На 0,5 бала вище оцінено солодкість оброблених 1-МЦП з попереднім охолодженням яблук сорту Спартан, порівняно з плодами без обробки.

Загалом, витримування плодів обох помологічних сортів в кімнатних умовах зумовило зниження оцінки їх кислого смаку за винятком підвищення її на 0,4 бала для попередньо охолоджених з обробкою 1-МЦП сорту Кальвіль сніговий. Після експозиції смак оброблених 1-МЦП яблук сорту Кальвіль сніговий і Спартан відмічено більш кислим відповідно на 1,4–1,9 та 0,4–0,7 бала, порівняно з плодами без обробки.

Результат семидобової експозиції плодів – підвищення загальної дегустаційної оцінки яблук сорту Спартан та оброблених сорту Кальвіль сніговий із відповідно на 1,1–1,4 та 2,0–2,1 балів вищим її значенням для плодів з обробкою 1-МЦП, порівняно з контролем.

Таким чином, після експозиції за температури  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  найбільш високо, порівняно з необробленими плодами, оцінено твердість, хрусткість, соковитість та показник загальної оцінки оброблених 1-МЦП яблук обох помологічних сортів, а також відзначено чітке переважаючу рівня аромату й кислого смаку цих плодів. Не виявлено різниці для показника солодкості яблук сорту Кальвіль сніговий. Окрім того, вище було оцінено дегустаторами аромат, соковитість, хрусткість, твердість та загальну оцінку оброблених 1-МЦП яблук, порівняно з відзнакою для цих показників них після холодильного зберігання.

Дисперсійним аналізом встановлено переважаючу залежність показників споживчої якості яблук від післязбиральної обробки 1-МЦП та оцінки респондентів (дані не наведено). Оцінка аромату яблук сорту Кальвіль сніговий і Спартан відповідно майже на 94 та 96 % – результат впливу випадкового фактора, яким, імовірно, є уподобання дегустаторів. Вплив інших факторів незначний. Вплив післязбиральної обробки 1-МЦП на твердість плодів сорту Кальвіль сніговий виявлено на рівні близько 29 %, тоді як на показник сорту Спартан вона впливала майже на 19 %. Випадковий фактор визначав цей показник відповідно на 60,2 і 70,4 %. Рівень хрусткості м'якоти яблук сорту Кальвіль сніговий і Спартан на кінець зберігання майже на 65–70 % визначався випадковим фактором, на 30 і 22 % – післязбиральною обробкою 1-МЦП.

Схожою була залежність показника соковитості яблук – на 68 % вона залежала від випадкового фактора, на 20,6–23,0 % – від обробки 1-МЦП. Суттєвою для оцінки соковитості плодів сорту Спартан виявилася сукупна дія попереднього охолодження з фактором експозиції (2,1 %).

Окрім випадкового фактора, вплив якого на накопичення солодкого смаку яблук сорту Кальвіль сніговий і Спартан досягав майже 90 %, істотною була дія підвищеної температури експозиції (7 %) на цей показник для плодів сорту Кальвіль сніговий. Солодкий смак яблук сорту Спартан на 5 % визначався також післязбиральною обробкою 1-МЦП.

Кислий смак яблук сорту Кальвіль сніговий на 13 % визначався післязбиральною обробкою 1-МЦП, на 4,5 % – роком формування врожаю і на 1,4 % – взає-

модією цього ж фактора з експозицією за  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . Для показника яблук сорту Спартан вплив обробки 1-МЦП майже втричі менший (4,7 %), порівняно з іншим помологічним сортом. На 77,4–89,3 % залишковий рівень кислого смаку плодів сорту Кальвіль сніговий і Спартан визначався випадковим фактором.

Аналогічно до інших показників, загальна дегустаційна оцінка плодів визначалась в основному випадковим фактором (відповідно 67,4 і 81,9 %). Попри це, на 25 і 13 % цей показник визначався післязбиральною обробкою 1-МЦП.

**Обговорення.** З огляду на результати наших досліджень, можна частково погодитись з думками інших вчених щодо впливу обробки 1-метилциклопропеном на смакові якості плодів яблуні. Зокрема, дослідниками з Ізраїлю підтверджено відсутність впливу 1-МЦП на смак яблук (Jemric et al., 2012). Проте, даний факт не підтверджує встановлених нами результатів щодо оцінки кислого смаку плодів в умовах підвищеної температури. Вчені з Хорватії, натомість, відзначили високу ефективність післязбиральної обробки 1-МЦП на смакові якості плодів пізньозимового сорту Грані Сміт за тих же умов після холодильного зберігання в умовах звичайного холодильника (Lurie et al., 2002). Такий же висновок зроблено іншими дослідниками, які відзначали суттєво краще, порівняно з плодами контролю, розкриття кислого смаку оброблених 1-МЦП яблук сортів Джонаголд, Голден Делішес і Грані Сміт на кінець зберігання (Mel'nyk & Drozd, 2012).

Дослідниками з Латвії (Juhneva et al., 2013) також не доведено суттєво позитивного впливу обробки 1-МЦП на загальну смакову якість традиційних сортів яблук впродовж дев'яти місяців зберігання. У свою чергу, вони підтверджують отримані нами результати щодо суттєво кращого стану структурних властивостей плодів з 1-МЦП за показниками соковитості і твердості.

Щодо результативності прояву аромату плодів, підтверджено літературні дані стосовно стримування розкриття аромату яблук оброблених 1-МЦП (Lurie et al., 2002; Rupasinghe et al., 2000), що є результатом впливу речовини на біосинтез летких ароматичних сполук (Vidrin et al., 2011). Проте, такі висновки не доцільні в умовах підвищених температур, коли активізується розвиток аромату оброблених 1-МЦП плодів.

**Висновки.** Післязбиральна обробка яблук 1-метилциклопропеном забезпечує суттєво кращі, порівняно з контролем, показники органолептичної оцінки плодів на кінець семидобової експозиції за температури  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  після шести місяців зберігання, а яблука з попереднім охолодженням обох помологічних сортів визнано кращими за усіма показниками споживчої якості.

На кінець експозиції за температури  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  після шести місяців зберігання, в оброблених 1-МЦП яблуках сорту Кальвіль сніговий і Спартан вище на 0,5–0,8 бала, порівняно з плодами без обробки, оцінено аромат, на 2,3 та 1,8 балів – соковитість, на 1,6 і 0,6 бала – кислий смак, на 1,3 та 2,1 балів – загальну оцінку, а також на 30 % вище – хрусткість і твердість плодів сорту Кальвіль сніговий.

Суттєвий вплив на результативність досліджень мала обробка 1-МЦП та, імовірно – особисті вподобання респондентів, тоді як впливу підвищеної температури пост-холодильної експозиції не доведено або для окре-

мих показників смакових чи структурних властивостей плодів вона проявилась недостатньо та у взаємодії з іншими факторами впливу.

З огляду на отримані закономірності, необхідним є подальше вивчення смакових властивостей плодів за

обробки 1-метилциклопропеном в умовах більш тривалого впливу підвищених температур пост-холодильної експозиції, а також характер взаємозв'язку цих властивостей з аналітичними результатами біохімічного стану плодів.

#### **Бібліографічні посилання:**

1. Beaudry, R., & Watkins, C. (2003). Use of 1-MCP on apples. *N.Y. Fruit Quarterly*, 11, 11–13.
2. Blankenship, S. M., & Dole, J. M. (2003). 1-Methylcyclopropene: A review. *Postharvest Biology and Technology*, 28, 1–25.
3. Criner, G. K., Kezis, A. S., Cheng, H., & Nord, M. (1995). Apple preferences, formulation and testing: Red Delicious, McIntosh and Empire. *Journal of Food Distribution Research*, 26, 64–71.
4. DeLong, J. M., Prange, R. K., & Harrison, P. A. (2004). The influence of 1-methylcyclopropene on 'Cortland' and 'McIntosh' apple quality following long-term storage. *HortScience*, 39, 1062–1065.
5. Fan, X., Blankenship, S. M., & Mattheis, J. P. (1999). 1-methylcyclopropene inhibits apple ripening. *Journal of American Soc. Horticultural Science*, 124, 690–695.
6. Gudkovskiy, V. A. (2007). Novaya tekhnologiya khraneniya i transportirovki plodov i ovoshchey s ispol'zovaniyem preparata «Fitomag» [New technology for storage and transportation of fruits and vegetables using the drug "Fitomag"]. *Ovoshchevodstvo i teplichnoye khozyaystvo*, 10, 51–53 (in Russian).
7. Gudkovskiy, V. A., Klad', A. A., Kozhina, L. V., Balakirev, A. Ye., & Nazarov, Yu. B. (2009). Progressivnyye tekhnologii khraneniya plodov [Progressive technologies of fruit preservation]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2, 66–68 (in Russian).
8. Jemric T., Fruk G., Kortylewsca D., Aljinovic S. (2012). Postharvest quality and sensory characteristics of Granny Smith apple treated with SmartFresh™ (1-MCP). *Agriculture conspectus Scientificus*, 77(4), 211–215.
9. Juhnveica, K., Skudra, L., Skrivete, M., Radenkovs, V., Seglina, D., & Stepanovs, A. (2013). Effect of 1-methylcyclopropene treatment on sensory characteristics of apple fruit. *Environmental and Experimental biology*, 11, 99–105.
10. Juhnveica-Radenkova K., & Radenkov V. (2016). Influence of 1-methylcyclopropene and ULO conditions on sensory characteristics of apple fruit grown in Latvia. *Journal of Horticultural Research*, 24(1), 37–46.
11. Kolniak-Ostek, J., Wojdylo, A., Markovski, J., & Siuchinska, K. (2014). 1-methylcyclopropene postharvest treatment and their effect on apple quality during long-term storage time. *Europe food response technology*, 239, 603–612.
12. Lee, J., Jeong, M.-Ch., & Ku, K.-H. (2017). Chemical, physical and sensory properties of 1-MCP-treated Fuji apple fruits after long-term cold storage. *App. Biol. Chem.*, 60(4), 363–374.
13. Lisanti, M.T., Mataffo, A., Scognamiglio, P., Teobaldelli, M., Lovane, M., Piombino, P., Roupael, Y., Kyriacou, M. C., Corrado, G., & Basile, B. (2021). 1-Methylcyclopropene improves postharvest performances and sensorial attributes of Annurca-Type apples exposed to the traditional reddening in open-field Melaio. *Agronomy*, 11, 1056–1070.
14. Lurie, S., Pre-Aymard, C., Ravid, U., Larkov, O., & Fallik, E. (2002). Effect of 1-methylcyclopropene on volatile emission and aroma in cv. Anna apples. *Food Chemistry*, 50, 4251–4256.
15. Marin, A. B. Colonna, A. E., Kudo, K., Kupferman, E. M., & Mattheis, J. P. (2009). Measuring consumer response to Gala apples treated with 1-methylcyclopropene (1-MCP). *Postharvest biology and technology*, 51, 73–79.
16. Mel'nyk, O. V., & Drozd, O. O. (2012). Orhanoleptychna otsinka yabluk z pisyazbyral'noyu obrobkoyu inhibitorom etylenu [Organoleptic evaluation of apples with post-harvest treatment with ethylene inhibitor]. *Zb. nauk. Prats' Umans'koho natsional'noho universytetu sadivnytstva*, 81(1), 233–238. (in Ukrainian).
17. Moyseychenko, V. F. (1992). Osnovy naukovykh doslidzhen' u plodivnytstvi, ovochivnytstvi, vynohradarstvi ta tekhnolohiyi zberihannya plodoovochevoyi produktsiyi [Fundamentals of scientific research in horticulture, vegetable growing, viticulture and storage technology of fruit and vegetable products]. Kyiv. (in Ukrainian).
18. Patterson, P. M., & Richards, T. J. (2000). Newspaper advertisement characteristics and consumer preferences for apples: a MIMIC model approach. *Agrobusiness*, 16, 159–177.
19. Peneau, S., Hoehn, E., Roth, H.R., Escher, F., & Nuessli, J. (2006). Importance and consumer perception of freshness of apples. *Food Chemistry*, 17, 9–19.
20. Rupasinghe H.P., Murr D.P., Paliyath G., Skog L. (2000). Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in "McIntosh" and "Delicious" apple. *HortScience*, 75, 271–276.
21. Rutkowski, K. P., Markowski, J., & Siucińska, K. (2014). The influence of harvest date, SmartFresh™ (1-MCP) treatment and storage conditions on quality of 'Shampion' apples. 3rd International Conference «Effects of Pre- and Post-harvest Factors on Health Promoting Components and Quality of Horticultural Commodities», March 23–25, 2014. Skierniewice, Poland, 25.
22. Thewes, F. R., Both, V., Brackmann, A., Ferreira, D. F., & Wagner, R. (2015). 1-methylcyclopropene effects on volatile profile and quality of Royal Gala apples produced in Southern Brazil and stored in controlled atmosphere. *Ciencia Rural*, 45(12), 2259–2266.
23. Vidrin R., Hribar J., Zlatic E. (2011). The aroma profile of apples as influence by 1-MCP. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 19(1), 101–111.
24. Watkins C., Nock J., James H. (2010). Rapid application of SmartFresh™ (1 MCP) to apples after harvest is more important than rapid CA. *N.Y. Fruit Quarterly*, 16, 3–9.
25. Wunsche, J. N., & Heyn, C. S. (2015). Consumer responses to fruit quality of Jonagold apples treated with postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. *European Journal of Horticultural Science*, 80 (1), 3–10.
26. Zanella, A., Stuerz, S., Cazzanelli, P., Cecchinell, M., & Rossi, O. (2014). Benefits in apple fruit firmness retention after harvest achieved due to SmartFresh (1-MCP) treatment or dynamic controlled atmosphere storage by means of chlorophyll

fluorescence (DCA-CF). 3rd International Conference «Effects of Pre- and Post-harvest Factors on Health Promoting Components and Quality of Horticultural Commodities», March 23–25, 2014. Skierniewice, Poland, 24.

27. Zhang, J., Ma Yu., Dong, C., Terry, L.A., Watkins, C.B., Yu, Z., & Cheng, Z-M. (2020). Meta-analysis of the effects of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) treatment on climacteric fruit ripening. *Horticulture Research*, 7, 208, 813–829.

**Melnyk O. V.**, Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine

**Khudik L. M.**, Lecturer, Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine

**Tasting evaluation of 1-methylcyclopropene treated apples at the end of post-refrigeration exposure at  $20 \pm 2^\circ\text{C}$**

Consumer quality of the apples is determined by the aroma, juiciness of the fruit, good sour-sweet taste and sufficient firmness of the flesh, which indicates the freshness and usefulness of the produce, but is actively lost during long-term refrigerated storage. Improving the taste properties of fresh produce is possible by the post-harvest treatment of fruits with 1-methylcyclopropene (1-MCP), whose action mechanism is aimed to blocking the biological action of ethylene – the hormone of fruits aging and significantly slow down their physiological maturation and improve quality at the end of storage.

The purpose of the research was to determine the effect of post-harvest treatment with 1-methylcyclopropene on the tasting of early-winter apple fruits cultivars 'Calville' and 'Spartan' at exposure at  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  by 7 days after six months in the fruit refrigerator.

Research objects were early-winter apple cultivars 'Calville' and 'Spartan', treated after harvest with 1-MCP ('SmartFresh™'  $0.068 \text{ g m}^{-3}$ ) for 24 h at  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , during storage at  $3 \pm 1^\circ\text{C}$  and relative humidity 85–90 % for two, three, four, five and six months (non-treated fruits – control).

Organoleptic quality of fruits assessment by aroma, hardness, juiciness, crunchiness, sweet and sour taste and overall evaluation was performed at the end of the seven-day exposure at  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  after six months of refrigerated storage by a permanent tasting commission of 10 people. The effect of post-harvest treatment with 1-MCP of early-winter apple cultivars 'Calville' and 'Spartan' on the basic indicators of fruit consumer quality at the end of the seven-day exposure at  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  after six months storage under atmosphere refrigerated conditions is investigated.

Compared to the control, the best estimates of the treated 1-MCP fruits taste qualities were recorded. The prevailing influence of post-harvest treatment with 1-MCP on the formation into respondents high marks of hardness, crunchiness and juiciness of apples and also their high quality by the overall tasting evaluation, is shown. It has been proved that the 1-MCP treatment doesn't influence on the formation sweet taste Calvil apple fruits and the aroma of fruits both varieties, but developmen the fruit's aroma profile of both cultivars, is somewhat intensified.

Significant influence of elevated temperature post-refrigeration exposure on most of the taste properties of 1-MCP treated fruits was not detected, so there are prospects for further research in this direction.

**Key words:** 1-MCP, post-harvest treatment, apples, preservation, juiciness, aroma, sweetness, hardness, tasting evaluation, consumer quality.

## ВПЛИВ ЛАБОРАТОРНОЇ СХОЖОСТІ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ПОСІВНІ ЯКОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Оничко Віктор Іванович**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0003-0584-319X  
onichko@gmail.com

**Оничко Тетяна Олександрівна**

старший викладач  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0003-0411-1157  
onychko@gmail.com

*В статті наведено результати дослідження щодо визначення закономірностей формування продуктивності посіву пшениці озимої та посівної якості насіння залежно від різної лабораторної схожості насіннєвого матеріалу. Встановлено, що використання насіннєвого матеріалу із різною лабораторною схожістю впливало на повноту появи сходів пшениці озимої – коливання по варіантах дослідження було від 90 до 92 %. Деяко вищі показники були на варіанті із висівом насіння з 85 % схожістю – 92 % при цьому густина рослин складала 413 шт/м<sup>2</sup>. Проведений облік густоти рослин пшениці озимої на період збирання показав, що даний показник був вищим на контрольному варіанті зі стандартною лабораторною схожістю 92 % густина продуктивного стеблостою склала 704 шт/м<sup>2</sup> за коефіцієнта куцання 1,72.*

*За роки досліджень індивідуальна продуктивність рослин пшениці озимої сорту Достаток значно варіювала під впливом факторів, що були поставлені на вивчення. Більшу кількість зерен у колосі сформували рослини на варіанті із лабораторною схожістю 85 % - 43,7 шт./колос. Більш вагомі зерно (маса 1000 зерен) було отримано на контрольному варіанті з лабораторною схожістю 92 % – 43,7 г. Аналіз даних врожайності дозволив виявити зворотну лінійну залежність врожайності зерна від лабораторної схожості висіяного насіння, при цьому коефіцієнт детермінації склав 0,99. Встановлено, що сімба насінням пшениці озимої зі стандартною схожістю 92% дозволяє, в середньому за трирічними даними, сформувати врожайність зерна на рівні 7,41 т/га, що на 0,03 т/га більше у порівнянні із варіантом де висівали насіння з лабораторною схожістю 85 % і 0,07 т/га – зі схожістю 80 %. Слід вказати на той факт, що різниця між врожайністю на досліджуваних варіантах була не суттєвою.*

*Вивчався вплив висіву насіння із різною лабораторною схожістю на посівні якості зібраного врожаю після його очистки. Характер зміни лабораторної схожості зібраного зерна за результатами аналізу був аналогічний енергії проростання. Слід зауважити, що на всіх варіантах дослідження схожість зібраного зерна була вище стандартної 92 %.*

**Ключові слова:** пшениця озима, насіння, схожість, посівні якості, густина рослин, врожайність.

DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.6>

**Вступ.** На сучасному етапі розвитку людства найбільш важливою проблемою сільськогосподарського виробництва є забезпечення населення країн продовольством. Суттєва роль у вирішенні цієї задачі належить пшениці озимій, яка як в Україні, так і в багатьох країнах є головною зерновою культурою. Проте продуктивність і валові збори зерна цієї культури залишаються нестабільними упродовж років вирощування. За прогнозами "IFA Agricultural Conference of Managing Plant Nutrition", здійсненими в 1999 р., пшениця в 2015–2030 рр. залишатиметься однією з домінуючих культур (Fertilizer Requirement in 2015 to 2030 (2000)).

Основними проблемами України як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках, є стабілізація виробництва зерна та підвищення його конкурентоспроможності (Müller, 2016; Lebid' & Shevchenko, 2008; Poperejla et al., 2003).

Важлива роль у підвищенні врожайності та поліпшенні якості зерна і насіння належить технології вирощування. Завдяки правильному регулюванню агротехнічних факторів вирощування пшениці формується

структура її посівів з оптимальною кількістю продуктивного стеблостою на одиниці площі, яка забезпечує найвищий урожай високоякісного зерна і насіння (Gyrka, 2016; Tsyliuryk, 2017). Серед таких факторів є і використання високоякісного насіннєвого матеріалу (Sharogyns'ka, 2005). Згідно чинного стандарту Насіння сільськогосподарських культур сортів та посівні якості ДСТУ 2240-93 «Насіння сільськогосподарських культур сортів та посівні якості», посівні якості насіння зернових культур визначаються наступними показниками: чистотою (вміст основного насіння), схожістю, вологістю, рівнем ураження хворобами та заселення шкідниками (DSTU 2240-93, 1994).

Для створення високопродуктивного посіву пшениці озимої важливо сформувати оптимальну густоту рослин і особливо рівномірно розмістити їх на площі (Rocha et al., 2018). Адже, для нормального росту і розвитку рослинам потрібна відповідна площа живлення, за якої вони будуть мати достатню кількість поживних речовин і води для створення необхідної вегетативної

маси та формування зерна (Romanenko et al., 2009; Netis, 2004; Vozhegova et al., 2013). Зміна густоти посіву пшениці впливає на кінцевий врожай через зміну кількості пагонів і призводить до зміни складових врожайності (Silveira et al., 2010, Geleta T. (2017)). Поряд з цим слід вказати на те, що на зріджених посівах збільшується ймовірність появи бур'янів (Van Der Meulen A., Chauhan B. S. (2017)). Крім того, густина посіву призводить до морфофізіологічних змін рослин, які можуть в подальшому вплинути на їх ріст та розвиток і як результат на врожай і якість насіння (Abati et al., 2018; Tavares et al., 2014). Насіння, яке має високу фізіологічну якість має покращену швидкість проростання, появи сходів і початковий ріст рослин у полі (Finch-Savage & Bassel, 2016), що сприяє покращенню посівів і сприяє підвищенню врожайності (Scheeren et al., 2010). За даними Carolina Pereira Cardoso та інших (2021) підвищення густоти посіву сприяє росту врожайності зерна, але знижує життєздатність і схожість насіння.

Змінюючи густоту посіву через вплив на схожість змінюється кількість фотоасимілятів у рослині (Petter et al., 2016) і, таким чином, будова і фізіологічний потенціал насінини. Насіння різної схожості та різних сортів за однакової густоти сівби показують різні результати у спроможності до кущення, польової схожості, накопичення врожаю і в кінцевому – якості насіння (Abati et al., 2017). Таким чином, сівба насінням з різною лабораторною схожістю і особливо рівномірність їх розміщення у рядку може призвести до зміни фізіологічного потенціалу посіву.

Мета дослідження – встановлення закономірностей формування врожайності пшениці озимої та посівної якості насіння залежно від різної лабораторної схожості насіннєвого матеріалу.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводились в Сумському національному аграрному університеті упродовж 2017–2019 років. Метеорологічні умови впродовж років досліджень суттєво вплинули на ріст і розвиток рослин пшениці озимої, і в кінцевому результаті на їх рівень врожайності. Це дозволило більш повно виявити ефективність досліджуваних факторів.

Дослідження проводили на сорті пшениці озимої Достаток селекції Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААНУ та Інституту фізіології рослин і генетики НАНУ.

Досліди закладались і проводились згідно методики державного сорто випробування сільськогосподарських культур, методичних вказівок щодо проведення польових досліджень і вивчення технології вирощування зернових культур (Інститут землеробства УААН, 2001 р.) і методики польових досліджень (Dospreev, 1985).

Визначення посівних якостей насіння проводили згідно ДСТУ 4138-2002 "Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості" та ДСТУ 2240-93 "Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови".

Польові дослідження закладались за наступною схемою: 1. Контроль – схожість насіння лабораторна 92 %,

2. Схожість насіння лабораторна 85 %, 3. Схожість насіння лабораторна 80 %. Вагова норма висіву із розрахунку на 100% схожість насіння при кількісній нормі висіву 4,5 млн. шт. схожих насінин/га складала по варіантах : 1. – 197 кг/га, 2. – 213 кг/га, 3. – 226 кг/га. Агротехніка та догляд за посівами пшениці озимої загальноприйнята для зони північно-східного Лісостепу України.

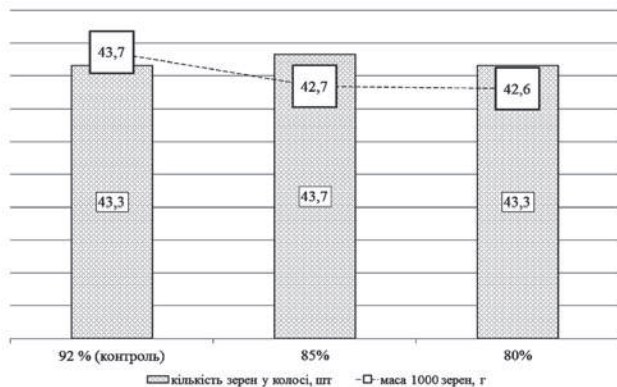
**Результати.** Одним із показників, який є складовою продуктивності посіву є густина рослин. Слід відмітити, що в роки досліджень, температурні умови були сприятливими для появи своєчасних сходів, що не можна сказати про зволоження ґрунту, яке було недостатнім. Тому настання фази повних сходів коливалось від 16 до 24 днів залежно від років досліджень. За результатами наших досліджень використання насіннєвого матеріалу із різною лабораторною схожістю впливало на повноту появи сходів пшениці озимої – коливання по варіантах дослідження було від 90 до 92 % (рис. 1). Деяко вищі показники були на варіанті із висівом насіння з 85 % схожістю – 92% при цьому густина рослин складала 413 шт./м<sup>2</sup>.



**Рис. 1. Динаміка формування густоти рослин у посівах залежно від лабораторної схожості висіяного насіння, шт./м<sup>2</sup>**

Проведений облік густоти рослин пшениці озимої на період збирання показав, що даний показник суттєво варіював по варіантах досліджень. Так, на контрольному варіанті зі стандартною лабораторною схожістю 92 % густина продуктивного стеблостою складала 704 шт./м<sup>2</sup> за коефіцієнта кущення 1,72. Найнижча густина продуктивного стеблостою була на варіанті із лабораторною схожістю 80 % 696 шт./м<sup>2</sup>.

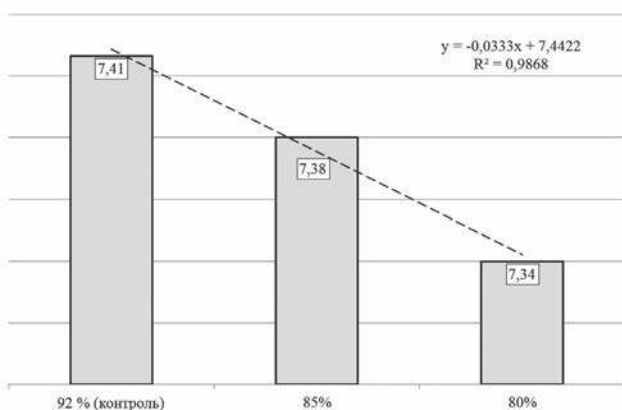
Поряд із кількістю рослин на одиниці площі одним із основних елементів формування величини врожаю є їх індивідуальна продуктивність. За роки досліджень індивідуальна продуктивність рослин пшениці озимої сорту Достаток значно варіювала під впливом факторів, що були поставлені на вивчення (табл. 2). Так, більшу кількість зерен у колосі сформували рослини на варіанті із лабораторною схожістю 85%–43,7 шт./колос. Більш виповнене зерно (маса 1000 зерен) було отримано на контрольному варіанті з лабораторною схожістю 92%–43,7 г. На інших варіантах прояв даного показника був нижчим на 1,0–1,1 г.



**Рис. 2.** Формування індивідуальної продуктивності рослин пшениці озимої залежно від лабораторної схожості висіяного насіння

Аналіз даних врожайності дозволив виявити прямо-лінійну залежність врожайності зерна від лабораторної схожості висіяного насіння, при цьому коефіцієнт детермінації склав 0,99 (рис. 3).

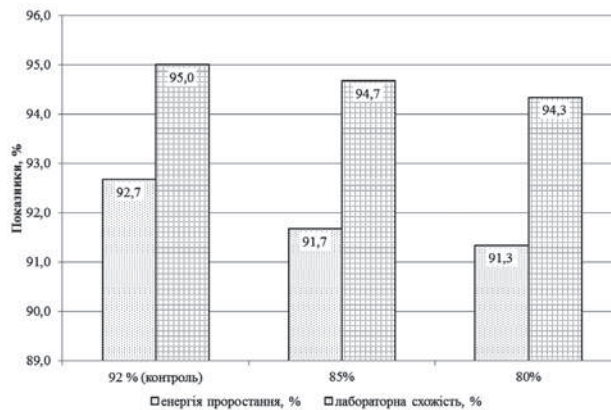
Встановлено, що сівба насінням пшениці озимої зі стандартною схожістю 92 % дозволяє, в середньому за трирічними даними, сформувати врожайність зерна на рівні 7,41 т/га, що на 0,03 т/га більше у порівнянні із варіантом де висівали насіння з лабораторною схожістю 85 % і 0,07 т/га – зі схожістю 80 %. Слід вказати на той факт, що різниця між врожайністю на досліджуваних варіантах була не суттєвою.



**Рис. 3.** Врожайність зерна пшениці озимої сорту Достаток залежно від лабораторної схожості висіяного насіння, т/га

Поряд із вивченням впливу норми висіву насіння із різною лабораторною схожістю на показники продуктивності, нами було досліджено посівні якості зібраного врожаю після його очистки відповідно до вимог Державного стандарту (рис. 4).

Як видно, на контрольному варіанті (лабораторна схожість 92 %) енергія проростання була 92,7 % і була



**Рис. 4.** Вплив лабораторної схожості на посівні якості насіння в наступній репродукції

більшою на 1,0–1,4 %, порівняно з іншими варіантами дослідження.

Характер зміни лабораторної схожості зібраного зерна за результатами аналізу був аналогічний енергії проростання. Так, на контрольному варіанті схожість склала 95 %, на інших варіантах вона була нижчою на 0,3–0,7 %. Слід зауважити, що на всіх варіантах дослідження схожість зібраного зерна була вище стандартної 92 %.

**Обговорення.** З огляду на результати наших досліджень, можна частково погодитись з думками інших вчених щодо важливої ролі лабораторної схожості, що виступає головним чинником під час віднесення тієї чи іншої партії до кондиційного або ж некондиційного насіння (Avdonina, 2003; Donec, 2007; Strona, 1966) Отримані нами результати досліджень вказують на те, що межа мінімальної лабораторної схожості для насіння пшениці в 92 % не може бути вердиктом відмови у використанні цього насіння для сівби.

Що стосується отримання суттєвих приростів врожаю пшениці озимої, Н. Я. Кирпа у своїх дослідженнях зазначає, що насіння з високими посівними якість дозволяє збільшити приріст урожаю більш ніж на 30 %. По мірі збільшення показника схожості насіння якість поліпшується. Це проявляється у підвищенні продуктивності та урожайності рослин (Курга, 2011, Cardoso et al., 2021).

Результатами наших досліджень також підтверджено вплив лабораторної схожості на врожайність зерна пшениці озимої, але він був на порядок меншим. Нами не було виявлено залежності польової схожості від показників лабораторної схожості.

**Висновки.** В результаті проведених досліджень встановлено, що посіви із вищими показниками схожості насіння, формують більшу врожайність зерна, ніж посіви із насіння, що не відповідає ДСТУ за схожістю насіння. Виявлено зворотну лінійну залежність врожайності зерна пшениці озимої і лабораторної схожості висіяного насіння.

Незважаючи на сівбу насінням з пониженими показниками лабораторної схожості, такі посіви формують зерно з лабораторною схожістю вище стандартної 92 %.

#### Бібліографічні посилання:

1. Fertilizer Requirement in 2015 to 2030 (2000). Imphos : Phosphate newsletter, 12, 4–5.
2. Müller, D., Jungandreas, A., Koch, F., & Schierhorn, F. (2016) Impact of Climate Change on Wheat Production in Ukraine. Agricultural Policy Report. Kyiv, 41.



3. Lebid, É. M., & Shevchenko, M. S. (2008) Scientific foundations and evaluation of the effectiveness of grain production in Ukraine. Dnipropetrovsk: Institut zernovogo gospodarstva, 33–34, 3–7.
4. Poperejla, F., Chervonis, M., & Lytvynenko, M. (2003) Strategy for the cultivation and use of Ukrainian wheat in market conditions. Prypozycja, 5, 10–13.
5. Gyrka, A. D. (2016) Features of realization of the productivity potential of winter and spring wheat varieties in northern steppe of Ukraine. Bjuleten' Instytutu sil'skogo gospodarstva stepovoï zony NAAN Ukraïny, 11, 27–30.
6. Tsyliuryk, A. I., Tkalych, Yu. I., Masliov, S. V., & Kozechko, V. I. (2017) Impact of mulch tillage and fertilization on growth and development of winter wheat plants in clean fallow in Northern Steppe of Ukraine. Ukrainian Journal of Ecology, 7(4), 511–516. doi: 10.15421/2017\_153.
7. Shaporyns'ka, N. M. (2005) Productivity and quality of grain and seeds of winter soft and durum wheat varieties depending on growing conditions in the south of Ukraine: Avtoref. dys... kand. s.- g. nauk: 06.01.09. Hersons'kyj derzh. agrarnyj un-t. Herson. 16.
8. DSTU 2240-93. Agricultural seeds. Varietal and sowing qualities. Tehnichni umovy. K.: Derzhstandart Ukraïny, 1994, 73.
9. Romanenko, O. L., Rybka, V. S., Kompanijec', V. O., & Kulyk, A. O. (2009) Agrobiological and economic issues of growing modern varieties of winter wheat in the southern Steppe of Ukraine. Bjul. In-tu s. g. step. zony NAANU, 37.
10. Netis, I. T. (2004). Winter wheat in the Steppe zone. Ajlant, Herson, 95.
11. Vozhegova, R., Zajec', S., & Kovalenko, A. (2013). Practice shows that little moisture in the South Steppe zone can be compensated by placing winter wheat over black fallow. Zerno i hlib, 4, 36–38.
12. Silveira, G. D., Carvalho F.I.F.D., Oliveira, A.C.D., Valério, I.P., Benin, G., Ribeiro, G., Crestani M., Luche, H.D.S., & Silva, J.A.G.D. (2010) Efeito da densidade de semeadura e potencial de afilhamento sobre a adaptabilidade e estabilidade em trigo. Bragantia, 69(1), 63–70.
13. Geleta, T. (2017) Vliyaniye normy vyseva i metoda poseva na kachestvo semyan sortov myagkoy pshenitsy (Triticum Aestivum L.) v rayone Khoro, zapadnaya Efiopiya. Malaziyskiy zhurnal meditsinskikh i biologicheskikh issledovaniy, 4(2), 117–128. doi: 10.18034/mjmb.v4i2.436.
14. Abati, J., Brzezinski, C. R., Zucareli, C., FOLONI, J. S. S., & Henning, F. A. (2018) Growth and yield of wheat in response to seed vigor and sowing densities. Revista Caatinga, 31(4), 891–899. doi: 10.1590/1983-21252018v31n411rc.
15. TAVARES, L.C.V., FOLONI, J.S.S., BASSOI, M.C., & PRETE, C.E.C. (2014). Genótipos de trigo em diferentes densidades de semeadura. Pesquisa Agropecuária Tropical, 44(2), 166–174.
16. Finch-Savage, W. E., & Bassel, G. W. (2016) Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. Journal of Experimental Botany, 67(3), 567–591.
17. Scheeren, B. R., Peske, S. T., Schuch, L. O. B., & Barros, A.C.A. (2010) Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. Revista Brasileira de Sementes, Londrina, 32(3), 35–41.
18. Petter, F. A., Silva, J. A. D., Zuffo, A. M., Andrade, F. R., Pacheco, L. P., & Almeida, F. A. D. (2016). Elevada densidade de semeadura aumenta a produtividade da soja? Respostas da radiação fotossinteticamente ativa. Bragantia, 75(2), 173–183.
19. Van Der Meulen, A., & Chauhan, B. S. (2017) A review of weed management in wheat using crop competition. Crop Protection, 95, 38–44, doi: 10.1016/j.cropro.2016.08.004/
20. Abati, J., Brzezinski, C. R., FOLONI, J. S., Zucareli, C., BASSOI, M. C., & Henning, F. A. (2017) Seedling emergence and yield performance of wheat cultivars depending on seed vigor and sowing density. Journal of Seed Science, 39(1), 58–65.
21. Methodical instructions for conducting field research and studying the technology of growing grain crops. (2001). Chabany : Instytut zemlerobstva UAAN, 22.
22. Dosphehov, B. A. (1985). Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results). 5-e yzd., dop. y pererab. M. : Agropromyzzdat, 351.
23. DSTU 4138-2002. Agricultural seeds. Terms and Definitions. Derzhstandart Ukraïny, Kyiv, 2003, 173.
24. Avdonina N. S. (2003). The value of the absolute weight of seeds in the size and quality of the wheat crop. Zbirnyk naukovykh prac' MNDIP im. M. V. Remesla, 56–61.
25. Donec', M. M. (2007). Seed breeding with the basics of breeding: a tutorial. Agrarna nauka, Kyiv, 337.
26. Strona, Y. G. General seed science of field crops. M. : Kolos, 1966. 464.
27. Kyrpa, N. Ja. (2011). A moment before sowing (about seed quality). Zerno, 3, 106–109.
28. Carolina Pereira Cardoso, José Henrique Bizzarri Bazzo, Jéssica de Lucena Marinho, Claudemir Zucareli (2021) Effect of seed vigor and sowing densities on the yield and physiological potential of wheat seeds. Journal of Seed Science, 43, e202143002, 1–11. doi: 10.1590/2317-1545v43241586.

**Onychko V. I.**, PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agronomy University, Sumy, Ukraine

**Onychko T. O.**, Senior Lecturer, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**The influence of laboratory germination on the yield and sowing qualities of winter wheat in the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine**

The article presents the results of a study on determining the regularities of the formation of winter wheat sowing productivity and the sowing qualities of seeds, depending on the different laboratory germination of seed material. It was found that the use of seed material with different laboratory germination affects the completeness of winter wheat seedlings - fluctuations in the research options were from 90 to 92 %. Slightly higher rates were on the variant with seed sowing of 85 % germination rate – 92 %, while the plant density was 413 pcs/m<sup>2</sup>. The conducted accounting of the density of winter wheat plants during the harvesting period showed that this indicator was higher in the control variant with a standard laboratory germination of 92 %, the density of productive stalk was 704 pcs/m<sup>2</sup> with a tillering coefficient of 1.72.

Over the years of research, the individual productivity of winter wheat plants of the Dostatok variety varied significantly under the influence of factors that were put to study. A larger number of grains in an ear was formed by plants with a laboratory germination rate of 85 % – 43.7 pcs/ear. A heavier grain (1000 grain weight) was obtained in the control variant with a laboratory germination rate of 92 % – 43.7 g. The analysis of the yield data made it possible to reveal the linear dependence of the grain yield on the laboratory germination of the sown seeds, while the coefficient of determination was 0.99. It was found that sowing with winter wheat seeds with a standard similarity of 92 % allows, on average, according to three-year data, to form grain yield at the level of 7.41 t/ha, which is 0.03 t/ha more compared to the option where seeds were sown with laboratory similarity of 85 % and 0.07 t/ha – with 80 % similarity. It should be pointed out that the difference between the yields on the studied variants was not significant.

The effect of sowing seeds with different laboratory germination rates on the sowing qualities of the harvested crop after cleaning was studied. The nature of changes in the laboratory germination of the harvested grain according to the analysis results was similar to the germination energy. It should be noted that in all variants of the study, the similarity of the harvested grain was higher than the standard 92 %.

**Key words:** winter wheat, seeds, germination, sowing qualities, plant density, productivity.

## ПРОЯВ СЕРЕД ПОТОМСТВА ПЕРШОГО БУЛЬБОВОГО ПОКОЛІННЯ ГІБРИДІВ ВІД ВНУТРІШНЬОВИДОВИХ ТА МІЖВИДОВИХ СХРЕЩУВАНЬ СЕРЕДНЬОЇ МАСИ БУЛЬБ

**Подгаєцький Анатолій Адамович**

доктор сільськогосподарських наук, професор  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-2130-8835  
podgaje@ukr.net

**Кравченко Наталія Володимирівна**

доктор сільськогосподарських наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-4190-0924  
kravchenko\_5@ukr.net

**Крючко Людмила Василівна**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0003-0528-210X  
ludmila-kruchko@meta.ua

**Гнітецький Максим Олегович**

аспірант  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID ID 0000-002-8088-2677

*Наведені результати дослідження свідчать про вище варіювання середньої маси бульб у сортів-компонентів схрещування (18–84 г), порівняно з міжвидовими гібридами, їх беккросами (27–46 г). Навпаки, найбільше значення нижньої межі лімітів популяцій від внутрішньовидового схрещування було 15 г, а від беккросування у п'яти комбінацій (25 % від усіх) – 20 г. Подібне стосувалось верхньої межі лімітів, відповідно, 130 і 205 г.*

*Доведено, що різниця між середнім популяційним проявом показника значно більша серед комбінацій від беккросування (25 г з межами 23–48 г), ніж від внутрішньовидових схрещувань, відповідно, 11 і 30–41 г. Виявлений значний вплив компонентів схрещування на прояв ознаки серед потомства.*

*Встановлено найбільший вплив запилювачів на прояв середньої маси бульб поміж потомства за участю сорту Подолія. Різниця між комбінаціями становила 8 г. Лише невеликою мірою поступались їй блоки популяцій з сортами Тирас (материнська форма) і Подолянка (запилювач – 7 г), Протилежне стосувалось двох комбінацій з материнською формою беккросом 10.6Г38 з різницею 2 г. Встановлений реципрокний ефект середнього прояву ознаки в потомства за участю сортів Базис і Подолія (різниця 5 г) та Струмок і Подолія з різницею 11 г.*

*Тільки у одній комбінації від внутрішньовидових схрещувань та в чотирьох від беккросування виділені гібриди з середньою масою бульб 100 г і більше. Лише в семи популяціях (29 % від загальної кількості) величина істинного гетерозису мала додатне значення, хоча це не відносилось до жодної з внутрішньовидовим походженням. У 20-и комбінаціях ступінь трансгресії мав додатну величину і лише в трьох не виявлено частоти трансгресії.*

**Ключові слова:** картопля, внутрішньовидові та міжвидові схрещування, середня маса бульб, батьківські форми, реципрокний ефект, гетерозис, трансгресії, ступінь фенотипового домінування.

DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.7>

**Вступ.** Картопля – одна з найпопулярніших і найбільш поширених сільськогосподарських культур у світі (Meenakshi, 2017), а для багатьох країн вона є стратегічним продуктом (Saynakova et al., 2018). На сучасному етапі розвитку картоплярства дуже велика увага приділяється характеристиці сортів. Кожен з них повинен мати хоча б середній прояв близько 50-и господарсько-цінних ознак (Ross, 1986). Середня маса бульб – одна з найголовніших (Gopal, 1992), бо її проявом регламентується не лише продуктивність (урожайність), але й напрям використання продукції.

Вирішити численні проблеми картоплярства вдалося завдяки поширенню міжвидової гібридизації, що дозволило значно розширити генофонд картоплі, в тому числі

створити різноманітний вихідний селекційний матеріал (Podhaietskyi, 2012; Kiru, Rogozina, 2017). Останнім часом створені сорти за участю шести і більше видів, що сприяло підвищенню споживчої якості сортів (Antonova et al., 2016; Meenakshi Kumari et al., 2017). Водночас, у родоводі сортів, створених за участю дикорослих та культурних співродичів, інтрогресовані гени невеликої частини складових генофонду (не більше 15–17 видів) (Bradshaw, 2009; Slater et al., 2014; Castaneda-Alvarez et al., 2015).

Вимоги до величини бульб у зразків значно різняться залежно від напрямку їх використання. Наприклад, для столового використання вони не повинні бути дуже великими, або дрібними (Ross, 1986). Інші вимоги до бульб,

які переробляються на картоплю фрі. Їх індекс повинен бути не менше 1,7, глибина вічок до 1,3 мм, уміст сухих речовин не менше 20 %, а редуруючих цукрів не більше 0,5 %. Бульби також повинні мати привабливе забарвлення м'якуша (Vanadusev et al., 2003).

Створення сортів інтенсивного типу великою мірою передбачає наявність бульб, як мінімум, середнього розміру (Осурчук, 2002). Численні створені сорти характеризуються оптимальною масою бульб. Серед доробку українських селекціонерів це такі сорти: Доброчин, Водограй, Пост 86 (Bondus et al., 2009), Надійна, Віриня (Podhaiskiy et al., 2014), білоруської селекції: Бриз, Маг, Ветразь, Здабиток, Акцент та Універсал (Kovalenko, 2013), а також інших країн: Sola, Pamir, Porta, Svatava, Verolina, Korreta (Bondus et al., 2009). Велике значення має маса бульб з точки зору технології вирощування та зберігання картоплі (Engel, 1957; Podhaiskiy, 2002).

На думку численних дослідників середня маса бульб контролюється полігенами, причому більш тісний зв'язок мав місце між згаданою ознакою та врожайністю, ніж урожайністю та кількістю бульб у гнізді, що дозволило стверджувати про більшу стабільність прояву цієї складової урожайності, порівняно з кількістю бульб (Engel, 1957).

Виділені сорти, які добре передають великобульбовість потомству. Серед них особливо виділились сорти Олімпія, Швальбе Сабіна (Moller, 1965). Для європейських сортів оптимальною вважається наявність у гнізді 12–14 бульб вирівняного розміру (Schick & Hopfe, 1962). Як і будь-якій полігенній ознаці середній масі бульб властивий гетерозис прояву серед потомства. Умова для його реалізації – гетероалелізм в контролі ознаки (Rowe, 1967; Mendoza & Nyines, 1973; Skiebe, 1977).

Мета дослідження – визначити прояв серед гібридів першого бульбового покоління, одержаних від внутрішньовидових та міжвидових схрещувань середньої маси бульб, прояв ознаки у компонентів схрещування, виявити залежність між вираженням ознак.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводились у Сумському національному аграрному університеті на дослідному полі кафедри біотехнології та фітофармакології.

Компонентами схрещування використані міжвидові гібриди, одержані за участю диких *S. bulbocastanum* Dun., *S. demissum* Lindl., *S. acaule* Bitt., та культурних: *S. phureja* Juz. et Buk., *S. andigenum* Juz. et Buk., *S. tuberosum* L. видів, а також сортів, у походженні яких ці види були присутні: Базис, Подолянка, а також сортів від внутрішньовидових схрещувань: Тирас, Летана, Партнер, Явір, Подоля. Сортами-стандартами використані Тирас, Явір і Случ.

Оцінку прояву ознаки проводили на матеріалі першого бульбового покоління гібридів згідно методики селекційно-генетичних досліджень з картоплею (Methodychni ..., 2002). Статистичну обробку даних проводили згідно П. Ф. Рокицького (Rokitskiy, 1973) з використанням пакета «Microsoft Excel». Агротехніка та догляд за рослинами картоплі загальноприйняті для Сумської області.

**Результати.** За середньою масою бульби компонентів схрещування дуже різнились. Це стосувалось як сортів внутрішньовидового походження, так і міжвидових гібридів, їх беккросів (табл. 1). Поміж перших особливо вдало реалі-

зував свій потенціал сорт Партнер з проявом ознаки 84 г. Невеликою мірою поступався йому у цьому відношенні сорт Явір – 78 г. Протилежне викладеному стосувалось сорту Зелений – 18 г, Верді – 26 г, Подоля – 31 г. У цілому, більшість сортів, які залучали в схрещування, в умовах періоду вегетації картоплі і 2018 року характеризувались відносно низькою середньою масою бульб.

Таблиця 1  
Середня маса бульб батьківських форм та їх середнє значення, 2018 р.

№ комбінації	Походження	Маса бульб, г		
		♀	♂	середнє
1	Тетерів х Околиця (90.817с4 х Белла роза)	63	26	44
4	Верді х Базис (85.291с12 х Багряна)	26	38	32
5	Верді х 81.459с18	26	27	26
6	Зелений гай х Подолянка (Аусонія х 88.1439с6)	18	36	27
7	Верді х Подолянка	26	35	31
8	Тетерів х Подолянка	63	35	49
9	08.195/73 х Подолянка	35	35	35
10	08.195/73 х Партнер	35	84	59
11	08.195/73 х Летана	35	54	45
12	08.195/73 х Мілавіца	35	32	34
13	08.195/73 х Тирас	35	55	45
14	10.6Г38 х Подоля	46	31	39
15	10.6Г38 х Білоруська 3	46	26	36
16	Подоля х Базис	31	38	34
18	Подоля х Струмок	31	46	39
19	Поліське джерело х Базис	32	38	35
20	Тетерів х Базис	63	38	50
21	Тетерів х Струмок	63	46	55
22	Базис х Тирас	38	55	47
23	Базис х Подоля	38	31	34
24	Струмок х Подоля	46	31	39
25	Струмок х Явір	46	78	62
26	Подоля х 81.459с18	31	27	29
28	Багряна х 89.202с79	42	32	37

Ще більшою мірою викладене стосувалось міжвидових гібридів, їх беккросів. Максимальне вираження показника відмічене в беккроса 10.6Г38 – 46 г. Значно меншим воно спостерігалось у сорту міжвидового походження Базис – 38 г. Дуже низький прояв ознаки мали: міжвидовий гібрид 81.459с18 – 27 г та сорт міжвидового походження Околиця – 26 г.

Серед сортів-стандартів також мала місце відмінність за середньою масою бульб. Максимальним про-

явом ознаки характеризувався середньостиглий сорт Явір – 78 г, що в 1,4 рази більше порівняно з сортом Тирас і у 2,1 рази за співставлення з сортом Слuch.

Середнє батьків відображало співвідношення величин показника компонентів схрещування. Тільки в чотирьох пар: 08.195/73 і Партнер, Тетерів і Базис, Тетерів і Струмок та Струмок і Явір середнє батьків сягало 50 г і більше. Можна припустити, що більшою мірою, ніж спадковість, негативно вплинули на середню масу бульб умови вирощування. Адже, для висаджування використовували, навіть, малі бульби, які не могли у несприятливих метеорологічних умовах сформувати нові, хоча б середні за величиною. Мінімальне значення нижньої межі лімітів знаходилось в межах 7–20 г (табл. 2). Перша величина стосувалась комбінації Верді х Базис, а остання виявлена в п'яти популяціях.

Значно більшою мінливістю характеризувалась максимальна величина лімітів. Найменше значення показника мало місце в популяції Тетерів х Околиця – 40 г. Лише на 1 г більше це виявлено в комбінації Подолія х 81.459с18. Близькі дані до викладених відмічені серед потомства з походженням Поліське джерело х Базис – 45 г.

Водночас, у окремих популяціях верхня межа лімітів знаходилась на дуже високому рівні. Наприклад, серед гібридів 08.195/73 х Тирас вищипився з середньою масою бульб 250 г. Значно нижчий прояв ознаки, ніж у згаданій комбінації, спостерігався серед гібридів з походженням Верді х 81.459с18 – 183 г. Отже, залежно від материнської форми за участю міжвидового гібрида 81.459с18 можна отримати як дрібнобульбове, так і великобульбове потомство. У цілому, у п'яти комбінаціях максимальне значення лімітів сягало 100 г і більше.

Як свідчать отримані дані, різниця лімітів головним чином залежала від найбільшої їх величини. Лише в трьох популяціях: Верді х 81.459с18, 08.195/73 х Тирас і Струмок х Подолія величина згаданого показника перевищила 100 г. Проте, у двох серед загальної кількості: Тетерів х Околиця і Подолія х 81.459с18 вона була дуже низькою, відповідно, 23 і 28 г.

Важливим показником характеристики потомства вважається середнє популяційне вираження ознаки. Як кращі виділені з походженням Зелений гай х Подольянка – 48 г і 08.195/73 х Подольянка та 08.195/73 х Тирас – по 47 г. Протилежне викладеному стосувалось чотирьох

Таблиця 2

**Середня маса бульб потомства від міжвидових та міжсортових схрещувань, 2018 р.**

№ популяції	Походження	Кіль-кість гібридів, шт.	Середня маса бульб, г			V, %	Гібридів (%) з середньою масою бульб більшою, ніж	
			ліміти	різниця лімітів	$\bar{X} \pm S \bar{X}$		у кращій батьківської форми	100 г
1	Тетерів х Околиця	4	17–40	23	36 ± 5,0	10	0	0
4	Верді х Базис	5	7–63	56	40 ± 5,0	11	80	0
5	Верді х 81.459с18	20	16–183	167	45 ± 4,5	35	65	5
6	Зелений гай х Подольянка	25	20–95	75	48 ± 5,1	18	76	0
7	Верді х Подольянка	21	10–67	57	41 ± 4,8	16	57	0
8	Тетерів х Подольянка	35	10–90	80	43 ± 5,9	17	9	0
9	08.195/73 х Подольянка	22	20–100	80	47 ± 4,8	21	73	5
10	08.195/73 х Партнер	23	10–100	90	45 ± 6,9	18	4	4
11	08.195/73 х Летана	38	20–80	60	44 ± 5,9	20	11	0
12	08.195/73 х Мілавіца	14	17–80	63	41 ± 3,9	20	64	0
13	08.195/73 х Тирас	38	10–250	240	47 ± 6,2	39	21	3
14	10.6Г38 х Подолія	40	10–75	65	36 ± 6,4	22	25	0
15	10.6Г38 х Білоруська 3	33	20–85	65	38 ± 5,8	16	27	0
16	Подолія х Базис	8	10–50	40	34 ± 2,8	14	25	0
18	Подолія х Струмок	22	10–50	40	30 ± 4,8	12	18	0
19	Пол. джерело х Базис	14	10–45	35	23 ± 3,7	10	7	0
20	Тетерів х Базис	5	20–50	30	41 ± 2,2	12	0	0
21	Тетерів х Струмок	19	12–80	68	37 ± 4,4	19	11	0
22	Базис х Тирас	46	10–52	42	32 ± 6,7	13	0	0
23	Базис х Подолія	61	10–60	50	29 ± 5,8	15	26	0
24	Струмок х Подолія	12	15–130	115	41 ± 3,6	17	67	8
25	Струмок х Явір	11	10–50	40	33 ± 3,3	13	27	0
26	Подолія х 81.459с18	12	13–41	28	26 ± 3,3	8	17	0
28	Багряна х 89.202с79	13	10–53	43	24 ± 3,7	15	23	0

комбінацій, у яких вираження показника було в межах 23–29 г. Різниця між крайнім значення прояву ознаки становила 2,1 рази, що, вважаємо значним. Поміж трьох популяцій за участю материнської форми сорту Верді не виявлено великої різниці середньої маси бульб у потомства. Вона знаходилась у межах 40–45 г.

Особливу реакцію на запилювача виявлено в блоці комбінацій за участю материнською формою беккроса 08.195/73. Серед потомства із запилювачами сортами Подолянка і Тирас величина показника, як уже згадувалось, була значною. Протилежне стосувалось потомства з сортом Мілавіца з середнім значенням показника 41 г, тобто на 6 г менше, ніж у комбінацій з сортами Подолянка і Тирас, що становило 15 % від меншої величини.

Аналогічне викладеному вище відносилось бо комбінацій з материнською формою беккросом 10.6Г38. Відмінність між середнім значенням потомства у них була лише 2 г, хоча і з середньою величиною показника.

Дещо більша відмінність прояву ознаки виявлена в блоці комбінацій з сортом Тетерів. Найгіршою у цьому відношенні була популяція із запилювачем сортом Околиця – 36 г, проте у двох інших з використанням сортів Подолянка і Базис середня маса потомства, відповідно, становила 43 і 41 г, тобто з дуже близькими значеннями показника.

Як свідчать отримані дані, невдалим для прояву ознаки серед потомства виявилось використання материнською формою сорту Подолія. По-перше в усіх трьох комбінаціях рівень середньої маси бульб був досить низьким – у межах 26–34 г. Крім цього, у популяції із запилювачем міжвидовим гібридом 81.459с18 отримані дуже низькі дані – 26 г, що обумовило різницю із потомством від схрещування Подолія х Базис 8 г.

Виявлений реципрокний ефект у двох пар схрещувань. Середня маса бульб потомства від гібридизації Подолія х Базис і Базис х Подолія різнилась на 5 г. Ще в одній парі: Подолія х Струмок і Струмок х Подолія це становило 11 г з більшим впливом на прояв ознаки запилювача сорту Подолія.

У більшості комбінаціях від внутрішньовидових схрещувань отримані низькі значення середньої маси бульб. Мінімальне значення показника відмічено серед потомства від схрещування Подолія х Струмок – 30 г. Близький прояв ознаки отриманий у популяції Струмок х Явір, хоча з походженням Струмок х Подолія він виявився відносно високим – 41 г.

Вважаємо, через порівняно невелику різницю лімітів значення коефіцієнта варіації прояву середньої маси бульб поміж потомства відносно мале. У комбінації Подолія х 81.459с18 його величина становила лише 8 %. Протилежне стосувалось популяції Верді х 81.459с18 і 08.159/73 х Тирас, у яких він, відповідно, рівнявся 35 і 39 %.

Практична цінність комбінацій визначається часткою потомства з вищим вираженням показника, ніж у кращої батьківської форми. Як свідчать отримані дані, популяції в цьому відношенні значно відрізнялись. У трьох з походженням Тетерів х Околиця, Тетерів х Базис і Базис х Тирас не виділеного жодного гібрида із згаданим проявом ознаки, що пояснюємо високим проявом показника хоча б у одного з батьків. Водночас, у 7 комбінаціях частка такого потомства становила більше 50 % з максимальним вираженням її в гібридів з походженням Верді х Базис – 80 % та Зелений гай х Подолянка – 76 %.

Порівняно невисокий загальний прояв ознаки серед потомства обумовив вищеплення лише поодиноких гібридів з середньою масою бульб 100 г і більше. Викладене стосувалось комбінацій Верді х 81.459с18, 08.195/73 х Подолянка, 08.195/73 х Тирас, 08.195/73 х Партнер і Струмок х Подолія. Крім цього, у кожній з них згадану характеристику мав лише один гібрид.

На рисунках 1а та 1б наведено графічне розміщення потомства популяцій 08.195/73 х Тирас і 10.6Г38 х Подолія за проявом у гібридів середньої маси бульб. Перший характеризувався тривершинністю, що, на нашу думку, обумовлено відмінностями генетичного контролю ознаки в батьківських форм. Іншому властива одновершинність з домінуванням класу, що мав найнижче вираження ознаки. У інших комбінаціях розподіл також специфічний.

Визначали кореляції основних показників, які характеризували середню масу бульб (табл. 3). Виконані підрахунки підтвердили щільну і пряму залежність між проявом ознаки в запилювачів та середнього батьків ( $r = 0,76$ ), а також середньо популяційного значення показника та середнього батьків ( $r = 0,71$ ). У третини випадків (п'яти з 15-и) мала місце середня пряма залежність між показниками. Зокрема, вона часто повторювалась між часткою потомства з масою бульб 100 г і більше та часткою потомства з вищим проявом ознаки, ніж у кращої батьківської форми, середнього популяційного значення показника, проявом ознаки в материнських форм.

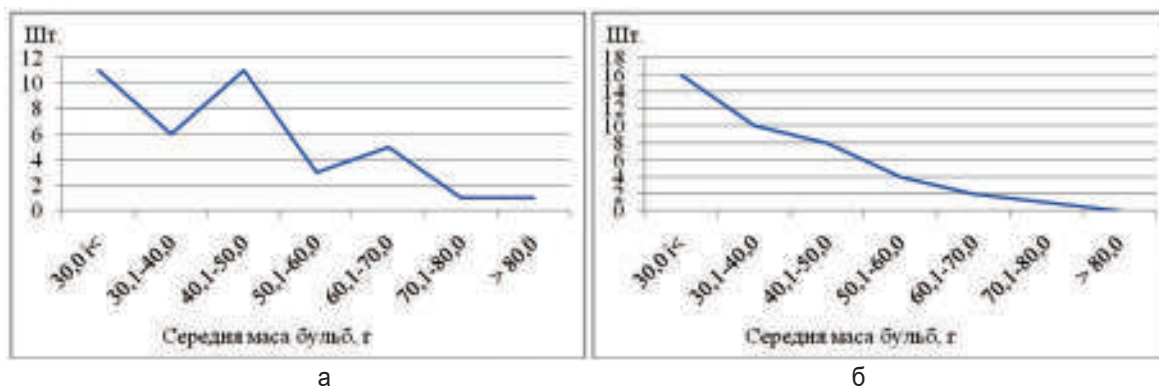


Рис. 1. Розподіл потомства комбінації 08.195/73 х Тирас (а) та 10.6Г38 х Подолія (б) за середньою масою бульб

Тільки в двох випадках виявлена обернена середня залежність. Це стосувалось зв'язку між проявом ознаки в материнських форм та часткою потомства з вищим вираженням показника, ніж у кращої батьківської форми та останнього і середнього батьків.

Визначили ступінь фенотипового домінування в комбінаціях першого бульбового покоління за середньою масою бульб (рис. 3). У цілому, найчастіше зустрічалося проміжне успадкування показника, що мало місце в дев'яти популяціях, або 37,3 % від їхньої загальної кількості. Ненабагато менше комбінацій (вісім, або 33,4 % від усіх) характеризувалось депресією у прояві ознаки. У значної частини потомства (п'яти популяцій) відмічено наддомінування. Лише в окремих популяціях мало місце часткове позитивне домінування і часткове від'ємне успадкування.

В усіх комбінаціях за участю материнською формою сорту Верді мало місце наддомінування. Це ж стосувалось половини популяцій, де запилювачем використаний сорт Подолянка. В обох комбінаціях за реципрокного схрещування в одному випадку спостерігалось проміжне успадкування, а в іншому – депресія.

Вираховували величину істинного гетерозису (табл. 4). У блоці популяцій за участю материнської форми сорту Верді виявлене додатне значення показника, хоча воно знаходилось у значних межах – 5,3–66,7. У блоці із запилювачем сортом Подолянка додатне значення істинного гетерозису виявлене у трьох комбінаціях з чотирьох. Водночас, серед п'яти популяцій, де материнською формою був бекрос 08.195/73 лише в одній величина істинного гетерозису була додатна. В усіх комбінаціях внутрішньовидового походження значення істинного гетерозису виявилось від'ємним.

За дуже рідкісним винятком (чотири популяції) краще за значенням показника потомство перевищувало кращу з батьківських форм. Максимально це спостерігалось у комбінаціях Верді х 81.459с18, Зелений гай х Подолянка, 08.195/73 х Подолянка, 08.195/73 х Мілавіца та 08.195/73 х Тирас. За винятком комбінації Струмок х Подолія за схеми внутрішньовидових схрещувань мало місце невисоке значення істинного гетерозису.

Виділено три популяції, у яких відсутні гібриди з вищим проявом ознаки, ніж у кращої батьківської форми, що обумовило нульове значення частоти трансгресії. Вод-

ночас, у таких з них, як: Верді х Базис, Верді х 81.459с18, Зелений гай х Подолянка, 08.195/73 х Подолянка, 08.195/73 х Мілавіца та Струмок х Подолія величина показника була понад 65 %.

**Обговорення.** Оскільки складні міжвидові гібриди за участю філогенетично віддалених видів є цінним вихідним селекційним матеріалом, їх досліджували в декількох експериментах. Співставлення одержаних результатів (Podhaietskyi et al., 2018) свідчать про значний вплив на величину середньої маси бульб потомства першого бульбового покоління зовнішніх умов періодів вегетації. У згаданій роботі максимальне середньопопуляційне значення показника становило 234 г (потомство від схрещування Багряна х 90.729/14), тоді як у висвітленій у статті воно було 48 г у комбінації Зелений гай х Подолянка.

Водночас, порівняння викладених даних вказує на значний вплив щодо прояву показника походження матеріалу. Середня популяційна маса бульб у дослідженнях згаданих авторів була в межах 21–234 г, а у викладених у статті – 23–48 г. Тобто за мінімальною величиною показника, отримані дуже близькі дані. У першому випадку це відмічене у комбінації Верді х 10.6/34, а в останньому – Поліське джерело х Базис.

Підтверджений отриманий у наших дослідженнях реципрокний ефект від залучення у схрещування міжви-

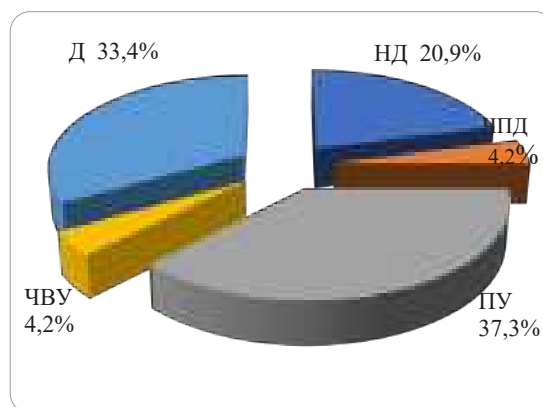


Рис. 3. Прояв ступеню фенотипового домінування за середньою масою бульб у комбінацій першого бульбового покоління

Таблиця 3

**Кореляційна залежність (r) між середньою масою бульб батьківських форм, потомства і вищепленням цінних гібридів за ознакою, 2018 р.**

№ з/п	Показник	2*	3	4	5	6
1	Прояв ознаки у материнських форм	- 0,04	0,63	- 0,05	- 0,55	0,40
2	Прояв ознаки у запилювача		0,76	0,14	- 0,32	0,06
3	Середнє батьків			0,71	- 0,60	- 0,03
4	Середнє популяційне				0,43	0,45
5	Частка потомства з вищим проявом ознаки, ніж у кращої батьківської форми					0,40
6	Частка потомства з масою бульб 100 г і більше					

Примітка: \*цифри відповідають № з/п першого стовпчика і, тим самим, показникам

**Прояв істинного гетерозису ( $G_{\text{іст}}$ ), ступеня трансгресії ( $T_c$ ) і частоти трансгресії ( $T_{\text{ч}}$ )  
за середньою масою бульб потомства комбінацій першого бульбового покоління (%), 2018 р.**

№ популяції	Походження	$G_{\text{іст}}$	$T_c$	$T_{\text{ч}}$
1	Тетерів х Околиця	- 42,9	- 41,3	0,0
4	Верді х Базис (85.291с12 – В <sup>2</sup> шестивидового гібрида х Багряна)	5,3	55,3	80,0
5	Верді х 81.459с18 – шестивидовий гібрид	66,7	251,9	65,0
6	Зелений гай х Подолянка – F <sub>2</sub> V <sup>1</sup> шестивидового гібрида	37,1	134,3	76,0
7	Верді х Подолянка	17,1	80,0	57,1
8	Тетерів х Подолянка	-31,7	23,8	8,6
9	08.195/73 – В <sup>2</sup> шестивидового гібрида х Подолянка	34,3	151,4	72,7
10	08.195/73 х Партнер	-46,4	1,2	4,3
11	08.195/73 х Летана	- 18,5	61,1	10,5
12	08.195/73 х Мілавіца	17,1	105,7	64,3
13	08.195/73 х Тирас	- 14,5	140,0	21,1
14	10.6Г38 – В <sup>5</sup> шестивидового гібрида х Подолія	- 21,7	52,2	25,0
15	10.6Г38 х Білоруська 3	- 17,4	34,8	27,3
16	Подолія х Базис	- 10,5	21,1	25,0
18	Подолія х Струмок	- 34,8	8,7	18,2
19	Поліське джерело х Базис	- 44,7	- 7,9	7,1
20	Тетерів х Базис	7,9	31,6	0,0
21	Тетерів х Струмок	- 41,3	11,1	10,5
22	Базис х Тирас	- 41,8	- 5,5	0,0
23	Базис х Подолія	- 23,7	92,1	26,2
24	Струмок х Подолія	- 10,9	71,7	66,7
25	Струмок х Явір	- 57,7	- 35,9	27,3
26	Подолія х 81.459с18	- 16,1	16,1	16,7
28	Багряна х 89.202с79 – В <sup>1</sup> шестивидового гібрида	- 42,9	16,7	23,1

дових гібридів. Використання сорту Ірбицька запилювачем обумовила частку потомства у дев'яти популяціях в класі 30 г і менше 25 %, а у зворотних схрещуваннях таких гібридів не було (Kravchenko et al., 2019). Навпаки, більш перспективним виявилось використання сорту Багряна запилювачем.

**Висновки.** Виявлено вище варіювання середньої маси бульб у сортів (18–84 г), порівняно з міжвидовими гібридами, їх беккросам (27–46 г). Навпаки, найбільше значення нижньої межі лімітів популяцій від внутрішньовидового схрещування було 15 г, а від беккросування у п'яти комбінацій (25 % від усіх) – 20 г. Подібне стосувалось верхньої межі лімітів, відповідно, 130 і 205 г. Доведено, що різниця між середнім популяційним проявом показника значно більша серед комбінацій від беккросування (25 г з межами 23–28 г), ніж від внутрішньовидових схрещувань, відповідно, 11 і 30–41 г. Виявлений значний вплив компонентів схрещування на прояв ознаки серед потомства.

Встановлено найбільший вплив запилювачів на прояв середньої маси бульб поміж потомства за участю сорту Подолія. Різниця між комбінаціями становила 8 г. Лише невеликою мірою поступались їй блоки популяцій з сортами Тирас (материнська форма) і Подолянка (запилювач – 7 г), Протилежне стосувалось двох комбінацій з материнською формою беккросом 10.6Г38 – 2 г. Встановлений реципрокний ефект середнього прояву ознаки в потомства за участю сортів Базис і Подолія (різниця 5 г) та Струмок і Подолія з різницею 11 г. Тільки в одній комбінації від внутрішньовидових схрещувань та в чотирьох від беккросування виділені гібриди з середньою масою бульб 100 г і більше. Лише в семи популяціях (29 % від загальної кількості) величина істинного гетерозису мала додатне значення, хоча це не відносилось до жодної з внутрішньовидовим походженням. У 20-и комбінаціях ступінь трансгресії мав додатну величину і лише в трьох не виявлено частоти трансгресії.

**Бібліографічні посилання:**

- Antonova, O. Yu., Shvachko, N. A., Novykova, L. Yu., Shuvalov, O. Yu., Kostyna, L. Y., Klymenko, N. S., Shuvalova, A. R., & Havrylenko, T. A. (2016). *Genetycheskoe raznoobrazye sortov kartofelia rossyiskoi selektsyy u stan blyzhneho zarubezhia po dannym polimorfyzma SSR-lokusov y markerov R-henov ustoiichyvosty* [Genetic diversity of potato varieties of Russian breeding and neighboring countries according to the data of polymorphism of SSR-loci and markers of R-resistance genes]. *Vavilyovskiy zhurnal genetyky y selektsyy*, 20(5), 596–606 (in Russian). doi: 10.18699/VJ16.181.
- Banadysev, S. A., Starovojtov, A. M., Koljadko, I. I., Mahan'ko, V. L., Fando, V. V., & Kozlova, L. I. (2003). *Metodicheskie rekomendacii po specializirovannoj ocenke sortov kartofelja* [Methodical recommendations for specialized assessment of potato varieties]. *Ministerstvo sel'skogo hozjajstva i prodovol'stvija Respubliki Belarus*. Minsk, 70 (in Russian).
- Bondus, R. O., Podhaietskyi, A. A., & Tokman, V. S. (2009). *Otsinka serednorannikh sortiv kartopli – skladovykh kolektsii Ustyimivskoi doslidnoi stantsii* [Evaluation of middle-early varieties of potatoes – components of the collection of Ustyimivka station]. *Genetychni resursy roslyn*, 7, 164–173 (in Ukrainian).



4. Bradshaw, J. (2009). Potato breeding at the Scottish Plant Breeding Station and the Scottish Crop Research Institute: 1920-2008. *Potato Res.*, 52, 141–172. doi: 10.1007/s11540-009-9126-5.
5. Castaneda-Alvares, N. P., de Haan, S., Juarez, H., Khoury, C. K., Achicanoy, H. A., Sosa, C. C., Bernau, V. V., Salas, A., Heider, B., Sinon, R., Maxted, N., & Spooner, D. (2015). Ex situ conservation priorities for the wild relatives of potato (*Solanum L.* section *Petota*). *PLoS ONE*, 10(4), doi: 10.1371/journal.pone.0122599.
6. Gopal, J., Gaur, P. C., & Rana, M. S. (1992). Early generation selection for agronomic characters in a potato breeding programme. *Theor. Appl. Gen.*, 84, 709–713.
7. Kiru, S. D., & Rogozina, E. V. (2017). Mobilization, conservation and study of cultivated and wild potato genetic resources. *Vavilov journal of genetics and breeding*. 2017. 21(1), 7–15. doi: 10.18699/VJ17.219.
8. Kovalenko, V. M. (2013). Adaptivnyi potentsial sortiv kartopli riznykh selektsiinykh ustanov [Adaptive potential of potato varieties of different breeding institutions]. *Dys. k.s.-h.n.*: 06.01.05. Sumskiy NAU, Sumy, 193 (in Ukrainian).
9. Kravchenko, N. V., Podhaietskyi, A. A., & Sobran, I. V. (2019). The average weight of tubers of the second vegetative generation of offspring from backcrossing of complex interspecific hybrids of potatoes. *Proceedings of the VIII International Scientific Conference "Breeding and Genetic Science and Education"*. March 18-20, 2019. Uman, 114–115 (in Ukrainian).
10. Meenakshi, Kumari; Manoj, Kumar; Shchshcank, Shekhar Solankey. (2018). *Breeding Potato for Quality Improvement*. Submitted: May 8th 2017 Reviewed: October 5-th 2017 Published; June 6th 2018. doi: 10.5772/intechopen.71482.
11. Mendoza, H. A., & Haynes, F. L. (1973). Some aspects of breeding and inbreeding in potatoes. *Am. Pot. J.*, 50, 216–222.
12. *Metodychni rekomendatsii shchodo provedennia doslidzhen z kartopleju [Methodical recommendations for research with potatoes]* (2003). *Nemishaieve*, 83 (in Ukrainian).
13. Moller, K. H. (1965). *Untersuchungen an Testkreuzungen zur Auswahl geeigneter Eltern und Kombinationen in der Kartoffelzüchtung*. Diss. Dt. Akad. Land-wirtschaftswiss., Berlin (in German).
14. Osypchuk, A. A. (2002). *Henetychnyi potentsial kartopli [Genetic potential of potatoes]*. *Kartoplia*. T1, Kyiv, 203–204 (in Ukrainian).
15. Podhaietskyi, A. A. (2012). *Mezhvidovaja gibridizacija v selekcii kartofelja v Ukrainie [Interspecies crosses in potato breeding in Ukraine]*. *Vavilov journal of genetics and breeding*. 2, 16, 471–479 (in Russian).
16. Podhaietskyi, A. A., Kovalenko, V. M., & Kyienko, Z. B. (2014). *Ocinka sortiv selekcii Instytutu kartopljartstva NAAN za seredn'uju masoju bul'b u riznykh umovah [Evaluation of varieties of selection of the Institute of Potato NAAS on the average weight of tubers in different condition]*. *Kartopliarstvo Ukrainy*, 3-4(36-37), 25–31 (in Ukrainian).
17. Podhaietskyi, A. A., Kravchenko, N. V., & Sobran, I. V. (2018). The average weight of offspring tubers from backcrossing of complex interspecific potato hybrids in the first tuber generation. *Proceedings of the scientific conference "Current status and prospects for the development of selection and seed production of potatoes."* July 10, 2018, Moscow. *NIKH*, 71–79 (in Russian).
18. Rokytskyi, P. F. (1973). *Byolohycheskaya statystyka. Vysheishaia shkola*, Mynsk, 319.
19. Ross, H. (1986). *Potato breeding – problems and perspectives*. Paul Parey, Berlin and Hamburg, 132.
20. Rowe, P. R. (1967). Performance and variability of diploid and tetraploid potato families. *Am. Pot. J.*, 44, 263–271.
21. Sainakova, A. B., Romanova, M. S., Krasnykov, S. N., Lytvynchuk, O. V., Alekseev, A. Y., Nykulyk, A. V., Terenteva, E. V. (2018). *Issledovanie kollekcionnykh obrazcov kartofelja na nalichie genetycheskikh markerov ustojchivosti k fitopatogenam [Study of collection potato samples for the presence of genetic markers of resistance to phytopathogens]*. *Vavilovskiy zhurnal henetyky y selektsyy*, 22(1), 18–24 (in Russian). doi: 10.18699/VJ18.326.
22. Schick, R., & Hopfe, A. (1962). *Die Züchtung der Kartoffel*. *Die Kartoffel*. Bd. II. Berlin: Veb. Dtsch.Landwirtsch, 1462 (in German).
23. Slater, A., Cogan, N., Benjamin, J., Hayes, B., Kee, S., Finlay, M., Dale, B., Gleen, J., Bryan, J., & Foster, W. (2014). Improving breeding efficiency in potato using molecular and Quantitative genetics. *Theor. Appl. Genet.*, 127(11), 2279–2292. doi: 10.1007/s00122-014-2386-8.
24. Skiebe, K. (1977). *Die genetischen Ursachen von Hybrideffekten*. *Biol. Zentralbl.* 96, 303–319 (in German).

**Podgaetsky A. A.**, Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

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

**Kryuchko L. V.**, PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Gnitetsky M. O.**, PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Manifestation among the off springs of the first tuber generation of hybrids from intraspecies and interspecies crossings of the middle mass of tubers**

*The results of the study indicate a higher variation of the average weight of tubers in varieties-components of crossing (18–84 g), compared with interspecific hybrids, their backcrosses (27–46 g). In contrast, the maximum value of the lower limit of population limits from intraspecific crossing was 15 g, and from backcrossing in five combinations (25 % of all) – 20 g. The same applied to the upper limit of limits, respectively, 130 and 205 g.*

*It is proved that the difference between the average population manifestation of the indicator is much larger among the combinations from backcrossing (25 g with a range of 23–48 g) than from intraspecific crosses, respectively, 11 and 30–41 g.*

*The greatest influence of pollinators on the manifestation of the average mass of tubers among the offspring with the participation of the Podolia variety was established. The difference between the combinations was 8 g. Population blocks with varieties Tiras (maternal form) and Podolyanka (pollinator – 7 g) were only slightly inferior to it. traits in the offspring with the participation of varieties Basis and Podolia (difference 5 g) and Stream and Podolia with a difference of 11 g*

*Only in one combination from intraspecific crosses and in four from backcrossing hybrids with an average weight of tubers of 100 g and more were isolated. Only in seven populations (29% of the total) was true heterosis positive, although this did not apply to any of the intraspecific origin. In 20 combinations, the degree of transgression was positive and only three did not show the frequency of transgression.*

**Key words:** potatoes, intraspecific and interspecific crosses, average weight of tubers, parental forms, reciprocal effect, heterosis, transgressions, degree of phenotypic dominance.

## БІОРІЗНОМАНІТТЯ БАЛКОВОЇ СИСТЕМИ С. ТЕРЕШКІВКА СУМСЬКОГО РАЙОНУ ЯК ПЕРСПЕКТИВНОЇ ПРИРОДООХОРОННОЇ ТА РЕКРЕАЦІЙНОЇ ТЕРИТОРІЇ

**Скляр Вікторія Григорівна**

доктор біологічних наук, професор  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-1301-7384  
skvig@ukr.net

**Бондарєва Людмила Миколаївна**

кандидат біологічних наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна  
ORCID: 0000-0003-4126-7601  
milabond77@gmail.com

**Кирильчук Катерина Серіївна**

кандидат біологічних наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна  
ORCID: 0000-0001-9968-4833  
ekaterinakir2017@gmail.com

**Ємець Олександр Михайлович**

кандидат біологічних наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0003-1228-1439  
Yemets\_A@ukr.net

**Баштовий Микола Григорович**

кандидат біологічних наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-3352-4375  
bashtovoy.nik@gmail.com

**Тебенко Юлія Михайлівна**

студентка ОС «Магістр»  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
tebenkojulia@gmail.com

Стаття присвячена вивченню біорізноманіття балкової системи с. Терешківка Сумського району, з метою оцінки її соціологічної, наукової, освітньої, естетичної та рекреаційної цінності і надання даній території природоохоронного статусу. Польові дослідження балкової системи, яка розташовується на північному сході від с. Терешківка Сумського району і охоплює площу близько 140 га, було проведено протягом 2019–2020 рр. із використанням класичних геоботанічних та зоологічних методів. Вздовж досліджуваної території розташовуються сільськогосподарські угіддя, які захоплюють, у тому числі, і схили балок, що загрожує цілісності ландшафтів і є причиною ерозії ґрунтів. Рослинні угруповання значною мірою відрізняються на різних ділянках балки, що пов'язано із відмінностями еколого-ценотичних умов у її межах. Південна (ближня до населеного пункту) частина балки являє собою систему суходільних лучних угідь, сформованих по дну та на схилах балки, які перебувають на різних стадіях пасовищної дигресії. Здебільшого це різнотравно-типчакові угруповання із переважанням на окремих ділянках *Festuca ovina* L., а на окремих *Agrimonia eupatoria* L.. На ділянці крутого схилу балки північно-східної експозиції у складі повзучемітлицевого угруповання виявлено популяцію регіонально рідкісного виду *Jurinea cyanoides* (L.) Reichenb., який також включений і до Додатку I Бернської конвенції. У відгалуженнях центральної частини балки відмічена наявність двох територіально відокремлених популяцій цінної лікарської рослини – *Chamerion angustifolium* (L.) Holub. У північній частині балки виявлено регіонально рідкісний вид *Salix rosmarinifolia* L. У списку фауни, серед безхребетних і птахів, є регіонально рідкісні види, які відповідно до статусу МСОП належать до категорії LC, а серед птахів значна кількість видів включена до переліку додатку II Бернської конвенції. Ссавці представлені переважно різноманітними гризунами. Серед плазунів трапляється вид *Lacerta agilis*, який занесений до додатку II Бернської конвенції і відповідно до МСОП має статус LC.

Таким чином, наявність у межах досліджуваної яружно-балкової системи видів, які репрезентують раритетну складову біорізноманіття, високе видове багатство, значні запаси лікарських рослин, а також із врахуванням наукової, пізнавальної, еколого-освітньої та рекреаційної цінності, вважаємо за доцільне розглядати балку, розташовану в околицях с. Терешківка, перспективною природоохоронною територією для створення ландшафтного заказника місцевого значення.

**Ключові слова:** природно-заповідний фонд, біорізноманіття, природні комплекси, соціологічна цінність, флора, фауна.

DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.8>

**Вступ.** Біорізноманіття включає у себе всі види живих організмів (на рівні популяцій, видів, екосистем, ландшафтів), які забезпечують функціонування біосфери. Його збереження виступає однією із глобальних екологічних проблем, рішення яких присвячено низку наукових праць (Segelbacher, 2018; Sui et al. 2018; Kaur, 2018; Cardinale et al., 2011; Rahman, 2018; Wilsey 2018; Govorun et al., 2020; Dornelas, 2010; Movchan, 2000). Основною причиною зниження біорізноманіття є деградація місць існування популяцій видів (Hellweg et. al., 2014; Dupuy & Viñuales, 2018; Rabosky, 2009). Одним із шляхів їх збереження є створення і розширення об'єктів і територій природно-заповідного фонду (ПЗФ). Показником ефективної роботи у цьому напрямі є показник заповідності, що обчислюється як відношення площі заповідних територій до загальної площі певного регіону. На початок 2021 року за даними Державного кадастру ПЗФ відсоток заповідності території України складає 6,80 % [Prygodno-zarovidnyj fond, 2021], що втричі нижче за європейські країни, де він становить у середньому 21,0 % [Smyrnova et al., 2021; Zakon Ukrainy «Pro Osnovni zasady (strategiju) derzhavnoi' ekologichnoi' polityky Ukrainy na period do 2030 roku», 2019]. Відповідно до Закону України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» (28.02.2019 р., № 2697-VIII) необхідно збільшити площу ПЗФ до 15,0 % [Zakon Ukrainy «Pro Osnovni zasady (strategiju) derzhavnoi' ekologichnoi' polityky Ukrainy na period do 2030 roku», 2019]. Саме тому тематика щодо вивчення територій, що потенційно можуть бути перспективними до заповідання, встановлення їх соціологічної, наукової, освітньої, естетичної та рекреаційної цінності, є актуальною.

Відсоток заповідності Сумської області становить 7,49 %, що вище, ніж у цілому, по Україні (Boychenko et al., 2019). Однак і він є суттєво нижчим від оптимального. Відповідно до розпорядження Кабінету Міністрів України № 443-р від 21.04.2021 р. «Про затвердження Національного плану дій з охорони навколишнього природного сере-

довища на період до 2025 року» необхідно забезпечити збільшення площі заповідних територій на 3 %, за рахунок створення нових або розширення площ вже існуючих територій та об'єктів ПЗФ [Nacional'nyj plan dij ohorony navkolyshn'ogo pryrodnogo seredovyshha do 2025 roku]. Роботи у цьому напрямку активно проводяться на території Сумської області [Sklyar & Sklyar, 2003; Sklyar & Sklyar, 2014; Sklyar et al., 2020; Govorun et al., 2020]. Це особливо важливо, враховуючи високий рівень розораності території України та подальший курс на інтенсивне сільське господарство, що загрожує стійкому існуванню природних екосистем на територіях місцевих громад. Одним із таких об'єктів являється балкова система с. Терешківка Сумської області, окремі ділянки якої, у тому числі і схили, активно розорюються, а інша частина яружно-балкової системи знаходиться в умовах надмірного випасання та сінокосіння. Літературні дані щодо вивчення біорізноманіття даної території відсутні, що збільшує актуальність проведених регіональних досліджень.

Метою даного дослідження є вивчення біорізноманіття балкової системи с.Терешківка Сумського району для оцінки її соціологічної, наукової, освітньої та естетичної цінності і обґрунтування перспектив надання їй статусу природоохоронної території.

**Матеріали і методи досліджень.** Польові дослідження, результати яких покладено в основу даної публікації, проведені авторами протягом 2019–2020 рр. В їх основі лежать класичні геоботанічні та зоологічні методи [Polevaya geobotanika, 1959, Polevaya geobotanika, 1964; Jakubenko et al., 2018; Grishhenko, 1997]. Комплексна оцінка стану природних комплексів досліджуваної території проведена на основі географо-естетичної та психолого-естетичної оцінки її ландшафтів.

Досліджувана територія являє собою яружно-балкову систему, яка розташовується в околицях с. Терешківка Сумського району (рис. 1) і охоплює площу близько 140 га.

Публічна кадастрова карта України 50°52'28.1»N 34°33'16.2»E. (<https://map.land.gov.ua/>).



Рис. 1. Карто-схема яружно-балкової системи в околицях с. Терешківка

Відповідно до фізико-географічного районування України дана територія відноситься до Степанівсько-Хотінського району, Сумської схилово-височинної області Східно-Українського краю Лісостепової зони Східно-Європейської рівнини [Marynych et al., 1985]. А за геоботанічним районуванням – до Хотінського району Сумського округу Середньоросійської лісостепової підпровінції Східноєвропейської провінції Європейсько-Сибірської лісостепової області [Neobotanichne rajonuvannja Ukraïns'koï' RSR, 1977].

Територія, що підлягала вивченню, являє собою яружно-балкову систему, розташовану на північному сході від с. Терешківка. Вздовж неї розташовані сільськогосподарські угіддя (посіви кукурудзи та соняшника). Слід відмітити, що на окремих ділянках агрофітоценози захоплюють і схили балок (рис. 2), що є неприпустимим з точки зору збереження цілісності ландшафтів та запобігання ерозії ґрунтів.

Клімат Сумської області відрізняється більшою континентальністю, порівняно з центральними та західними

областями України, що проявляється у збільшенні різниці літніх і зимових температур, а також меншою кількістю опадів (Boychenko et al., 2019). Середньодобова температура липня складає 19,0–21,0°C, січня – -4,5°C – -6,0°C. Абсолютний максимум температур повітря становить + 40°C, мінімум – -40°C. Річна сума опадів – 540–650 мм (Boychenko et al., 2019). Явища, пов'язані із кліматичними змінами на Землі, мають свої прояви і на території Сумської області (рис. 3) у вигляді аномально спекотного літа, зменшенні кількості опадів протягом вегетаційного періоду, що значною мірою також впливає на рівень ґрунтових вод.

**Результати.** Розміщення ділянок, охоплених дослідженнями, показано на рис. 4. Південна (ближня до населеного пункту) частина балки знаходиться на відстані близько 100 м від центральної дороги с. Терешківка та штучного ставка. Вона являє собою систему суходільних лучних угідь, сформованих по дну та на схилах балки, які перебувають у стадії пасовищної дигресії (передостаннього та останнього ступенів, до стадії збою

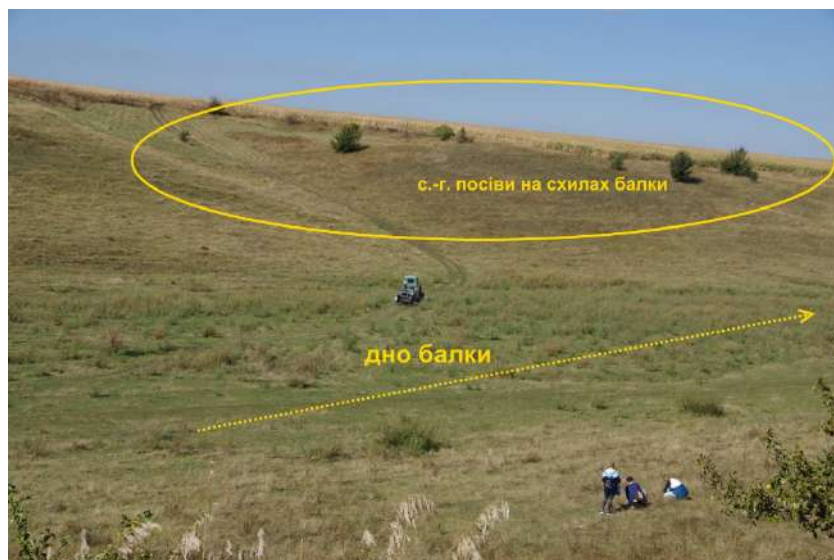


Рис. 2. Посіви с.-г. культур на схилах балки (фото М. Г. Баштового)



Рис. 3. Динаміка кліматичних умов та фотосинтетичної активності фітоценозів яружно-балочної системи протягом 2020–2021 років в околицях с. Терешківка

із наявністю скотобійних плям та стежок). Ця частина балки використовується для випасання великої рогатої худоби та переміщення сільськогосподарської техніки.

Рослинність, сформована у цій частині балки, характеризується наявністю у складі флори значної кількості отруйних, неїстівних, а також стійких до систематичних витоптувань та випасань видів. Здебільшого це різнотравно-типчаківі угруповання із переважанням на окремих ділянках костриця овеча (*Festuca ovina* L.), а на окремих домінантним видом є парило звичайне (*Agrimonia eupatoria* L.).

Ядро флористичного списку цього більш-менш одноманітного суходільного масиву виглядає наступним чином: костриця овеча (*Festuca ovina* L.), парило звичайне (*Agrimonia eupatoria* L.), трясучка середня (*Briza media* L., Sp. Pl.), костриця лучна (*Festuca pratensis* Huds.), тонконіг лучний (*Poa pratensis* L.), лядвенець рогатий (*Lotus corniculatus* L.), миколайчики плоскі (*Eringium planum* L.) – до 10 %, кропива дводомна (*Urtica dioica* L.) – часто, нетреба звичайна (*Xanthium strumarium* L.), щавель кінський (*Rumex confertus* Willd.), полин гіркий (*Artemisia absinthium* L.) – часто, синяк звичайний (*Echium vulgare* L.), гикавка сіра (*Berteroa incana* (L.) DC.), дивина лікарська (*Verbascum phlomoides* L.), фіалка триколірна (*Viola tricolor* L.), березка польова (*Convolvulus arvensis* L.), деревій майжезвичайний (*Achillea submillefolium* L.), материнка звичайна (*Origanum vulgare* L.), латук дикий (*Lactuca serriola* L.), морква дика (*Daucus carota* L.), дзвоники персиколісті (*Campanula persicifolia* L.), перстач повзучий (*Potentilla reptans* L.), перстач сріблястий (*Potentilla argentea* L.), будяк акантовидний (*Cardus acanthoides* L.), жовтозілля весняне (*Senecio vernalis* Waldst. & Kit.), люцерна жовта (*Medicago falcata* L.), подорожник ланцетолистий (*Plantago lanceolata* L.), цикорій дикий (*Cichorium intybus* L.), любочки осінні (*Leontodon autumnalis* L.), кунічник наземний (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), сокирки польові (*Consolida regalis* Gray), підмаренник справжній (*Galium verum* L.), дзвоники розлогі

(*Campanula patula* L.), жовтозілля весняне (*Senecio vernalis* Waldst. & Kit.), шавлія лучна (*Salvia pratensis* L.), кравник звичайний (*Odontites vulgaris* Moench), перстач неблизкучий (*Potentilla impolita* Wahlenb.).

На ділянці крутого схилу балки північно-східної експозиції (місцезнаходження відмічено на рис. 3) у повзучемітлицевому угрупованні, на відстані 5–7 м від посіву кукурудзи, виявлено популяцію юринієї волошкової (ю. несправжньоволошковидної, ю. харківської): *Jurinea cyanoides* (L.) Reichenb. (*J. pseudocyanoides* Klokov; *J. charcoviensis* Klokov). Цей вид включено до «Переліку видів рослин, тварин і грибів, що підлягають особливій охороні на території Сумської області», а також до «Бернської конвенції» (Резолюція № 6). На південно-східному схилі балки наявні глиняні відслонення.

Дистальна (північна) частина балки закінчується лучно-болотними ділянками із переважанням гідрофільної флори серед трав'янистої та деревно-чагарникової рослинності. У відгалуженнях центральної частини балки сформувались угруповання із переважанням видів, що пристосовані до середнього рівня зволоження, а також видів мезо-гігрофітної екології (фрагментами). Окремо слід відмітити, що серед деревних видів і чагарників зустрічаються синантропні види, що вказує на наявність на цих територіях штучних приватних насаджень у минулому. Найбільш поширені: бузина чорна (*Sambucus nigra* L.), вільха чорна (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), верба п'ятичиринкова (*Salix pentandra* L.), верба козяча (*Salix caprea* L.), айва довгаста (*Cydonia oblonga* Mill.), шипшина травнева (*Rosa majalis* Herrm.), груша дика (*Pyrus communis* L.), клен американський (*Acer negundo* L.). Із трав'янистих видів: грястиця збірна (*Dactylis glomerata* L.), пирій повзучий (*Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski), осока рання (*Carex praecox* Schreb.), парило звичайне (*Agrimonia eupatoria* L.), полин гіркий (*Artemisia absinthium* L.), татарник звичайний (*Onopordum acanthium* L.), лопух справжній (*Arctium lappa* L.), собача кропива п'ятилопатева (*Leonorus quinquelobatus* Gilib.), кропива дводомна (*Urtica dioica* L.), деревій майже зви-



Рис. 4. Контури ділянок в околицях с. Терешківка, детально охарактеризованих у тексті звіту (впорядковано Л. М. Бондаревою)

чайний (*Achillea submillefolium* Willd.), любочки осінні (*Leontodon autumnalis* L.), дивина лікарська (*Verbascum phlomoides* L.), суниця лісова (*Fragaria vesca* L.). У цій частині балки відмічена наявність двох відокремлених територіально популяцій цінної лікарської рослини – зніту вузьколистого, (Іван-чаю) (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub, син. *Epilobium angustifolium*). Після детального популяційного дослідження віталітетного стану і позитивних висновків щодо самовідтворення цього виду, а також за умов дотримання необхідних правил, ділянки можуть бути рекомендовані для надання дозволів заготівлі лікарської рослинної сировини, або ж для збору насіння з метою культивування цього виду (місцезнаходження популяції наведено на рис. 3).

Дослідна Ділянка № 2 (рис. 3) розташована в північній частині балки і представлена видами мезо-, мезо-гігро, гігро- та гідрофітами. Тут зростають очерет південний (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), комиш лісовий (*Scirpus sylvaticus* L.), осока побережна (*Carex riparia* Curtis), рогоз широколистий (*Typha latifolia* L.), хвощ річковий (*Equisetum fluviatile* L.), мітлиця повзуча (*Agrostis stolonifera* L.), череда трироздільна (*Bidens tripartita* L.), вербозілля звичайне (*Lysimachia vulgaris* L.), гадючник в'язолистий (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), вовконіг європейський (*Lycopus europaeus* L.), череда трироздільна (*Bidens tripartita* L.), гравілат річковий (*Geum rivale* L.), жовтозілля болотне (*Senecio paludosus* L.), жовтий осот болотний, (*Sonchus palustris* L.), очанка стиснута (*Euphrasia stricta* J.P. Wolff ex J.F. Lehm.). Серед деревно-чагарникової рослинності переважає вільха чорна (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), також відмічено наявність трьох видів верб: верби п'ятитичинкової (*Salix pentandra* L.), верби козячої (*Salix caprea* L.) і виду із природоохоронним статусом як регіонально рідкісний – верби розмаринолистої (*Salix rosmarinifolia* L.) – місцезнаходження наведено на рис. 3.

На дещо підвищених територіях (по периметру) зростають плакун верболистий (*Lythrum salicaria* L.), підмаренник чіпкий (*Galium aparine*), кропива дводомна (*Urtica dioica* L.), перстач гусячий (*Potentilla anserina* L.), сідач конопляний (*Eupatorium cannabinum* L.), жовтець їдкий (*Ranunculus acris* L.), вербозілля лучне (*Lysimachia nummularia* L.), лопух великий (*Arctium lappa* L.), цикорій дикий (*Cichorium intybus* L.), тимофіївка лучна (*Phleum pratense* L.), стенокис однорічний (*Stenactis annua* (L.) Cass.).

Таким чином, обстежена територія включає як антропогенно трансформовані ділянки із збідненим флористичним складом і деградованими ґрунтами, так і, хоч і невеликі, але осередки збереженої природної біоти (у т.ч. і видів з природоохоронним статусом), що можуть слугувати своєрідним «резервом» для відновлення природної флори на цих ділянках у випадку встановлення контролю за понаднормованим антропогенним тиском.

Остепнені лучні ценози в основному заселені різноманітними безхребетними, переважно комахами та меншою мірою, павукоподібними. Комах репрезентують типові для таких ценозів представники прямокрилих, рівнокрилих та метеликів, меншою мірою жуків, пере-

тинчастокрилих та двокрилих. Типовими у цих умовах є трав'янка зелена (*Omocestus viridulus* Linnaeus, 1758), трав'янка струнка (*Stenobothrus stigmaticus* Rambur, 1839), кобилка чорносмуга (*Oedaleus decorus* Germar, 1825), цвіркун польовий (*Gryllus campestris* Linnaeus, 1758), летюха звичайна (*Aiolopus thalassinus* Fabricius, 1781), мурашка садова чорна (*Lasius niger* Linnaeus, 1758), джміль садовий (*Bombus hortorum* Linnaeus, 1758), дзюрчала осоподібна (*Temnostoma vespiforme* Linnaeus, 1758), джміль польовий (*Bombus pascuorum* Scopoli, 1763), бархатниця волоока (*Maniola jurtina* Linnaeus, 1758), сонцевик павичеве око (*Inachis io* Linnaeus, 1758), білан ріп'яний (*Pieris rapae* Linnaeus, 1758), рябокрилка мінлива (*Araschnia levana* Linnaeus, 1758), голубінка ікар (*Polyommatus icarus* Rottemburg, 1775), бабка жовта (*Sympetrum flaveolum* Linnaeus, 1758), коник зелений (*Tettigonia viridissima* Linnaeus, 1758) тощо. З числа безхребетних трапляються види з охоронними статусами, зокрема: бабка жовта, джміль садовий та польовий, які за версією МСОП мають охоронний статус рівня LC.

Хребетні тварини використовують лучні ценози переважно як кормові локації. На досліджуваній території трапляються: лелека білий (*Ciconia ciconia* Linnaeus, 1758), ворон (*Corvus corax* Linnaeus, 1758), ластівка сільська (*Hirundo rustica* Linnaeus, 1758), плиска жовта (*Motacilla flava* Linnaeus, 1758), лисиця звичайна (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758).

За оцінками МСОП вище названі тварини мають охоронний статус рівня LC. Лелека білий занесений до списку регіонально рідкісних птахів Сумської області. Слід також відмітити, що усі перераховані птахи є у переліку додатку II Бернської конвенції.

З числа чагарникових птахів на досліджуваній території поширені кропив'янка сіра (*Sylvia communis* Latham, 1787), кропив'янка садова (*Sylvia borin* Boddaert, 1783), чекан луговий (*Saxicola rubetra* Linnaeus, 1758), які мають охоронний статус МСОП рівня LC та занесені до Додатку II Бернської конвенції. Ссавці представлені переважно різноманітними гризунами, серед яких типовими є миша польова (*Apodemus agrarius* Pallas, 1771) та нориця звичайна (*Microtus arvalis* Pallas, 1778). З числа плазунів зрідка трапляється ящірка прудка (*Lacerta agilis* Linnaeus, 1758), яка має охоронний статус МСОП рівня LC та занесена до Додатку II Бернської конвенції.

З метою комплексної оцінки стану природних комплексів цієї території, була здійснена географо-естетична та психолого-естетична оцінка її ландшафтів (табл. 1, 2).

Відповідно до сумарної географо-естетичної оцінки ландшафту біля с. Терешківка досліджувана яружно-балкова система має 10,5 балів. За психолого-естетичною оцінкою ландшафт балки с. Терешківка набирає 18,5 балів, що відповідає діапазону 16,1–24,0 балів, та дає всі підстави рекомендувати її для створення на ній об'єкту ПЗФ місцевого значення.

**Обговорення.** Подібні дослідження відіграють важливе значення на шляху створення нових і розширення вже існуючих об'єктів ПЗФ на рівні окремих регіонів, що безумовно сприяє поліпшенню охорони біорізноманіття на різних рівнях організації (видовому, популяційному,

## Географо-естетична оцінка ландшафту балки с. Терешківка

№	Критерій	Бал		
		точка		середній
		1	2	
1	Гармонія природних та антропогенних об'єктів	2	2	2
2	Наявність на ділянці мальовничих урочищ, затишних куточків, де приємно відпочивати, насолоджуватись красою природи	2	2	2
3	Наявність на ділянці визначних пам'яток, таких як химерні скелі, водоспади, вікові дерева, скупчення чарівних рослин, квітів, пам'ятки історії та культури	2	2	2
4	Наявність на ділянці оглядових майданчиків, з яких відкриваються гарні краєвиди	2	1	1,5
5	Виразність форм рельєфу	1	1	1
6	Виразність водних об'єктів	0	0	0
7	Різноманітність і чергування рослинних угруповань	1	1	1
8	Різноманітність тваринного світу ділянки	1	1	1
Сумарний бал за критеріями				10,5

Таблиця 2

## Психолого-естетична оцінка ландшафту балки с. Терешківка

№ опорної точки і характер пейзажу, що відкривається	Оцінка за критеріями балів			
	1. (С)	2. (З)	3. (Н)	4. (Д)
1. Лучна ділянка на схилі	2	2	2	2
2. Ділянка у підніжжя схилу	2	2	2	2
Середній бал по кожному з критеріїв	2	2	2	2
Сума середніх балів за всіма критеріями	8,0			
Сума за даними таблиць 1 та 2	18,5			
Висновок	Загальний бал відповідає діапазону 16,1–24,0: ділянка може бути рекомендована для створення на ній об'єкту ПЗФ місцевого значення.			

фітоценотичному, екосистемному), а також на різних територіальних рівнях (насамперед регіональному та державному). Ефективність впровадження природоохоронних заходів значно підвищиться за умов оголошення у межах балки території природно-заповідного фонду. Цій території пропонується надати статус ландшафтного заказника місцевого значення, а повну назву об'єкту прийняти такою: ландшафтний заказник місцевого значення «Степне».

У межах території, яка була охоплена вивченням та висувається для надання природоохоронного статусу, у подальшому важливою складовою системи заходів із забезпечення охорони популяцій видів, які репрезентують раритетну складову біорізноманіття, мають стати моніторингові дослідження. У зв'язку з тим, що балка безпосередньо межує із територіями, на яких здійснюється активна сільськогосподарська діяльність, збереження популяцій рідкісних видів (тварин, рослин), залежить і від дотримання вимог екологічного законодавства при господарюванні на прилеглих землях, та загалом переведення різних форм господарської діяльності людини на екологічно безпечні технології. У загальному розумінні це характеризують як впровадження екологічної конверсії виробництв та дотримання екологічного імперативу (Sheljag-Sosonko, 2001). Зазначені підходи розглядаються як невід'ємна складова екологізації соціальних та виробничих процесів, і посідають провідне

місце в низці пропонованих на XXI ст. сценаріїв виходу із світової екологічної кризи (Zlobin et al., 2013).

На сучасному етапі здійснюється формування поліфункціональної парадигми охорони природи, яка буде передбачати охорону на всіх рівнях організації біосистем (Sheljag-Sosonko et al., 1992). Успішність її впровадження значною мірою залежить і від еколого-біологічної освіченості всіх прошарків суспільства та розуміння громадянами об'єктивних законів, які обумовлюють стійкість біосфери та природного середовища. Тобто невід'ємною складовою заходів, спрямованих на охорону біорізноманіття, має стати і системна еколого-просвітницька робота із населенням, яке проживає на територіях (або біля них), що є осередками поширення рідкісних видів. Вона може реалізовуватися і через формування екологічних стежок (маршрутів) (Saryk & Saryk, 2019) у межах балки та проведення на них різноманітних рекреаційних заходів, екскурсій, при суворому дотриманні правил поведінки у природі та нормативних вимог щодо можливих обсягів і інтенсивності рекреаційних навантажень. Останні мають визначатися як на основі відповідних законодавчих (нормативних) документів (Metodychni rekomendacii, 2003, Babjuk, 2012), так і за результатами моніторингових досліджень у межах даної балкової системи.

**Висновки.** Результати проведеного аналізу свідчать про значну естетичну цінність балкової системи

та доцільність її залучення до складу природно-заповідного фонду. Зважаючи на наявність у її межах видів, що репрезентують раритетну складову біорізноманіття, що охороняється як на регіональному, так і на міжнародному рівнях, високе видове багатство та значні запаси лікарських рослин, популяції яких можуть розгляда-

тися як генетичні резервати цих цінних видів, а також із врахуванням наукової, пізнавальної, еколого-освітньої та рекреаційної цінності, вважаємо за доцільне розглянути балку, розташовану в околицях с. Терешківка, перспективною природоохоронною територією у ранзі заказника місцевого значення.

#### **Бібліографічні посилання:**

1. Babjuk, L. M. (2012). Ekologo-geografichni pidhody shhodo racional'nogo vykorystannja rekreacijnyh resursiv zapovidnyh terytorij (na materialah ekostezhok Serehn'ogo Podnistrov'ja [Ecological and geographical approaches to the rational use of recreational resources of protected areas (based on eco-trails of the Middle Transnistria)]. Avtoref. dysertacii' na zdobuttja naukovogo stupenja kandydata geografichnyh nauk za spec 11.00.11.- konstruktyvna geografija ta racional'ne vykorystannja pryrodnyh resursiv. L'viv, 20 (in Ukrainian).
2. Boychenko, R. V., Vertel, V. V., Karlyukova, O. Yu., Panchenko, S. M., Kryvozub, I., Dudchenko, G., Kulyzhko, I., Kubrakov, S., Stryzhak, A., & Yakovenko, O. (2019). Pryrodno-zapovidnyi fond Sumskoj oblasti: Atlas-dovidnyk (2yi-e, vypr. ta dopov. vyd.) [Nature Reserve Fund of Sumy Region: Atlas-Handbook (2nd ed., Corrected and supplemented ed.)]. TOV «Ukrainska Kartohrafichna Hrupa», Kyiv, 96 (in Ukrainian).
3. Cardinale, B. J., Matulich, K. L., Hooper, D. D., Byrnes, J. E., Duffy, E., Gamfeldt, L., Balvanera, P., O'Connor, M. I. & Gonzalez, A. (2011). The functional role of producer diversity in ecosystems. *American Journal of Botany*, 98(3), 572–592. doi: 10.3732/ajb.1000364
4. Caryk, L., & Caryk, P. (2019). Do problemy reguljuvannja rekreacijnyh navantazhen' ekologo-osvitnih stezhok ustanov pryrodno-zapovidnogo fondu [To the problem of regulation of recreational loads of ecological-educational paths of institutions of nature reserve fund]. *Racional'ne pryrodokorystuvannja i ohorona pryrody Naukovi zapysky*, 2, 163–172 (in Ukrainian). doi: 10.25128/2519-4577.19.3.20
5. Grishhenko, V. N. (1997) Provedenie oprosov naselenija dlja sboru faunisticheskoi informacii [Conducting the survey among the public to fauna information collecting]. *Obliki ptahiv: pidhodi, metodiki, rezul'tati*, L'viv, Kiiiv, 72–75 (in Russian).
6. Dornelas, M. (2010). Disturbance and change in biodiversity. *Phil. Trans. R. Soc. B365*, 3719–3727. doi: 10.1098/rstb.2010.0295
7. Dupuy P., Viñuales, J. (2018). *International Environmental Law* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. doi: 10.1017/9781108399821
8. Govorun, O. V., Sira, O. Je., Vertel', V. V., & Darmostuk, V. V. (2020). «Vakalivs'ki shyly» – potencijnyj landshaftnyj zakaznyk misceвого znachennja na Sumshyni [«Vakalivsky slopes» - projected local nature reserve in Sumy region]. *Visnyk SumNAU. Serija Agronomija i biologija*, 2020, 1(39), 19–25. doi: 10.32845/agrobio.2020.1.3
9. Heobotanichne rajonuvannja Ukrai'ns'koi' RSR / AN URSSR, (1977) [Geobotanic zoning of Ukrainian SSR]. *In-t botaniky im. M. G. Holodnogo. Nauk. dumka*, Kyiv (in Ukrainian).
10. Hellweg, S., Mila, I., & Canals, L. (2014). Emerging approaches, challenges and opportunities in life cycle assessment. *Science*, 344 (6188), 1109–1113. doi: 10.1126/science.1248361
11. Jakubenko, B. Je., Popovych, S. Ju., Utymenko, P. M., Dubyna, D. V., & Churylov, A. M. Heobotanika: metodychni aspekty doslidzhen'. (2018). [Geobotany: methodological aspects of research]. Vyd-vo Lira-K, Kyiv (in Ukrainian).
12. Kaur, A. (2018) Conservation of Plant Biodiversity Current Strategies and Future Needs. *International Journal of Scientific Research in Biological Sciences*, 5(4), 109–113. doi: 10.26438/ijrsbs/v5i4.109113
13. Marynych, A. M., Pashhenko, V. M., & Shyshhenko, P. G. (1985). *Pryroda Ukraynskoj SSR. Landshafty y fyzyko-geografycheskoe rajonyrovanye* [Nature of Ukrainian SSR. Landscapes and physico-geographical zoning]. Nauk. dumka, Kyi'v.
14. *Metodychni rekomendacii' shhodo vyznachennja maksimal'nogo rekreacijnogo navantazhennja pryrodnyh kompleksiv i ob'ektiv u mezhah pryrodno-zapovidnogo fondu Ukrai'ny za zonal'no-regional'nym rozpodilom* [Methodical recommendations for determining the maximum recreational load of natural complexes and objects within the nature reserve fund of Ukraine by zonal-regional distribution] (2003). Kyi'v, 43 (in Ukrainian).
15. Movchan, Ja. I. (2000). Zberezhennja biorozmai'ttja Ukrai'ny (kontekst ekopolityky) [Conservation of the biodiversity of Ukraine (ecopolitics context)], 18, II, *Naukovi zapysky NaUKMA*, Kyiv (in Ukrainian).
16. *Nacional'nyj plan dij ohorony navkolyshn'ogo pryrodnogo seredovyshha do 2025 roku* [National plan for the protection of the natural environment until 2025]. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-nacionalnogo-planu-dij-z-ohorony-navkolyshnogo-prirodnogo-seredovishcha-na-period-do-2025-roku-i210421-443>
17. *Polevaya geobotanika*. (1959). [Field geobotany]. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Moskva, 1 (in Russian).
18. *Polevaya geobotanika*. (1964). [Field geobotany]. Nauka, Moskva-Leningrad, 3 (in Russian)
19. Rahman, M.A. (2018) Plant diversity in Hazarikhil Wildlife Sanctuary of Chittagong and its conservation management. *Journal of Biodiversity Conservation and Bioresource Management*, 3(2), 43–56. doi: 10.3329/jbcm.v3i2.36027
20. Segelbacher, G. (2018). Genetic, genomic, synthetic - new approaches for biodiversity conservation. *Proceedings of the 5th European Congress of Conservation Biology. ECCB2018: 5th European Congress of Conservation Biology. 12th–15th of June 2018, Jyväskylä, Finland*. doi: 10.17011/conference/eccb2018/107508
21. Sheljag-Sosonko, Ju. R., Ustylenko, P. M., & Popovych, S. Ju. (1992). *Strategija polifunkcional'noi' ohorony pryrodnyh terytorij* [Strategy of multifunctional protection of natural territories]. *Tezy dopov. IH z'i'zdu UBT. Naukova dumka*, Kyi'v, 174–175 (in Ukrainian).
22. Sheljag-Sosonko, Ju. R. (2001). *Bioresursy: stan ta analiz dysbalansiv* [Bioresources: status and analysis of imbalances]. *Pryrodno-resursnyj aspekt rozvytku Ukrainy. KM Academia*, Kyiv, 40–74 (in Ukrainian).



23. Sklyar, V. H., & Sklyar, Yu. L. (2003). Systemnyy pidkhid do optymizatsiyi okhorony pryrodnykh kompleksiv [Integrated approach to optimization of protection of natural complexes]. *Ukrai'ns'kyj botanichnyj zhurnal*, 60(4), 388–396 (in Ukrainian).
24. Sklyar, V. H., & Sklyar, Yu. L. (2014). Stvorennya novykh terytoriy pryrodno-zapovidnoho fondu yak vazhlyvyi skladnyk rozbudovy strukturnykh elementiv ekomerezhi Polis'koyi chastyny Sums'koyi oblasti [Creation of new territories of the nature reserve fund as an important component of the development of structural elements of anecological network of the Polissia part of Sumy region]. *Naukovyy visnyk Skhidnoyevropeys'koho Natsional'noho universytetu im. Lesi Ukrainky. Seriya «Biologichni nauky»*, 13(290), 61–66 (in Ukrainian).
25. Sklyar, V. G., Sklyar, Ju. L., Bashtovyy, M. G., Lytovka, V. V., Jemec', O. M., Sherstjuk, M. Ju., & Jaroshenko, N. P., Goven'ko Ja. S. (2020). Bioriznomanittja proponovanogo zakaznyka «Pshinchyne» [Biodiversity of the proposed reserve "Pshinchyne"]. *Visnyk SumNAU. Seriya Agronomija i biologija*, 3(41), 41–48. doi: 10.32845/agrobio.2020.3.5
26. Smyrnova, S. M., Mas', Ju. A., Koval', A. O. (2021). Jevropejs'kyj dosvid zemlekorystuvannja pryrodno-zapovidnogo fondu [European experience of land use of nature reserve fund]. *Ekonomika i derzhava*, 1, 77–82. doi: 10.32702/2306-6806.2021.1.77
27. Sui, X., Mao, L., Liu, Y., & He, F. (2018). Mapping relative extinction risk for biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 226, 168–176. doi: 10.1016/j.biocon.2018.07.012
28. Pryrodno-zapovidnyj fond [Nature reserve fund] (2021). Sajt Ministerstva zahystu dovkilja ta pryrodnyh resursiv Ukrainy. [Electronic resource]. Access mode: <https://wownature.in.ua/oberihaymo/pryrodno-zapovidnyy-fond/>
29. Rabosky, D. L., (2009). Ecological limits and diversification rate: alternative paradigms to explain the variation in species richness among clades and regions. *Ecology Letters*, 12(8), 735–743. doi: 10.1111/j.1461-0248.2009.01333.x
30. Wilsey, B. J. (2018). Biodiversity of Grasslands. *Oxford Scholarship Online*. doi: 10.1093/oso/9780198744511.003.0002
31. Zakon Ukrainy «Pro Osnovni zasady (strategiju) derzhavnoi' ekologichnoi' polityky Ukrainy na period do 2030 roku» [Law of Ukraine "on the Basic Principles (Strategy) of the State Environment Policy of Ukraine for the period up to 2030"]. (2019). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text>
32. Zlobin, Ju. A., Skljjar, V.G., & Klimenko, A.O. (2013). Populjaciji redkih vidov rastenij: teoreticheskie osnovy i metodika izuchenija [Population of rare plant species: theoretical foundations and research methods]. *Universitets'ka kniga, Sumy*, 439 (in Russian).

**Skliar V. G.**, Doctor (Biological Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**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

**Yemets O. M.**, PhD (Biological Sciences), Assistant Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Bashtovyy M. G.**, PhD (Biological Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Tebenko Yu. M.**, Student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

***Biodiversity of the balk system of Tereshkivka village (Sumy district) as a perspective environmental and recreational territory***

The article is devoted to the study of biodiversity of the balk system of Tereshkivka village (Sumy district), in order to assess its zoological, scientific, educational, aesthetic and recreational value and give this area environmental status. The field studies of the balk system, which is located northeast of the village Tereshkivka of Sumy region and covers an area of about 140 ha, was carried out during 2019–2020 using classical geobotanical and zoological methods. Along the study area there are agricultural lands, which include the slopes of the balk, that threaten the integrity of landscapes and is the cause of soil erosion. Phytocenoses differ significantly in different parts of the balk due to differences in ecological and coenotic conditions. The southern (closed to the village) part of the balk is a system of dry meadow lands formed on the bottom and on the slopes of the balk, which are at different stages of pasture digression. These are mostly herbaceous-fescue groups with dominance in some areas of *Festuca ovina* L. and in some areas of *Agrimonia eupatoria* L. A population of the regionally rare species *Jurinea cyanoides* (L.) Reichenb., which is also included in Annex I of the Berne Convention, was found in the area of the steep slope of the northeastern exposition balk as a part of *Agrostis stolonifera* plant coenosis. In the branches of the central part of the balk the presence of two territorially separated populations of the valuable medicinal plant – *Chamerion angustifolium* (L.) Holub. was noted. A regionally rare species of *Salix rosmarinifolia* L. has been found in the northern part of the balk. In the fauna list, among the invertebrates and birds, there are regional rare species, which according to the IUCN status belong to the LC categories, and among birds a significant number of species are listed in Annex II of the Berne Convention. Mammals are represented mainly by a variety of rodents. Among the reptiles there is *Lacerta agilis* species – the species from the Annex II of the Berne Convention and according to IUCN has the status of LC.

So, the presence within the studied balk system of the species representing a rare component of biodiversity, high species richness, significant reserves of medicinal plants, as well as taking into account scientific, cognitive, environmental, educational and recreational value, we consider that balk system located near the village Tereshkivka is a perspective protected area for the creation of landscape reserve of local importance.

**Key words:** nature reserve fund, biodiversity, nature complexes, zoological value, flora, fauna.

## CLONING AND BIOINFORMATICS ANALYSIS OF WHEAT POWDERY MILDEW RESISTANCE RELATED GENE TAGDSL

**Tao Ye**

PhD Student

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine;  
Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, China  
ORCID: 0000-0002-4675-1294  
200984912@qq.com

**Vlasenko Volodymyr**

Doctor (Agricultural Sciences), Professor  
Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine  
ORCID: 0000-0002-5535-6747  
vlasenkova@ukr.net

**Wu Liuliu**

PhD Student

Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, China;  
Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine  
ORCID: 0000-0001-2345-6789  
wuliu1009qqq@163.com

*Powdery mildew disease of wheat is caused by *Blumeria graminis* F. sp. *tritici*. It is one of the primary fungal diseases of wheat. Therefore, it is of great significance to explore and utilize the broad spectrum anti-powdery mildew genes and study their resistance mechanism and molecular mechanism for effectively resisting the harm of powdery mildew. Material is wheat variety Bainong207 supplied by Henan Provincial Research Center of Food Crop Genome Editing Engineering Technology. PmD-19T vector, *E. coli* 5 $\alpha$ , and *Agrobacterium* GV3101 strain were purchased from Takara Biological Company. PCR apparatus, electrophoresis apparatus, agarose gel electrophoresis imager, autoclaving cooker, water bath cooker, ultra-clean workbench, etc. RT-PCR cloned the entire length of the TAGDSL gene. Bioinformatics analysis of the sequence showed that the total length of ORF was 1269bp, encoding 423 amino acids, with a molecular weight of 38.99 kD and an isoelectric point of 8.19. In addition, the TAGDSL gene has a transmembrane domain, a signal peptide, and the protein is hydrophilic. GDSL lipase is involved in plant physiological metabolism and local and global immunity. It is of great significance for improving disease resistance and yield of wheat. Based on the previous research, this experiment cloned the full-length sequence of a wheat GDSL gene, which enriched the members of the plant GDSL lipase family. She provided a basis for the subsequent exploration of its function and mechanism of action in the resistance to powdery mildew by modern molecular biology methods and the study of its gene function. The TAGDSL lipase gene of wheat was closely related to the durum wheat gene and barley gene by phylogenetic tree analysis. At the same time use bioinformatics method to forecast the gene can be more intuitive and more comprehensive understanding of its structure and properties, for the subsequent use of modern molecular biology methods to explore its function and role in the resistance to powdery mildew mechanism to provide effective basis, and for creating varieties of wheat powdery mildew resistance gene source and theoretical basis.*

**Key words:** wheat, powdery mildew, TAGDSL gene, bioinformatics analysis, varieties of wheat powdery mildew resistance gene.

DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.9>

**Introduction.** Wheat (*Triticum aestivum* L.) is a worldwide food crop with strong adaptability and wide distribution. About 35 %–40 % of the world's population use wheat as the primary food, providing about 20 % protein and 21 % food calories for humans (Wang et al., 2017). As the world's largest country in wheat planting and output, China plays an important role in ensuring domestic food security and affects international food security (He et al., 2018). Wheat yield has been affected by diseases and insect pests, among which powdery mildew is one of the most critical diseases. It is distributed in the global scope, and the harm is greater. Wheat powdery mildew is made up of Gramineae brinell type wheat powdery mildew specialization *Blumeria graminis* F. sp. *tritici* (*Bgt*) is a specific

fungus, cause of disease is one of the main fungus diseases of wheat (Johnson et al., 1979), in Asia, Africa, and Europe and the United States. have occurred worldwide diseases, especially in China, almost wheat-growing areas almost is powdery mildew, seriously affected the yield and quality of wheat in our country, since 1991, the year of wheat powdery mildew were to maintain the high incidence area. As of 2016, the area of wheat affected by powdery mildew disease has reached 7.4 million ha (Zou et al., 2017), which can yield 50 % in severe cases (Alam et al., 2013).

Powdery mildew fungus is a living parasitic fungus with the characteristics of a short life cycle, easy long-distance transmission of spores, and intense sexual recombination ability. Ascomidia and conidia of wheat powdery mildew

fungus are the leading carriers of disease transmission. In suitable temperature and humidity conditions, conidia on self-growing wheat seedlings completed over summer and infected early autumn wheat seedlings and caused disease. The specific process is as follows: Conidium by airflow to wheat leaf, about 30 minutes germination form Primary germ tube and Appressorial germ tube, 12 to 15 hours AGT elongation form into Apical appressorium to destroy the cell wall into skin cells, then form a finger in the host cell haustoria absorb nutrition to produce the secondary suction device and conidium chain, a new cycle of conidium infection (Edwards, 2002; Zhang et al., 2005). The powdery mildew fungus mainly infects the leaves of wheat. When the fungus is more serious, it can also infect other parts, such as the stalk, leaf sheath, and the ear of wheat. The photosynthetic capacity of wheat infected with powdery mildew decreased, while the ability of respiration and transpiration increased, thus reducing the accumulation of nutrients and increasing the consumption, resulting in significantly smaller wheat ears, reduced number of grains, smaller grains, and seriously reduced yield. After powdery mildew infection, Wheat plants are prone to lodging, with dry leaves and a fast death rate, which seriously affects wheat's average growth and development (Yu et al., 2013; Griffey et al., 1993). In the past 40 years, due to the improvement of wheat production conditions and the variation of virulence structure of the pathogen, wheat powdery mildew has rapidly spread from the local areas in the southwest and southeast coastal areas of China to almost all wheat areas in the country, causing considerable losses to China's grain production (Liu et al., 2016). Due to the demand and yield of wheat in China's crops at the forefront, to ensure its quality, spraying pesticide chemical reagent has become the primary prevention and control method because of some common diseases. Some prevention and control methods use different tillage methods, but whether spraying chemical reagents or changing tillage methods, their application will be limited by objective climate and environmental protection reasons (Qiu Lina, 2019; Shen et al., 2019). At present, the main ways to control powdery mildew are the use of fungicides and the cultivation of disease-resistant varieties, and the spraying of fungicides has caused pesticide residues and environmental pollution, so the cultivation of disease-resistant varieties of wheat has become the key to solve this problem. At present, both wild-type and artificially bred varieties resistant to wheat powdery mildew are scarce, so it is urgent to breed resistant varieties quickly and efficiently. With the rapid development of biotechnology, it is the best way to develop crop resistance genes from a micro perspective and promote the breeding of new varieties of crops, which is in line with the principle of green development. However, the variation of powdery mildew bacteria is relatively rapid, and it is easy to lose the single resistance of the variety (Zeng Fansong, 2017). Wheat breeding disease-resistant varieties are the prevention and control of wheat powdery mildew, guarantee safety in production is the most economical and effective method of mining using broad-spectrum powdery mildew resistance gene and study its disease-resistant mechanism, is

the premise and guarantee for cultivating disease-resistant varieties (Kuraparthi et al., 2007), therefore resistance genes of digging, wheat resistance-related gene expression regulation, has important significance to the harm of effective resistance to powdery mildew.

Plant GDSL lipase is a large gene family that plays essential biological functions in plant growth, development, morphogenesis, lipid metabolism, and defense response (Kondou et al., 2008; Takahashi et al., 2010; Hao et al., 2014). The expression of the GDSL lipase gene can respond to both abiotic and biological stresses. Plant GDSL lipase gene expression can be induced by bacteria, salicylic acid, ethylene, jasmonic acid, and other hormones, as well as abiotic stress factors, suggesting that they may be involved in plant disease resistance and stress response (Oh et al., 2005; Kram et al., 2008; Lee et al., 2003). The performance of plant disease resistance results from the interaction between the disease resistance gene of the host plant and the pathogenic gene of the pathogen under the influence of specific environmental conditions (Shao et al., 2009). GDSL lipase can destroy the structural integrity of the actual fungus spore in the plant body through the transgenic node or direct connection of the signal and restrict its normal reproduction (Naranjo et al., 2009). GDSL lipase can induce plant disease resistance to fungi, and GLIP-1 mutant plants show stronger sensitivity to saprophytic fungal brassicas than wild-type plants (Zuo et al., 2005; Yuan et al., 2015). Wheat will encounter various biological and abiotic stresses during the growth process, such as wheat powdery mildew fungus, which will seriously harm the growth and development of wheat. When plants are under disease stress, a large number of reactive oxygen species (ROS) will be produced in cells (Lee et al., 2009), which will affect the average growth and development of plants. The antioxidant enzymes in cells can remove ROS and maintain the REDOX balance of cells (Tian et al., 1991; Wang et al., 2001).

The relationship between wheat GDSL lipase and powdery mildew is rarely reported. How this gene causes resistance to wheat powdery mildew is still unclear. Therefore, in this study, the gene was cloned, and its biological information was analyzed to find the disease-resistance mechanism. It was expected to lay a foundation for understanding the molecular mechanism of wheat powdery mildew and breeding disease-resistant varieties.

**Materials and Methods.** *Material.* Wheat variety: *Bainong207* supplied by Henan Provincial Research Center of Food Crop Genome Editing Engineering Technology. PmD-19T vector, *E. coli* 5 $\alpha$ , and *Agrobacterium* GV3101 strain were purchased from Takara Biological Company. PCR apparatus, electrophoresis apparatus, agarose gel electrophoresis imager, autoclaving cooker, water bath cooker, ultra-clean workbench, etc.

*RNA extraction method.* RNA extraction process (refer to Takara RNA extraction kit).

*Cloning and sequencing analysis of TAGDSL gene.* The full-length sequence fragment of the *TaGDSL* gene was obtained at NCBI. Primer Premier 6 software was used for Primer design. The upstream Primer *TaGDSL-F*:

GCCTGAAGTAGCACGTGA; The downstream primer *TaGDSL*-R: TTATGTGTCTGCTTCCGTC; The cDNA of *Bainong207* was used as the template for PCR amplification, and the gel was cut according to the DNA recovery kit and the PCR product was recovered. The pMD-19T clone vector was linked and transformed into *E. coli* 5 cells. The cells were coated and cultured overnight.

**Bioinformatics analysis of *TaGDSL* gene.** Sequences with high similarity were downloaded through BLASTP alignment on the NCBI website. A neighbor-joining phylogenetic tree was constructed by combining the downloaded sequences with Mega 7.0. The protein-coding region (CDS) was found according to the cloned *TAGDSL* gene sequence and translated into protein using BioXM2.7. Use online tools ProtParamExPASy site to analyze the protein's basic physical and chemical properties, including the theory of amino acid composition relative molecular weight, and pl value. They were using ProSWEETale tools to analyze protein hydrophobicity. Using TM pred tool to predict transmembrane region and across the membrane direction and signal peptide analysis.

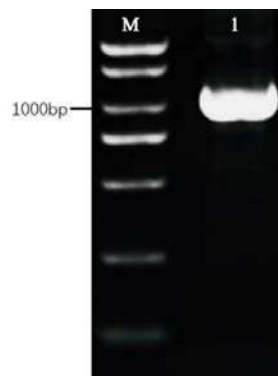
**Results. 1. Extraction of total RNA from wheat.** The extraction quality of total RNA is the premise to determine the results of this experiment. Extracting high purity and complete total RNA is an essential guarantee for RT-PCR. After RNA was extracted from wheat leaves, 0.8 % AGAR gel electrophoresis was used to detect the total RNA quality, as shown in Fig. 1. The results show that the extraction effect is good and the integrity is good. The OD260/280 values detected by the UV spectrophotometer ranged from 1.7 to 2.0, indicating that the RNA samples obtained in this experiment had high purity, which could be used for subsequent reverse transcription experiments and amplification fragments to construct vectors.



M = standard2000 + Marker; 1-2 = RNA samples  
Fig. 1. RNA detection by electrophoresis

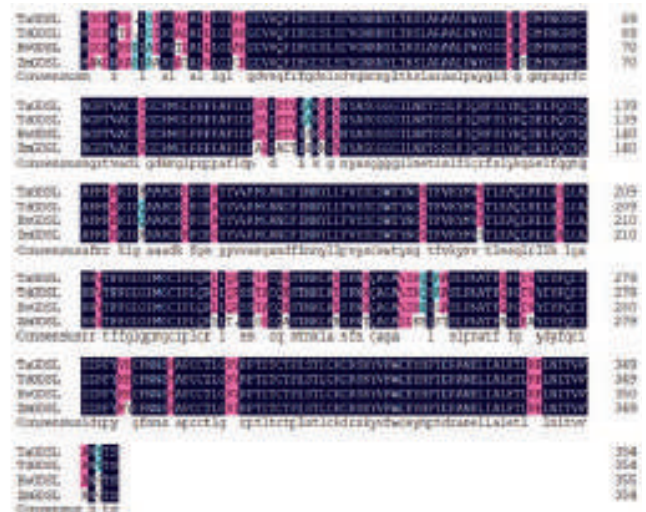
**2. Full-length cloning of wheat *TAGDSL* gene.** According to the conserved sequence of wheat *TaGDSL* gene in NCBI and the full-length design of specific primers, the target gene was amplified by RT-PCR using wheat cDNA as a template. The amplified products were analyzed by 1.5% agarose gel electrophoresis. The results showed that the size of the amplified band was

the same as that of the target fragment (Fig. 2). After the electrophoretic gel was cut, the target bands were recovered with an ordinary agarose DNA recovery kit. The recovered product is linked to pMD19-T and transformed into competent *E. coli* cells. After monoclonal verification, the correct monoclines were sequenced. The monoclonal plasmid with correct sequencing results was propagated and recorded as pMD-19T-*TaGDSL* plasmid. Sequencing results showed that the entire length of the gene was 1269 bp, which was consistent with the sequence in the GenBank database.



M = standard2000 + Marker; 1 = Amplified band  
Fig. 2. *TaGDSL* gene PCR amplification

**3. Sequence analysis and bioinformatics analysis of wheat *TAGDSL* gene.** In order to further explore the phylogenetic process of the *TaGDSL* gene and understand the genetic relationship of this gene, amino acid sequences of durum wheat and barley and other related proteins in the *TaGDSL* gene family were searched and downloaded from the NCBI database (Fig. 3). A phylogenetic tree was constructed by using MEGA7.0 (Fig. 4). In the figure, wheat *TaGDSL* was most closely related to durum wheat *TDGDSL* and barley *HVGDSL*.



Ta = *Triticum aestivum*; TD = *Triticum durum*;  
Hv = *Hordeum vulgare*; Zm = *Zea mays*  
Fig. 3. Homologous analysis of GDSL amino acid sequences

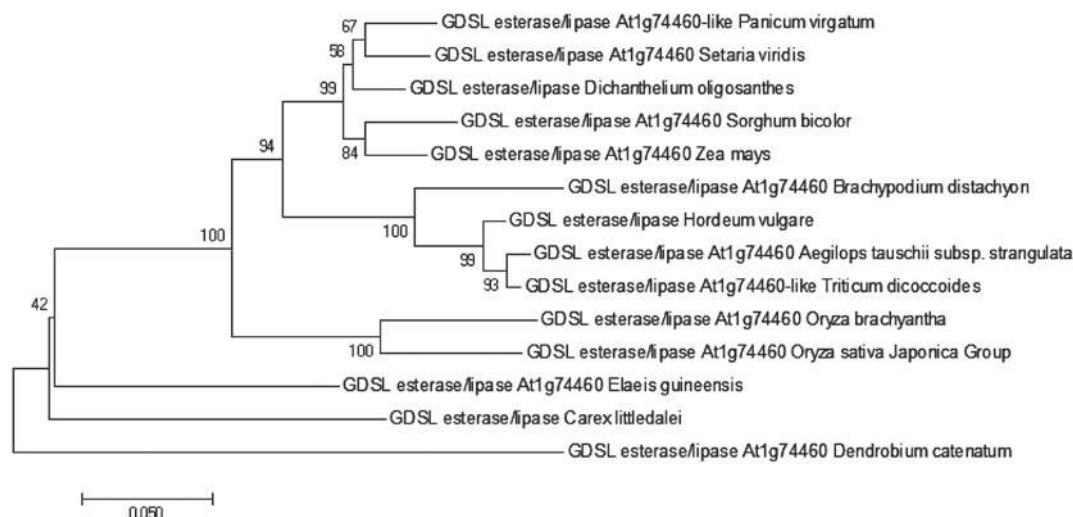


Fig. 4. Phylogenetic tree analysis of *GDSL* genes in other species

Protaparamalyzed the physical and chemical properties, and its molecular formula was  $C_{3669}H_{6071}N_{1269}O_{1502}S_{422}$ , its relative molecular weight was 38.99kD, and the theoretical isoelectric point  $P_i$  was 8.19 (Fig. 5).

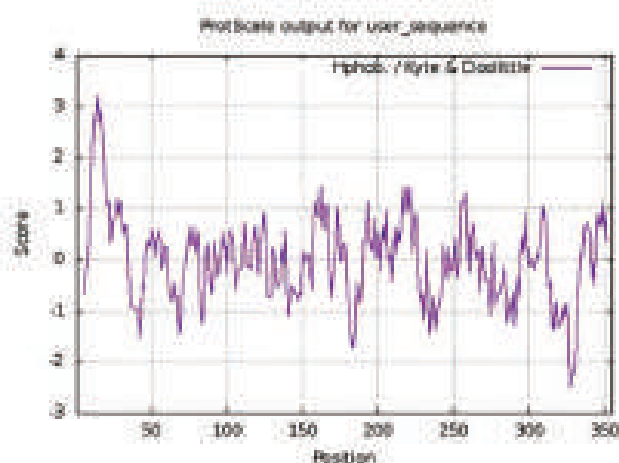


Fig. 5. Hydrophilic and hydrophobic analysis of *TAGDSL*

SINGALP 4.1 analysis showed that the sequence had a signal peptide. However, according to the online analysis of the TMHMM gene Server v.2.0, the *TaGDSL* protein has a transmembrane structure region (Fig. 6).

Using extasy online website (<http://web.expasy.org/cgi-bin/protscale/protscale.pl?1>), the hydrophilicity/hydrophobicity of the amino acid sequence of this gene was analyzed (Fig. 5). The hydrophobic and hydrophilic regions coded by *TaGDSL* appear alternately and evenly distributed. Therefore, we predicted that the *TaGDSL* protein was hydrophilic.

**Discussion.** *GDSL* lipase is a multi-gene family that exists widely in the plant kingdom. It has hydrolase activity and can hydrolyze various lipids (Ling, 2007). In recent years, more than 1100 members of *GDSL* lipase have been found in

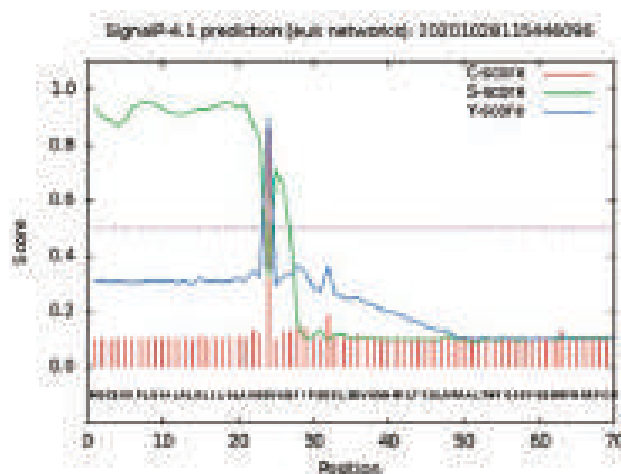


Fig. 6. Transmembrane region analysis of the *TAGDSL* gene

*Arabidopsis thaliana*, rice, maize, grape, and poplar, among which 108 family members have been found in *Arabidopsis thaliana* and 96 in grape (Beisson et al., 1997; LING H, 2008). *GDSL* lipase plays an essential role in plant responses to biotic and abiotic stress overruns (Huang et al., 2015; Su et al., 2007). *GDSL* lipase has broad-spectrum resistance to various pathogens (Hong et al., 2008). Plants can use multiple layers of the immune system to resist pathogen attacks (Han et al., 2006). In previous studies, the *GDSL* gene was related to wheat powdery mildew resistance, but the specific gene information was unknown.

In this study, the *GDSL* gene sequence of wheat was successfully cloned by RT-PCR (Feeney et al., 2005). Sequence analysis showed that the ORF length of the gene was 1269bp, encoding 423 aminoacids, the predicted molecular weight was 38.99 kD, and the theoretical isoelectric point  $P_i$  was 8.19. As predicted (Pruitt et al., 2014; Morgulis et al., 2006). Isoelectric point can be used for the separation of amino acids. The *TAGDSL* gene has a transmembrane region (Fig. 7) and a signal peptide, which is predicted to be

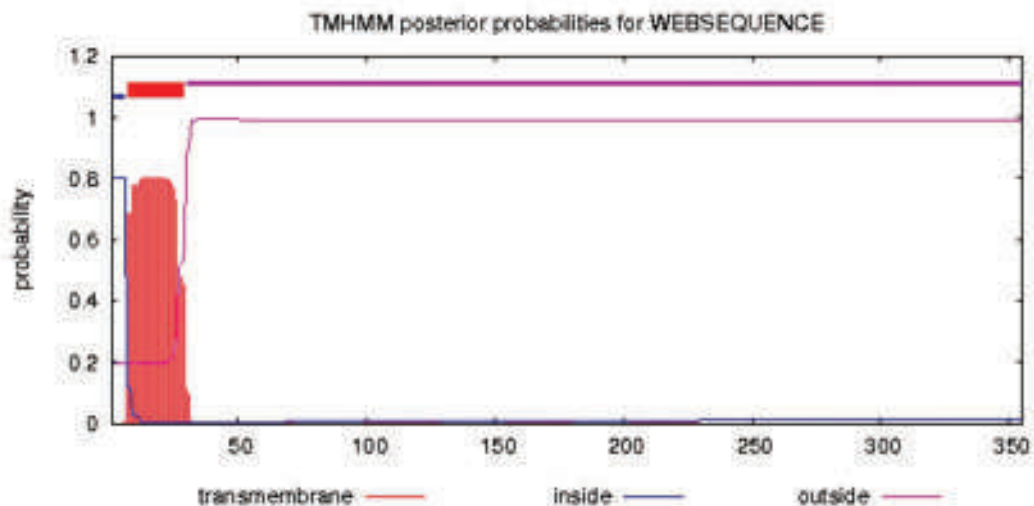


Fig. 7. Transmembrane domain prediction of TAGDSL gene

synthesized in the endoplasmic reticulum. In the *TAGDSL* protein-coding, hydrophobicity and hydrophilicity occur alternately. Hydrophilic amino acids are evenly distributed in the whole peptide chain, and hydrophobic amino acids are excessive. Therefore, we predict that the *TAGDSL* gene is hydrophilic and that the dissolution of the protein in an aqueous solution result from the interaction between the surface charge and ions of the protein in aqueous solution water molecules. Too high or too low ionic strength in solution will destroy the hydration layer on the protein surface and promote protein polymerization and precipitation.

To further study the evolutionary relationship of *GDSL* in different species, it was concluded that the wheat *TAGDSL* of wheat was closely related to the *TDGSL* of durum wheat and the *HVGDSL* of barley with the closest relationship. The results of this study provide data and a basis for further research on the biological functions of *TAGDSL*.

**Conclusions.** Wheat, as a major food crop, has become the main goal of breeding to improve its yield and stress resistance. *GDSL* lipase is involved in plant physiological metabolism and local and global immunity, which is of great significance for improving disease resistance and yield of wheat. Based on the previous research, this experiment cloned the full-length sequence of a wheat *GDSL* gene, which enriched the members of the plant *GDSL* lipase family, and provided a basis for the subsequent exploration of its function and mechanism of action in the resistance to powdery mildew by modern molecular biology methods and the study of its gene function. The bioinformatics analysis showed that wheat *GDSL* gene has a complex function, and further study is needed to fully clarify the function of this gene, which will provide the genetic source and theoretical basis for the creation of wheat powdery mildew resistant varieties.

#### References:

1. Alam, M. A., Mandal, M. S. N., Wang, C. & Ji, W. (2013). Chromosomal location and SSR markers of a powdery mildew resistance gene in common wheat line N0308. *Afric J. Micro. Res.*, 7, 77–82.
2. Beisson, F., Gardies, A. M., Teissere, M., Ferte, N., & Noat, G. (1997). An esterase neosynthesized in post-germinated sunflower seeds is related to a new family of lipolytic enzymes. *Plant Physiology and Biochemistry*, 35(10), 761–775.
3. Hao, X. Y., Yuan, H. L., Li, H. B., & Cai, Y. (2014). Overexpression of a cotton *GDSL* lipase increases the oil content of *Brassica napus* L. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 29(6), 63–68.
4. Han, S., & Xiang, B. C. (2006). Advances of methods for the molecular detection of plant virus. *Journal of Shihezi University (Natural Science)*, 24(5), 550–553.
5. He, Z. H., Zhuang, Q. S., & Cheng, S. H. (2018). Development of wheat industry and scientific and technological progress in China. *Journal of Agriculture*, 1, 107–114.
6. Huang, L. M., Lai, C. P., Chen, L. F., Chan, M. T., & Jei-Fu, Shaw, J. F. (2015). *Arabidopsis* SFAR4 is a novel *GDSL*-type esterase involved in fatty acid degradation and glucose tolerance *Botanical Studies*, 56(1), 1–12.
7. Edwards, H. H. (2002). Development of primary germ tubes by conidia of *Blumeria graminis* ssp. *hordei* on leaf epidermal cells of *Hordeum vulgare*. *Canadian Journal of Botany*, 80(8), 1121–1125.
8. Graham, P. Feeney, Dongling, Zheng, & Hogstrand, P. K. C. (2005). The phylogeny of teleost ZIP and ZNT zinc transporters and their tissue specific expression and response to zinc in zebrafish. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1–3, 88–95.
9. Griffey C., Das M. & Stromberg E. (1993). Effectiveness of adult-plant resistance in reducing grain yield loss to powdery mildew in winter wheat. *Plant Disease*, 77(6), 618.
10. Jeum Kyu Hong, Hyong Woo, Choi, In Sun, Hwang, Dae Sung, Kim, Nak Hyun, Kim, Du Seok, Choi, Young Jin Kim, Byung Kook Hwang (2008). Function of a novel *GDSL*-type pepper lipase gene *GLIP1* in disease susceptibility and abiotic stress tolerance. *Planta*, 227(3), 539–558.

11. Johnson J. W., Yamazaki W. T., & Smith T. R. (1979). Effects of powdery mildew on grain yield and quality of isogenic lines in "Chancellor" Wheat. *Crop Sci.*, 19, 349–352.
12. Kram, B. W., Bainbridge, E. A., Perera, M. A. & Carter, C. (2008). Identification, cloning and characterization of a GDSL lipase secreted into the nectar of *Jacaranda mimosae* folia. *Plant Mol. Biol.*, 68, 173–183.
13. Kuraparthi, V., Chhuneja, P., Dhaliwal, H., Kaur, S., Bowden, R. L., & Gill, B. S. (2007). Characterization and mapping of cryptic alien introgression from *Aegilops geniculata* with new leaf rust and stripe rust resistance genes Lr57 and Yr40 in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 114(8), 1379.
14. Kondou, Y., Nakazawa, M., Kawashima, M., Ichikawa, T., Yoshizumi, T., Suzuki, K., Ishikawa, A., Koshi, T., Matsui, R., Muto, S. (2008). Retarded growth of embryo1, a new basic helix-loop helix protein that hosts an endosperm to control embryo growth. *Journal of China Physiology*, 147, 1924–1935.
15. Lee, K. & Cho, T. (2003). Characterization of a salicylic acid-and pathogen induced lipase like gene in Chinese cabbage. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 36(5), 433–441.
16. Lee, D. S., Kim, B. K., & Kwon, S. J. (2009). Arabidopsis GDSL lipase 2 plays a role in pathogen defense via negative regulation of auxin signaling. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 379(4), 1038–1042.
17. Ling, H. (2007). Cloning and prokaryotic expression of GDSL1 gene in *Brassica napus*. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 123(12), 102–106.
18. Ling, H. (2008). Sequence analysis of GDSL lipase gene family in *Arabidopsis thaliana*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(5), 763–767.
19. Liu, W. C., Liu, Z. D., Huang, C, Lu, M. H., Liu, J. & Yang, Qi. P. (2016). Statistic and analysis of crop diseases and insect pests in recent 10 years. *Plant Protection*, 42, 1–9.
20. Machinaka, M., Nobutaka, M., & Nobutaka, M. (2010). Causes cucuglossus and particular defects. *Plant and Cell Physiology*, 51(1), 123–131.
21. Morgulis, A., Gertz, E. M., Schäffer, A. A. & Agarwala, R. (2006). *Bioinformatics*, 2, 134–141.
22. Naranjo, M. A., Forment, J., Roldán, M., Serrano, R., & Vicente, O (2006). Overexpression of *Arabidopsis thaliana* LTL1, a salt- induced gene encoding a GDSL- motif lipase, increases salt tolerance in yeast and transgenic plants. *Plant Cell & Environment*, 29(10), 1890–1900.
23. Oh, I. S. & Sun, J. K. (2005). Secretome analysis reveals an arabidopsis lipase involved in defense against *Alternaria brassicicola*. *The Plant Cell*, 17, 2832–2847.
24. Pruitt, K. D., Brown, G. R., & Hiatt, S. M. (2014). *Nucleic Acids Research*, 42, 756–763.
25. Qiu, L. N. (2019). Genetic analysis and molecular mapping of mildew resistance gene ML3IW125 in wheat. *Crop Society of China Summary collection of the 10th National Congress on Wheat Genomics and Molecular Breeding*. *Crop Society of China*, 229.
26. Shao, J. L., Niu, W. G., Liu, H. Y., Ni, M., Qiao, Z. C. & Shang, Y. Q. (2009). Analysis on pathogenicity differentiation of cotton *Verticillium dahliae* strains and its genetic diversity in Xinjiang. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 46(1), 122–127.
27. Shen, Y. J., Zhu, X. Y., Dai, Q. & Xie, K. B. (2019). Experimental research on "fungal diseases of wheat" based on POE teaching strategy. *Biology Teaching*, 44(09), 59–61.
28. Sugui, J. A., Pardo, J., Chang, Yun C., Müllbacher, A., Zarembek, Kol. A., Galvez, Eva M., Brinster, L., Zervas, P., Gallin, J. I., Simon, M. M., Kwon-Chung, K. J. (2007). Role of *laeA* in the regulation of *alb1*, *glip*, conidial morphology and virulence in *Aspergillus fumigatus*. *Eukaryotic Cell*, 6(9), 1552–1561.
29. Tian, X. M., & Xu, L. F. (1991). The relations between resistance of cotton to *Verticillium* and *Fusarium* wilt and peroxidase activity. *Acta Phytopathologica Sinica*, 21(2), 94.
30. Wang, Z., Li, J., Chen, S., Heng, Y., Chen, Z., Yang, J., Zhou, K., Pei, J W, He H, Deng, X. W., & Ma, L. G. (2017). Poaceae-specific MS1 encodes a phospholipid-binding protein for male fertility in bread wheat. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114, 12614–12619.
31. Wang, H., Liu, H., Yuan, H. X., Wang, Y., Li, H. L. (2001). The Change of enzymes activity and phenols content in cotton cultivars with different resistance to *V. dahliae* after inoculation. *Acta Agriculture Boreali-Sinica*, 16(3), 46–51.
32. Yu, Y. & Zhang, H. (2013). The occurrence and control of powdery mildew in wheat. *Henan Science and Technology*, 8, 187.
33. Yuan H. L., Hao X. Y., Zheng X. W., & Li, H. B. (2015). Cotton GDSL lipase increases the resistance against *Verticillium dahliae*. *Journal of Shihezi University (Natural Science)*, 33(5), 529–534.
34. Zeng, F. S. (2017). Cloning and functional analysis of a nontoxic gene AVRPM2 and sporulation related gene STPK2 from Wheat powdery millet. *Wuhan University*.
35. Zhang, Z., Henderson, C., Perect, E., Carver, T. L. W. ,Thomas, B J ,Skamnioti, P ,Gurr, S. J. (2005). Of genes and genomes, needles and haystacks *Blumeria graminis*, and functionality. *Molecular Plant Pathology*, 6(5), 561–575.
36. Zou, B., Ding, Y., Liu, H., & Hua, J. (2017). Silencing of copine genes confers common wheat enhanced resistance to powdery mildew. *Molecular Plant Pathology*, 9, 1343–1352.
37. Zuo, K, Jin, W., Wu, W., Chai, Y., Sun, X., & Tang, K (2005). Identification and characterization of differentially expressed ESTs of *Gossypium barbadense* infected by *Verticillium dahliae* with suppression subtractive hybridization. *Mol. Biol. (Mosk)*, 39(2), 214–223.

**Тао Є**, аспірантка, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна; Хенанський інститут науки і технологій, м. Сінсян, КНР

**Власенко Володимир Анатолійович**, доктор с.-г. наук, професор, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

**Ву Люлю**, аспірантка, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна; Хенанський інститут науки і технологій, м. Сінсян, КНР

#### **Клонування та біоінформаційний аналіз стійкості пшениці до борошнистої роси за допомогою TAGDSL гена**

Збудником борошнистої роси пшениці є *Blumeriagraminis F. sp. tritici*. Це одна з основних грибкових хвороб пшениці. Тому дуже важливо виявити та використати проти борошнистої роси гени широкого спектру дії, а також вивчити механізм їх стійкості та молекулярний механізм для ефективною протидії шкідливості борошнистої роси. Матеріалом є сорт пшениці *Vainong207*, що поставляється Науково-дослідним центром з технології редагування геному культур у провінції Хенань. Вектор *PmD-19T*, *E. coli 5a* та штам *Agrobacterium GV3101* були придбані у біологічної компанії *Takara*. Були задіяні ПЛР-апарат, апарат для електрофорезу, електрофорез з агарозним гелем, автоклав, плита на водяній бані, надчистий робочий стіл тощо. RT-ПЛР клонувала всю довжину гена *TaGDSL*. Біоінформаційний аналіз послідовності показав, що загальна довжина ORF становила 1269 п.о., яка кодує 423 амінокислоти, з молекулярною масою 38,99 кДа та ізоелектричною точкою 8,19. Крім того, ген *TaGDSL* має трансмембранний домен, сигнальний пептид, а також гідрофільний білок. Ліпаза *GDSL* бере участь у фізіологічному обміні рослин щодо локального та глобального імунітету. Це має велике значення для підвищення стійкості до хвороб та врожайності пшениці. На підставі попередніх досліджень цей експеримент клонував повнорозмірну послідовність гена *GDSL* пшениці, яка збагатила представників сімейства ліпаз *GDSL* рослин. Вона стала основою для подальшого дослідження її функції та механізму дії на стійкість до борошнистої роси за сучасними методами молекулярної біології та вивчення функції її генів. Ген ліпази *TaGDSL* пшениці був тісно пов'язаний з геномом твердої пшениці та геномом ячменю через філогенетичне дерево. У той же час використання методу біоінформатики для прогнозування гена може дати більш повне розуміння його структури та властивостей, при подальшому використанні сучасних методів молекулярної біології для вивчення його функції та ролі у механізмі стійкості до борошнистої роси задля забезпечення ефективною основи, а також для створення сортів з генами стійкості до борошнистої роси пшениці та теоретичної бази.

**Ключові слова:** пшениця, борошниста роса, ген *TaGDSL*, біоінформаційний аналіз, гени стійкості до борошнистої роси сортів пшениці.



## ECOLOGICAL FUNCTIONS AND ENVIRONMENTAL BENEFITS OF RESERVOIR RIPARIAN ZONE

**Yan Tengfei**

PhD Student

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Henan institute of science and technology, Xinxiang, Henan, China

Henan Xinyang agriculture and forest university, Xinyang, Henan, China

ORCID: 0000-0002-8360-3776

yantengfei@xyafu.edu.cn

**Kremenetska Yevheniia**

PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: 0000-0001-5581-7868

e.kremenetska@gmail.com

**Wan Shibin**

Bachelor, Deputy Senior Engineer

Nanwan National Forest Farm, Xinyang, Henan, China

ORCID: 0000-0003-1513-9876

wanshibin@163.com

**Hu Qiang**

Master degree, Teaching-assistant

Xinyang agriculture and forest university, Xinyang, Henan, China

ORCID: 0000-0001-9842-866X

371164191@qq.com

**He Songlin**

Doctorial Tutor, Professor

Henan institute of science and technology, Xinxiang, Henan, China

ORCID: 0000-0001-6196-3626

hsl213@yeah.net

*Reservoir riparian zone is a special type of land use and a typical area of ecological vulnerability, which plays a key role in creation of environmental benefits, transportation of material energy and in the formation of the structure of groups, etc. Due to the special hydrologic rhythm of the reservoir, habitats of species are faced with the dual tasks of ecological degradation and high-quality water purification. In order to deal with these environmental problems, the key to the implementation and application of ecological restoration measures is to understand the regularity of vegetation succession and the management measures of adjacent forestland. The riparian zone is a hot spot of various nutrient processes and plays a disproportionate role in the development of ecological benefits. Hydrology is the key factor affecting the habitats' formation of reservoir riparian zone. Comprehend the geochemical process of soil in reservoir riparian zone and the transport and interception mechanism of nutrient elements can effectively reduce the damage to water body caused by non-point source pollution. In this paper, we reviewed the definition, classification and function of reservoir riparian zone, discussed the key role of vegetation in sphere of habitats' restoration and reconstruction in reservoir riparian zone and the role of arbor forest species in the production of ecological benefits. This issue is especially relevant for China, a country with a large number of reservoirs. The purpose of this study is to provide comprehensive information on the the habitats' characteristics and provide theoretical ideas for managing the ecological component of the environment. At present, the monitoring means of reservoir riparian zone are insufficient, and we are still concentrated in the macroscopic and mesoscale scale, while the microscopic scale needs to be further deepened. In the process of studying the riparian, we should pay enough attention to the investigation of the formation cause, geological environment and other factors, fully study the reservoir riparian zone from a unified organic and integral ecological point of view, pay attention to the rational use of high-tech means, and conduct reasonable monitoring with dynamic research means.*

**Key words:** buffer zone; vegetation succession; arboreal forestland; soil properties; geochemical process.

DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.10>

**Introduction.** Reservoir riparian zone is the dry and wet area where the land is periodically submerged by water flooding or exposed surface due to water storage or flood

discharge, which is an important buffer area between water area and terrestrial. Due to constant water erosion, the region has ecological vulnerability, and the ecological environment

changes dramatically, forming a unique energy exchange, material cycle and dynamic ecological pattern. Plants in the reservoir riparian zone play a function of corridor, filter and barrier to the material flow, energy flow, information flow and biological flow between the amphibious ecosystems (Millar et al., 2007; Seavy et al., 2009; Zhang & Peng, 2002). China has more than 90,000 reservoirs, which have become an important storage unit of inland hydrological system. Reservoir riparian zone plays an important role in national production and ecological benefits. However, it cannot be ignored that the construction of the reservoir also brings a series of ecological and environmental problems. E.g. the Three Gorges Reservoir (TGR) is the largest water conservancy project in human history. Since impounding in 2003, the fragility, marginality and transition of the ecosystem in the riparian zone easily lead to soil erosion, sediment deposition, land and water cross pollution, habitat degradation, and a sharp drop in biodiversity (Cheng et al., 2010; Sun et al., 2010). Therefore, this study summarized the importance of vegetation succession, arbor forest ecological function and geochemical process in reservoir riparian zone, the purpose of this study is to arouse people's full understanding of the necessity, urgency and complexity of the ecological environment problems in the riparian zone, which is of great practical significance to solve the ecological environment problems in the riparian zone of the reservoir.

The definition of riparian zone is still controversial. In the generalized, it is considered that the regions directly affected by water area are the scope of the riparian zone. While in the narrow sense, it is considered as the boundary range between water area and land area, mainly referring to the area affected by river water flow. As the cognition deepens, people gradually realize that the riparian zone, as a complete ecosystem, has unique community structure and energy flow characteristics. Therefore, the energy flow, material flow and water cycle of the riparian zone should be comprehensively considered as a whole ecosystem (Altier et al., 2000; Whigham, 1999; Minshall et al., 2007). The riparian zone as a small nature feature, and systematically elaborated on how to carry out conservation activities for the small ecological feature areas with important ecological benefits represented by the riparian zone (education, inventory, protect, sustainably manage, restore, and create) is vividly described (Hughe et al., 2003, 2005). Reservoir riparian zone as a special form of riparian zone is of great significance to soil and water conservation, water quality improvement, ecological benefits and social benefits (Liu et al., 2011; Zhang et al., 2019). Different from the riparian zone formed by floodplains and valleys in open areas, reservoir riparian zone is more stable, generally will not change with the occurrence of natural disasters such as deluge (Gregory et al., 1991). However, it is also subject to periodic fluctuation of precipitation, hydrology and human management frequently, which results in vegetation succession and lateral migration of nutrients, sedimentary materials and particulate matter in the reservoir riparian zone habitat. The hydrologic factor is the key factor that restricts the material energy flow in the reservoir riparian zone. The full understanding of the hydrologic environment is the premise to comprehend

the process of biochemical, sediment deposition and pollutant migration in the riparian zone (Woolway et al., 2020). The habitat and plant succession regularity of the special riparian zone formed in the backwater area of the Missouri River reservoir into the estuary are studied (Volke et al., 2019). the temporal variation characteristic of two adjacent reservoir riparian zone which one is a drinking water reservoir (water level change is more than 6 m) and the other one is a natural lakes (water level change is less than 1 meter) are analyzed [23] (Furey et al., 2004). The results show that the two reservoir riparian zone with different hydrological characteristics have obvious differences in species abundance, photosynthetic active radiation (*PAR*), nutrients, sediment, organic matter. The study of riparian zone mainly depends on which scale to discuss. Due to the complex riverbank conditions, hydrological environment, tourism, agricultural production, animal husbandry, and alluvial water flow, the intricacy and fragmented environment of the riparian zone is formed (Pal et al., 2020), which result in the difficulty to summarize and expound the ecological law of this area. Therefore, according to the different geological characteristics, soil characteristics, hydrological environment and other characteristics, different classification methods have been applied to the riparian zone, but these methods are still not sufficient to fundamentally understand the riparian zone (Wang et al., 2005; Zhang et al., 2005; Su et al., 2005). Researchers (Cheng et al., 2010) proposed that the classification of the riparian zone should be combined with the research scale (regional scale, landscape scale), cause of formation (artificial or natural), time dynamics and the driving factors of the development of the riparian zone. Such as hydrological characteristics, climate, geomorphic conditions (geomorphic sites, geological basement conditions, geomorphic extrinsic dynamic conditions) and artificial activities influences make it possible to conduct dynamic, qualitative and quantitative studies on the evolution and functional changes of riparian zones. Hence, in the process of studying the riparian zone, we should pay more attention to investigate the formation of the riparian zone and geological environment and other factors, use dynamic research methods for reasonable monitoring.

The restoration and reconstruction of vegetation is the key to ecological restoration of the reservoir riparian zone. Reservoir riparian zone is one of the most important wetland system by artificial control, the biodiversity was mainly affected by reservoir discharge water rhythm, has obvious periodicity. Therefore, it is of positive significance to understand the regulation of retrograde succession of vegetation and to select suitable and stress-resistant species to improve the species coverage and abundance and biodiversity in the reservoir riparian zone. The riparian zone was divided into five sections according to the relationship between vegetation and moisture, Toe Zone, Bank Zone, Overbank Zone, Transitional Zone and Upland Zone (Hoag et al., 2001). In a riparian zone, not all of these 5 sections will occur, but several will. Correspondingly, the vegetation distributed on different sections also showed different characteristics, and the gradient distribution trend of trees, shrubs, amphibians and emergent plants was also shown from land to water (Li et al., 2019). Hydrological

condition is the core factor for the formation, change and succession of the riparian zone. Lakes act on the riparian zone through water impingements and other physical effects, creating different habitats of riparian zone. The propagules of different plants spread with the movement of hydrology. The fragmented riparian zone habitats formed different plant community structures and pioneer species. Similarly, the distribution of plant community after formation will act on the physical and chemical processes of hydrology in turn (Kardol et al., 2006; Gurnell et al., 2012; Nilsson et al., 2012). The relationship between plant community and hydrology and geomorphology is still the focus of many scholars. Researchers (Merritt et al., 2010) achieved good results in predicting the occurrence and development of riparian zones by establishing the response relationship between river flow and plant communities in different riparian zones. However, this method has limitations and its scope of application is very limited. The characteristics of plant communities in the natural flooded area and the non-natural flooded area in the Three Gorges Reservoir, and found that the plants in the non-natural flooded area showed strong ecological resilience are compared (Su et al., 2020). The variation trend of plant species in the Three Gorges Reservoir ravines riparian zone were systematically observed from 2008 to 2015 (Jian et al., 2018), and the results showed that the composition of plant species in the reservoir riparian zone was affected by the new hydrological environment, and determined that *Bermudagrass* or its community combination were the most suitable species for survival. The vegetation in riparian zone plays an important buffer role in the whole ecosystem, and is a crucial link in the ecosystem cycle. Many scholars believe that as long as the vegetation coverage and biomass of the riparian zone are improved, better ecological benefits can be achieved, and this is the most effective way to repair the riparian zone [98] (Zhang, 2007). Scholars have done a lot of research on the selection of suitable plants in the riparian zone in order to screen out the excellent plants with strong resistance to stress. Due to the distinct water environment in the riparian zone, adaptable plants in different gradient locations have different requirements. When the water level rises, plants are required to have good waterlogging resistance, while the water level drops, and then suitable plants are required to show good drought resistance (Guo et al., 2010). The elongation induction strategy of leaf blade of *Chloris gayana* Kunth. under different water flooding time and mode, and found that long-term water flooding is more beneficial to plant growth than repeated water flooding was studied in detail Striker et al., 2017). The changes of biomass, photosynthesis and other physiological and biochemical characteristics of *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb. were studied (Luo et al., 2018) under different water flooding frequencies, and found that the photosynthesis, light protection mechanism and adaptation measures of *A. philoxeroides* showed positive responses under high and low frequency water flooding events. Researchers (Albano et al., 2020) used remote sensing data to establish the response relationship between the trend of drought stress and the change of vegetation activity in Nevada state, providing a new research method for the large-scale monitoring study of the riparian zone.

Through a large number of experiments and studies in China, some waterlogged trees and herbs have been identified. It mainly composed of woody plants such as *Taxodium distichum* var. *Imbricatum* (Nuttall) Croom, *Taxodium distichum* (L.) Rich., *Glyptostrobus pensilis* (Staunt.) Koch, *Sapium sebiferum* (L.) Roxb., *Pterocarya stenoptera* C. DC., *Quercus variabilis* Bl., *Salix variegata* Franch, *Salix rosthornii* Seemen and *Ficus tikoua* Bur., *Pinus Elliottii*, *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Nyssa aquatica* L., *Morus alba* L., *Myricaria laxiflora* (Franch.) P. Y. Zhang et Y. J. Zhang, *Distylium chinense* (Fr.) Diels and *Lycium* L. As well as herbaceous plants such as *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Hemarthria altissima* (Poir.) Stapf et C. E. Hubb., *A. philoxeroides*, *Cyperus rotundus* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud., *Phalaris arundinacea* L., *Paspalum paspaloides* (Michx.) Scribn., *Festuca ovina* L., *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash, *Holosteum umbellatum* Linn., *Acorus calamus* L., and *Polygonum hydropiper* L. (Lu et al., 2016). At present, many studies have been carried out on the ecological restoration strategies and methods of the riparian zone, but no consensus has been reached. It is clear that the understanding of plant community should be based on the restoration and maintenance of the riparian zone, so that the ecological environment of the riparian zone is in a healthy dynamic cycle, ensuring the sustainable operation of material flow, plant and animal habitat, and ecological and hydrological characteristics (Gornish et al., 2017).

The management of arboreal forest land in the reservoir riparian zone is conducive to the full play of ecological benefits. Arboreal land is an important ecological niche and link in the ecosystem of the riparian zone. Forestlands adjacent to the riparian zone have stronger and faster carbon fixation capacity than mountain forests, and are the most important biomes and ecological hotspots that are most directly close to the buffer zone (Junk et al., 2000; Dybala et al., 2012; Matzek et al., 2018). Many studies have focused on the ecological restoration function and waterlogging resistance of tree species in landward areas (Mao et al., 2016; Zhong et al., 2016), in order to screen out the tree species that can withstand water flooding and have stable root system, so as to improve the forest land area and enhance the ecological function of soil and water conservation and water purification in the riparian zone by planting suitable tree species in a large area (Carrick et al., 2018; Martínez-Arias et al., 2020). This concept is very popular in China and has achieved certain results. Many researchers believe that the core of ecological restoration in the riparian zone is to increase the proportion of tree species and give full play to the ecological benefits (Wright et al., 2017), especially the typical representative of mangrove construction, which is very common in the south of China. The relationship between canopy structure and basal area of forest land with different degradation types and soil physical and chemical properties, and found that tree canopy openness and basal area under different site conditions of the riparian zone could be used as important markers to evaluate soil quality was studied (Celentano et al., 2017). There is also a view that the ecological restoration of riparian zone should be mainly used to maintain its healthy and stable community structure (Greet et al.,

2020). These two views represent active and deliberate repair strategies, respectively. The jury is still out on which approach is more effective. No matter which strategy is adopted, the ecosystem environment of the riparian zone is a complex organic integrity, and long-term hydrological environment changes have a profound impact on the plant community structure and suitable species. There is a close energy exchange between the riparian zone and adjacent waters and woodlands, the composition and root distribution of tree species in the forestland play a pioneering role in the stabilization of the riparian zone and the fixation of nutrient elements. Pollutants, nutrient elements and particulate matter from the land are firstly fixed by the forestland, acting as a barrier for the riparian zone (Newbold et al., 2010; Rieger et al., 2014). When plant nutrients are scarce, forestland can provide continuous nutrients for vegetation in the riparian zone through the release of nutrient elements such as root circulation (Bruce & Rutherford, 2001). This ecological balance is within a certain range. Once the ecological environment is destroyed, the forestland will lose its barrier function, and the riparian zone will bear the brunt, the environment will be in danger. The arbor woodlands have an important "marginal effect" on the ecological benefit play and material energy interception of the riparian zone (Oldén et al., 2019). At present, there are few researches on forest land evaluation, forest management status and measures of forestland adjacent to the riparian zone. Forest structure variables could explain the concentration of phosphorus in rivers, thus affecting water quality and river habitat was found (Souza et al., 2013). These authors also found higher ammonia levels in rivers where with less forest covered. Therefore, the study of the species structure of forest communities and the evaluation of forest management benefits can directly promote the ecological restoration and the play of benefits in the riparian zone, and further understand the relationship between forestland and the riparian zone (Coll et al., 2018).

The understanding of geochemical process of reservoir riparian zone is helpful to purify water quality. Due to the influence of tourism, artificial activities and agricultural production, various non-point source pollutants enter the riparian zone along with surface runoff, as an important ecological buffer zone and the last barrier, the fixation, migration and feedback effects of plants, soil and microbial communities in the ecosystem on all kinds of non-point source pollution will directly affect the water quality of the reservoir (Vidon et al., 2010). As a crucial part of the riparian zone, soil is the central medium of biological activities, providing material support for plants and regulates the availability of nutrients and water. In turn, vegetation cover, roots, litters, organics and the associated biotic community affect soil porosity and other properties that affect soil moisture, infiltration, groundwater storage and flow rate (Hudson, 1994; Lavelle et al., 2006; Brevik et al., 2015). Soil physical structure such as soil moisture content, density and porosity directly affect soil particle viscosity, capillary adsorption capacity and bulk density, etc., which are considered as important indexes to measure soil quality and soil productivity. Its chemical properties, such as soil pH value, organic matter, total nitrogen, available nitrogen, total phosphorus,

available phosphorus, total potassium, available potassium, etc., directly affect soil fertility, and then, through affecting the growth of surface vegetation, ultimately affect the play of the ecosystem function of the riparian zone. For example, degraded riparian areas tend to have higher soil volume density (NRCS, 2010), which may decrease shortly after recovery as the effects of livestock trampling and heavy vehicles are eliminated. After the exclusion of livestock and replanting, increased vegetation coverage, accumulation of organic matter (such as leaves and twigs), and reduced bare land (Robertson & Rowling, 2000) lead to increased soil carbon content and improved soil structural stability (Bronick & Lal, 2005). Therefore, studying on the physical and chemical properties of soil in the riparian zone can better understand the process, structure and function of soil formation, and providing reference for the research on the relationship between soil and plants, the spatial pattern of vegetation, soil erosion, land use change and ecological process (Guo et al., 2007; Li et al., 2014; Yang et al., 2015). Due to the hydrologic rhythm of the riparian zone, the soil is in the repeated cycle of submergence and exposure the aerobic and anaerobic bacteria community will also change with the soil exposure, and the change of bacteria community will also react on the change of soil nutrient content. The influence of environmental factors at different spatial locations in the watershed on soil microbial processes is an important topic to study the cushioning effect of riparian zone. In addition, soil physical and chemical conditions and deposition processes regulate soil nutrient dynamics by affecting adsorption, desorption and nutrient transport processes (Bing et al., 2016; Fierer et al., 2015; Woodward et al., 2015). Changes in soil nutrient levels are driven by soil physical and chemical properties, which are themselves influenced by hydrology and human activities, including sediment size, pH, soil moisture, air temperature and vegetation. With the water level fluctuation, organic matter content in the riparian zone shows extremely strong spatial heterogeneity. On the one hand, organic matter in rivers accumulates in the riparian zone with water flow, and on the other hand, organic matter will be taken away with the decline of water level, which is mainly closely related to the soil properties of the riparian zone (Ye et al., 2019). The function of the soil ecosystem is closely related to the turnover of soil organic matter (SOM), a complex and interwoven series of biological processes that recycle biological residues (e.g. plant litter, dead organisms, etc.) into inorganic molecules. Environmental and climatic factors influence decomposition rates, soil biological activity, and ultimately soil circulation (Rodriguez-Iturbe et al., 2001; Parton et al., 1987). Soil water directly affects processes mediated by soil biotas (soil animals, bacteria, fungi, etc.) because the optimal decomposition rate can only be achieved within a narrow saturation range (Bell et al., 2008; Ju et al., 2006; Porporato et al., 2003). Due to the strong dependence of ecological processes on soil moisture, there is a linear and nonlinear interaction and feedback between hydrological processes and soil ecosystem functions (Curiel et al., 2007; Misson et al., 2005), rainfall and temperature fluctuations are the main external forcing

factors of the climate-soil-vegetation system (Davidson et al., 2006; Gu et al., 2004). A second important external forcing factor on SOM and soil productivity is related to the quantity and quality of vegetation litter inputs (Dent et al., 2006; Manzoni et al., 2008). In particular, the C/N ratio (C/N) of added litters is a very sensitive parameter. The importance of newly deposited litters to soil activity has been demonstrated in a number of recent studies measuring carbon dioxide generation (Rasmussen et al., 2007; 2010). Doubling litter input could accelerate soil respiration in an unpredictable way was found (Crow et al., 2009). This unexpected increase is associated with an increase in nutrient availability in pore solutions, this finding that has implications for long-term soil nutrient balance because it suggests that increased plant productivity may deplete soil C reserves rather than promote carbon dioxide absorption. Litter input rates and their temporal patterns vary with changes in soil utilization. Therefore, C and N stocks, soil fertility, and DOM dynamics change in unpredictable ways (Batlle-Aguilar et al., 2011; Chantigny et al., 2003).

Nitrogen and phosphorus are the main chemicals that cause eutrophication in water bodies, which has been a hot research topic. N in soil pollutants can not only be absorbed and retained by plants in the habitat of the riparian zone, but also generate  $N_2$  to be discharged into the atmosphere through denitrification, which is an important way to eliminate N pollution (Wang et al., 2013). Phosphorus is mainly combined with solid phase such as large particles of soil in the form of adsorption (Daly et al., 2015; Zhang et al., 2012). The movement and distribution of nitrogen and phosphorus in different site types in the riparian zone directly determine the operation of the ecosystem (Lowrance et al., 2000; Groffman & Crawford, 2003). The proportional relationship between the organic contents, nitrogen and phosphorus in soil will also affect the accumulation and release of nutrient elements. Studies have shown that the phosphorus content

in the riparian soil is closely related to the phosphorus content in the adjacent farmland soil. The nitrogen content of the soil, however, does not. This may be due to the rapid cycle of nitrogen in riparian soils and agricultural soils (Cavagnaro et al., 2006; Smith et al., 2012). Mineralization of organic matter releases ammonium, if it is not fixed by plants or microbes can be quickly converted to liquid nitrogen nitrate (Tinkler & Nye, 2000). The leaching and adsorption of phosphorus by plants is often mobilized by the nitrogen content in the soil, Nitrogen-based compounds released by plants promote phosphorus absorption (Walker et al., 2003; Roberts et al., 2019). Phosphate adsorption rate is closely related to soil particle content (Zhang et al., 2012). The soil property in the Chinese fir riparian zone of the Three Gorges Reservoir area and found that the soil nutrients showed significant spatial changes with the elevation gradient, and the organic contents, total nitrogen and total potassium were the highest in the middle area were studied (Wang et al., 2016). Landscape scale factors such as topographic index, slope, elevation, and land use type indirectly regulate the spatial variability of riparian soil denitrification by influencing the spatial distribution of soil texture, soil moisture content, and  $NO_3-N$  content (Wei et al., 2017). Researchers studied the physical and chemical properties of soil in the flooded and unflooded areas of the three Gorges Reservoir riparian zone, and found that water level rising can lead to a large loss of the content of available phosphorus, available nitrogen, available potassium, total nitrogen, total phosphorus and organic matter and a significant increase in pH of the soil (Shen et al., 2016).

Reservoir riparian zone is a special type of land use and a typical area of ecological vulnerability, which plays a pivotal role in ecological benefits, material energy transport and transport, community structure construction and so on. Previous studies have focused more on the process of nitrogen and phosphorus adsorption

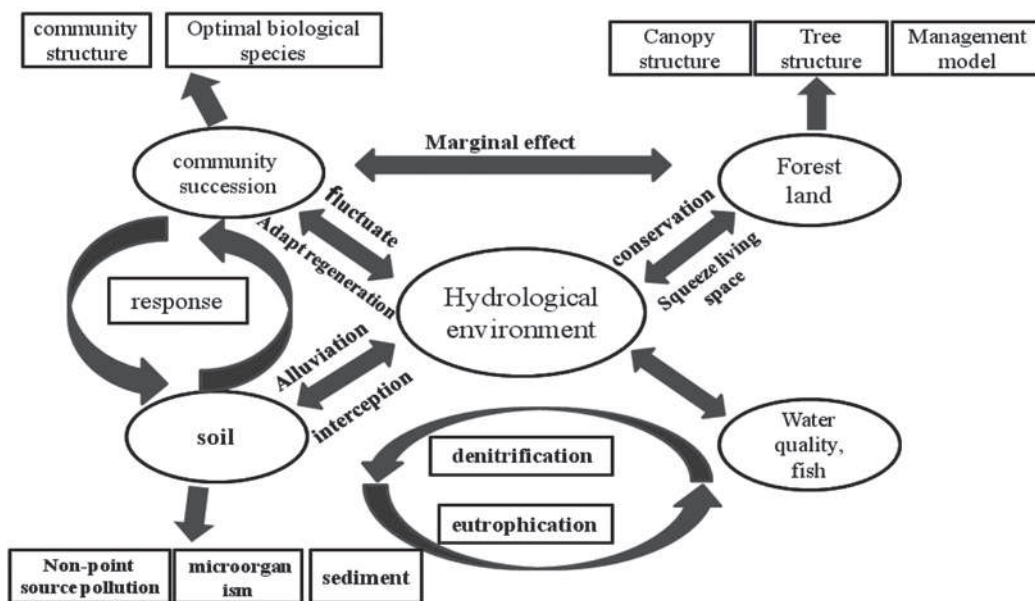


Fig. 1. The riparian zone ecosystem

and release, material deposition and riverbank erosion in the reservoir riparian zone as an important buffer area for water quality management (Mayer et al., 2007; Sabater et al., 2003; Vidon et al., 2019). At present, the research scale is mostly focused on the macroscopic or mesoscale, while the research on the microscopic process still needs to be deepened. Many researchers have realized that the riparian zone is an organic whole composed of multiple elements, and it is the key direction of the next research to understand and explore the comprehensive process of riparian zone with multi-scale and all-round research methods. It mainly includes the formation and evolution of reservoir riparian zone, the response regularity of the geochemical process and vegetation; To establish the interaction process and feedback relationship between plant - soil - microorganism as the main process of multidisciplinary fusion;

Understanding the impact of greenhouse gas emissions from reservoir riparian zones on climate change;

A unified material energy cycle that takes the land-water area of the whole field as a whole; The implementation and application of new and high technology monitoring means represented by 3S technology and the establishment of continuous and stable monitoring platform.

**Conclusions.** This article combines many research results of riparian zones, describes the concept, classification and function of reservoir riparian zone respectively, and discusses the regulation of vegetation succession, the function and benefit of arbor forest, the process of earth geochemistry and migration and absorption of soil nutrients. On this basis, we look into the distance of the research prospect and point out the methods and emphases that should be paid attention to, which is of great theoretical value for understanding and evaluating the ecological value of reservoir riparian zone, and also provides reference for the regional ecological environment control of reservoir riparian zone.

### References:

1. Altier, L. S., Lowrance, R. R., Williams, R. G., Inamdar, S. P., Bosch, D. D., Sheridan, J. M., Hubbard, R. K. & Thomas, D. L. (2000). Riparian ecosystem management model: simulator for ecological processes in riparian zones. *Journal of Soil and Water Conservation*, 55(1), 27–34.
2. Oldén, A., Peura, M., Saine, S., Kotiaho, J. S. & Halme, P. (2019). The effect of buffer strip width and selective logging on riparian forest microclimate. *Forest Ecology and Management*, 453, 117623. doi: 10.1016/j.foreco.2019.117623
3. Battle-Aguilar, J., Brovelli, A., Porporato, A. & Barry, D. A. (2011). Modelling soil carbon and nitrogen cycles during land use change: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 31(2), 251–274. doi:10.1051/agro/2010007
4. Bell, C., McIntyre, N., Cox, S., Tissue, D. & Zak, J. (2008). Soil microbial responses to temporal variations of moisture and temperature in a Chihuahuan desert grassland. *Microbial Ecology*, 56, 153–167. doi: 10.1007/s00248-007-9333-z
5. Brevik, E. C., Cerdà, A., Mataix-Solera, J., Pereg, L., Quinton, J. N., Six, J. & Van Oost, K. (2015). The interdisciplinary nature of soil. *Soil*, 1, 117–129. doi: 10.5194/soild-1-429-2014
6. Bing, H. J., Zhou, J., Wu, Y. H., Wang, X. X., Sun, H. Y. & Li, R. (2016). Current state, sources, and potential risk of heavy metals in sediments of the Three Gorges Reservoir, China. *Environment Pollution*, 214, 485–496. doi: 10.1016/j.envpol.2016.04.062
7. Bronick, C. J. & Lal, R. (2005). Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124(1-2), 3–22. doi: 10.1016/j.geoderma.2004.03.005
8. Bruce, A. & Rutherford, I. D. (2001). The distribution and strength of riparian tree roots in relation to riverbank reinforcement. *Hydrological Processes*, 15(1), 63–79. doi: 10.1002/hyp.152
9. Cavagnaro, T. R., Jackson, L. E., Six, J., Ferris, H., Goyal, S., Asami, D. & Scow, K. M. (2006). Arbuscular mycorrhizas, microbial communities, nutrient availability, and soil aggregates in organic tomato production. *Plant Soil*, 282(1-2), 209–225. doi:10.1007/s11104-005-5847-7
10. Celentano, D., Rousseau, G. X., Engel, V. L., Zelarayán, M., Oliveira, E. C., Araujo, A. C. M. & de Moura, E. G. (2017). Degradation of Riparian Forest Affects Soil Properties and Ecosystem Services Provision in Eastern Amazon of Brazil. *Land Degradation & Development*, 28(2), 482–493. doi: 10.1002/ldr.2547
11. Chantigny, M. H. (2003). Dissolved and water-extractable organic matter in soils: a review on the influence of land use and management practices. *Geoderma*, 113(3-4), 357-380. doi:10.1016/S0016-7061(02)00370-1
12. Cheng, R. M., Wang, X. R., Xiao, W. F. & Guo, Q. S. (2010). Advances in studies on water-level-fluctuation zone. *forest Science*, 46(4), 111–119 (in Chinese)
13. Albano, C. M., Mcgwire, K. C., Hausner, M. B., Mcevoy, D. J. & Huntington, J. L. (2020). Drought Sensitivity and Trends of Riparian Vegetation Vigor in Nevada, USA (1985–2018). *Remote Sensing*, 12(9), 1362. doi: 10.3390/rs12091362
14. Coll, L., Ameztegui, A., Collet, C., Löf, M., Mason, B., Pach, M. & Ponette, Q. (2018). Knowledge gaps about mixed forests: what do european forest managers want to know and what answers can science provide?. *Forest Ecology and Management*, 407, 106–115. doi: 10.1016/j.foreco.2017.10.055
15. Crow, S. E., Lajtha, K., Bowden, R. D., Yano, Y., Brant, J. B., Caldwell, B. A. & Sulzman, E. W. (2009). Increased coniferous needle inputs accelerate decomposition of soil carbon in an old-growth forest. *Forest Ecology and Management*, 258(10), 2224–2232. doi:10.1016/j.foreco.2009.01.014
16. Curiel, Y. J., Baldocchi, D. D., Gershenson, A., Goldstein, A., Misson, L. & Wong, S. (2007). Microbial soil respiration and its dependency on carbon inputs, soil temperature and moisture. *Globe Chang Biology*, 13, 2018–2035. doi: 10.1111/j.1365-2486.2007.01415.x
17. Daly, K., Styles, D., Lator, S. & Wall, D. P. (2015). Phosphorus sorption, supply potential and availability in soils with contrasting parent material and soil chemical properties. *European journal of soil science*, 66(4), 792–801. doi: 10.1111/ejss.12260
18. Davidson, E. A. & Janssens, I. A. (2006). Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change. *Nature*, 440, 165–173. doi: 10.1038/nature04514

19. Dent, D., Bagchi, R., Robinson, D., Majalap-Lee, N. & Burslem, D. (2006). Nutrient fluxes via litterfall and leaf litter decomposition vary across a gradient of soil nutrient supply in a lowland tropical rain forest. *Plant&Soil*, 288(1), 197-215. doi: 10.1007/s11104-006-9108-1
20. Dybala, K. E., Matzek, V., Gardali, T. & Seavy, N. E. (2019). Carbon sequestration in riparian forests: A global synthesis and meta-analysis. *Global Change Biology*, 25(1), 57–67. doi: 10.1111/gcb.14475
21. Woodward, K. B., Fellows, C. S., Mitrovic, S. M., & Sheldon, F. (2015). Patterns and bioavailability of soil nutrients and carbon across a gradient of inundation frequencies in a lowland river channel, murray-darling basin, Australia. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 205, 1–8. doi: 10.1016/j.agee.2015.02.019
22. Fierer, N. & Schimel, J. P. (2002). Effects of drying-rewetting frequency on soil carbon and nitrogen transformations. *Soil Biology&Biochemical*, 34, 777–787. doi: 10.1016/S0038-0717(02)00007-X
23. Furey, P. C., Nordin, R. N. & Mazumder, A. (2004). Water level drawdown affects physical and biogeochemical properties of littoral sediments of a reservoir and a natural lake. *Lake and Reservoir Management*, 20(4), 280–295. doi: 10.1080/07438140409354158
24. Gregory, S. V., Swanson, F. J., McKee, W. A. & Cummins, K. W. (1991). An Ecosystem Perspective of Riparian Zones. *Bioscience*, 41(8), 540–551. doi: 10.2307/1311607
25. Gornish, E. S., Lennox, M. S., David, L., Tate, K. W., Jackson, R.D. & Reinhart, K. O. (2017). Comparing herbaceous plant communities in active and passive riparian restoration. *Plos One*, 12(4), 58–64. doi: 10.1371/journal.pone.0176338
26. Greet, J., Ede, F., Robertson, D. & Mckendrick, S. (2020). Should I plant or should I sow? Restoration outcomes compared across seven riparian revegetation projects. *Ecological Management & Restoration*, 21(1), 58-65. doi:10.1111/emr.12396
27. Groffman, P. M. & Crawford, M. K. (2003). Denitrification potential in urban riparian zones. *Journal of Environmental Quality*, 32(3), 1144–1149. doi: 10.2134/jeq2003.1144
28. Guo, H. C., Huang, K., Liu, Y. & Yu, Y. J. (2007). Conceptual framework of riparian ecosystem management research and its key issues. *Geographic research*, 26(4), 789–798. (in Chinese).
29. Gu, L., Post, W. M. & King, A. W. (2004). Fast labile carbon turnover obscures sensitivity of heterotrophic respiration from soil to temperature: a model analysis. *Global Biogeochemical Cycles*, 18(1). doi:10.1029/2003gb002119
30. Guo, Q. S., Hong, M., Kang, Y., Pei, S. X. & Cheng, R. M. (2010). Research Development on Hydro-fluctuation Belt Plants. *World forestry research*, 23(4), 14–19. (in Chinese)
31. Gurnell, A.M., Bertoldi, W. & Corenblit, D. (2012). Changing River Channels: The Roles of Hydrological Processes, Plants and Pioneer Fluvial Landforms in Humid Temperate, Mixed Load, Gravel Bed Rivers. *Earth-Science Reviews*, 111(1), 129–141. doi: 10.1016/j.earscirev.2011.11.005
32. Hoag, J. C., Forrest, E. B., Sandra, K. W. & Robert W. S. (2001). Riparian/Wetland Project Information Series, 16 March. (Revised).
33. Hudson B. (1994). Soil organic matter and available water capacity. *Journal of Soil and Water Conservation*, 49, 189–193. doi: 10.2307/4002827
34. Hughes, F. M. R., Colston, A. & Mountford, J. O. (2005). Restoring Riparian Ecosystems: The Challenge of Accommodating Variability and Designing Restoration Trajectories. *Ecology & Society*, 10(1). doi:10.1016/j.ecolecon.2004.10.014
35. Hughes, F. M. R. & Rood, S. B. (2003). Allocation of river flows for restoration of floodplain forest ecosystems: a review of approaches and their applicability in Europe. *Environ Manage*, 32, 12–33. doi:10.1007/s00267-003-2834-8
36. Jackson, L. E., Burger, M. & Cavagnaro, T. R. (2008). Roots nitrogen transformations, and ecosystem services. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 341–363. doi:10.1146/annurev.arplant.59.032607.092932
37. Carrick, J., Abdul Rahim, M. S. A. B., Adjei, C., Ashraa Kalee, H. H. H., Banks, S. J., Bolam, F. C. & Stewart, G. (2018). Is Planting Trees the Solution to Reducing Flood Risks?. *Journal of Flood Risk Management*, 12(S2), e12484. doi: 10.1111/jfr3.12484
38. Jian, Z., Ma, F., Guo, Q., Qin, A., Xiao, W. & Liu, J. (2018). Long-term responses of riparian plants' composition to water level fluctuation in China's Three Gorges Reservoir. *Plos One*, 13(11), e0207689. doi: 10.1371/journal.pone.0207689
39. Junk, W. J., Ohly, J. J., Piedade, M. T. F. & Soares, M. G. M. (2000). The Central Amazon floodplain: actual use and options for a sustainable management. Backhuys Publishers, Netherlands.
40. Ju, W., Jing, M. C., Black, T. A., Barr, A.G., McCaughey, H., Rouleet & N. T. (2006). Hydrological effects on carbon cycles of Canada's forests and wetlands. *Tellus B*, 58, 16–30. doi:10.3402/tellusb.v58i1.16795
41. Kardol, P., Bezemer, T. M. & Putten W. H. V. A. (2006). Temporal variation in plant-soil feedback controls succession. *Ecology Letters*, 9, 1080–1088. doi: 10.1111/j.1461-0248.2006.00953.x
42. Lavelle, P., Decaëns, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F. & Rossi, J. P. (2006). Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, 42, 3-15. doi:10.1016/j.ejsobi.2006.10.002
43. Liu, W., Liu, G. & Zhang, Q. (2011). Influence of vegetation characteristics on soil denitrification in shoreline wetlands of the Danjiangkou Reservoir in China. *Clean–Soil, Air, Water*, 39, 109–115. doi: 10.1002/clen.200900212
44. Luo, F. L., Matsubara, S., Chen, Y., Wei, G. W., Dong, B. C., Zhang, M. X. & Yu, F. H. (2018). Consecutive submergence and de-submergence both impede growth of riparian plant during water level fluctuations with different frequencies. *Environmental and Experimental Botany*, 155, 641–649. doi:10.1016/j.envexpbot.2018.08.015
45. Lu, G., Xu, G. F., Liu, L. Q., Zhang, J. H., Li, H. P., Bai, M. E. & Hong, L. X. (2016). Achievement on Vegetation Restoration and Reconstruction on Water-level-fluctuating Zone in China. *Zhejiang forestry science and technology*, 36(1), 72–80 (in Chinese).
46. Lowrance, R., Hubbard, R. K. & Williams, R. G. (2000). Effects of a managed three zone riparian buffer system on shallow groundwater quality in the southeastern coastal plain. *Journal of Soil and Water Conservation*, 55(2), 212–220. doi: 10.1016/S0016-7061(99)00084-1

47. Li, Q. S., Wang, D. M., Xin, Z. B., Li, Y. & Ren, Y. (2014). Relationship between soil properties and root distribution of typical sites in the Land-water ecotone of Lijiang River. *Journal of ecology*, 34(8), 2003–2011. (in Chinese).
48. Li, S. Z., Deng, Y., Shi, F. N., Hu, M. M., Pang, B. H., Wang, Y. C., Li, K., Chen, M., Peng, W. Q., Qu, X. D., Bao, Y. F. & Meng, J. J. (2019). Research progress on water-level-fluctuation zones of reservoirs: A Review. *Wetland science*, 17(6), 689–696. (in Chinese).
49. Martínez-Arias, C., Sobrino-Plata, J., Macaya-Sanz, D., Aguirre, N. M., Collada, C., Gil, L. & Rodríguez-Calcerrada, J. (2020). Changes in plant function and root mycobiome caused by flood and drought in a riparian tree. *Tree Physiology*, 40(7), 886–903. doi: 10.1093/treephys/tpaa031
50. Mao, W. T., Li, T. Z., Gu, X. R., Song, Y., Wu, X. L., Li, Y. & Zeng, Q. P. (2016). *Journal of southwest university (natural science edition)*, 38(3), 119–125. (in Chinese).
51. Manzoni, S., Jackson, R. B., Trofymow, J. A. & Porporato, A. (2008). The global stoichiometry of litter nitrogen mineralization. *Science*, 321, 684–686. doi:10.1126/science.1159792
52. Mayer, P. M., Reynolds, S. K., McCutchen, M. D. & Canfield, T. J. (2007). Meta-analysis of nitrogen removal in riparian buffers. *J. Environ. Qual.*, 36, 1172–1180. doi:10.2134/jeq2006.0462
53. Merritt, D. M., Scott, M. L., Poff, N. L., Auble, G. T. & Lytle, D. A. (2010). Theory, methods and tools for determining environmental flows for riparian vegetation: riparian vegetation-flow response guilds. *Freshwater Biology*, 55(1), 206–225. doi:10.1111/j.1365-2427.2009.02206.x
54. Millar, C. I., Stephenson, N. L. & Stephens, S. L. (2007). Climate change and forest of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecol Appl*, 17, 2145–2151. doi: 10.1890/06-1715.1
55. Minshall, G. W. & Rugenski, A. (2007). Riparian processes and interactions. *Methods in Stream Ecology*, 2, 721–742. doi: 10.1016/B978-0-12-813047-6.00006-1
56. Misson, L., Tang, J., Xu, M., McKay, M. & Goldstein, A. (2005). Influences of recovery from clear-cut, climate variability, and thinning on the carbon balance of a young ponderosa pine plantation. *Agriculture & Forest Meteorology*, 130(3-4), 207–222. doi: 10.1016/j.agrformet.2005.04.001
57. Smith, M., Conte, P., Berns, A. E., Thomson, J. R. & Cavagnaro, T. R. (2012). Spatial patterns of, and environmental controls on, soil properties at a riparian-paddock interface. *Soil Biology & Biochemistry*, 49, 38–45. doi: 10.1016/j.soilbio.2012.02.007
58. Newbold, D., Herbert, S., Sweeney, B. W., Kiry, P. & Alberts, S. J. (2010). Water quality functions of a 15-year-old riparian forest buffer system. *Jawra journal of the American water resources association*, 46(2), 299–310. doi: 10.1111/j.1752-1688.2010.00421.x
59. Nilsson, C., Brown, R., Jansson, R. & Merritt, D. M. (2010). The role of hydrochory in structuring riparian and wetland vegetation. *Biological Reviews*, 85(4), 837–858. doi: 10.1111/j.1469-185X.2010.00129.x
60. NRCS. (2010). *Soil Quality for Environmental Health*. United States Department of Agriculture.
61. Pal, S., Talukdar, S. & Ghosh, R. (2020). Damming effect on habitat quality of riparian corridor. *Ecological Indicators*, 114, 106300. doi: 10.1016/j.ecolind.2020.106300
62. Parton, W. J., Schimмель, D. S., Cole, C. V. & Ojima, D. S. (1987). Analysis of factors controlling soil organic matter levels in great plains grasslands. *Soil Science Society of American Journal*, 51(5), 1173–1179. doi: 10.2136/sssaj1987.03615995005100050015x
63. Porporato, A., D'Odorico, P., Laio, F. & Rodriguez-Iturbe, I. (2003). Hydrologic controls on soil carbon and nitrogen cycles. I. modeling scheme. *Advances in Water Resources*, 26(1), 45–58. doi: 10.1016/S0309-1708(02)00094-5
64. Rasmussen, C., Southard, R. J. & Horwath, W. R. (2007). Soil mineralogy affects conifer forest soil carbon source utilization and microbial priming. *Soil science society of America Journal*, 71, 1141–1150. doi:10.2136/sssaj2006.0375
65. Rasmussen, C., Southard, R. J. & Horwath, W. R. (2010). Litter type and soil minerals control temperate forest soil carbon response to climate change. *Global Change Biology*, 14(9), 2064–2080. doi:10.1111/j.1365-2486.2008.01639.x
66. Rieger, I. L., Friederike, K. I. & Cierjacks, A. (2014). The interplay of sedimentation and carbon accretion in riparian forests. *Geomorphology*, 214, 157–167. doi: 10.1016/j.geomorph.2014.01.023
67. Robertson, A. I. & Rowling, R. W. (2015). Effects of livestock on riparian zone vegetation in an Australian dryland river. *River Research & Applications*, 16(5), 527–541. doi:10.1002/1099-1646(200009/10)16:5<527::AID-RRR602>3.0.CO;2-W
68. Rodriguez-Iturbe, I., Porporato, A., Laio, F. & Ridolfi, L. (2001). Plants in water-controlled ecosystems: active role in hydrologic processes and response to water stress. *Advances in Water Resources*, 24(7), 707–723. doi:10.1016/S0309-1708(01)00005-7
69. Roberts, W. M., George, T. S., Stutter, M. I., Louro, A., Ali, M. & Haygarth, P. M. (2019). Phosphorus leaching from riparian soils with differing management histories under three grass species. *Journal of Environmental Quality*, 49(2). doi: 10.1002/jeq2.20037
70. Sabater, S., Butturini, A., Clement, J. C., Burt, T., Dowrick, D., Hefting, M. & Sabater, F. (2003). Nitrogen removal by riparian buffers along a European climatic gradient: Patterns and factors of variation. *Ecosystems*, 6, 20–30. doi: 10.1007/s10021-002-0183-8
71. Seavy, N. E., Gardali, T., Golet, G. H., Griggs, F. T., Howell, C. A., Kelsey, R. & Weigand, J. F. (2009). Why climate change makes riparian restoration more important than ever: recommendations for practice and research. *Ecol Restor*, 27, 330–338. doi: 10.3368/er.27.3.330
72. Shen, Y. F., Wang, N., Liu, Z. B., Wang, X. R., Xiao, W. F. & Cheng, R. M. (2016). Changes of the Soil Chemical Properties in Hydro-fluctuation Belt of Three Gorges Reservoir, 30(3), 190–195. (in Chinese).
73. Souza, A. L. T., Fonseca, D. G., Libório, R. A. & Tanaka, M. O. (2013). Influence of riparian vegetation and forest structure on the water quality of rural low order streams in SE Brazil. *Forest Ecology and Management*, 298, 12–18. doi: 10.1016/j.foreco.2013.02.022



74. Striker, G. G., Casas, C., Kuang, X. & Grimoldi, A. A. (2017). No escape? Costs and benefits of leaf de-submergence in the pasture grass *Chloris gayana* under different flooding regimes. *Functional Plant Biol*, 44, 899-906. doi:10.1071/FP17128
75. Su, W. C., Yang, H., Zhao, C. Y. & Li, Q. (2005). A Preliminary Study on Land Exploitation and Utilization Models of Water-Level-Fluctuating Zone (WLFZ) in the Three Gorges Reservoir Area of Chongqing. *Journal of Natural Resources*, 20(3), 327-334 (in Chinese).
76. Su, X. L., Bejarano, M. D., Yi, X., Lin, F., Ayi, Q. & Zeng, B. (2020). Unnatural flooding alters the functional diversity of riparian vegetation of the Three Gorges Reservoir. *Freshwater Biology*, 65(9), 1585-1595. doi: 10.1111/fwb.13523
77. Sun, R., Yuan, X. Z. & Ding, J. J. (2010). Plant communities in water-level-fluctuating-zone of Baijia Stream in Three Gorges Reservoir after its initiate impounding to 156 m height. *Wetland Science*, 8(1), 1-7 (in Chinese).
78. Tinkler, P.B. & Nye, P.H. (2000). *Solute Movement in the Rhizosphere*. Oxford University Press, Oxford, UK.
79. Vidon, P., Allan, C., Burns, D., Duval, T. P., Gurwick, N., Inamdar, S. & Sebestyen, S. (2010). Hot spots and hot moments in riparian zone: potential for improve water quality management. *Journal of the American Water Resources Association*, 46(2), 278-298. doi:10.1111/j.1752-1688.2010.00420.x
80. Vidon, P. G., Welsh, M. K. & Hassanzadeh, Y. T. (2019). Twenty Years of Riparian Zone Research(1997-2017):Where to Next? *Journal of Environmental Quality*, 48(2), 248-260. doi:10.2134/jeq2018.01.0009
81. Matzek, V., John, S. & Pearce, R. (2018). Development of a carbon calculator tool for riparian forest restoration. *Applied Vegetation Science*, 21(4), 584-594. doi:10.1111/avsc.12400
82. Volke, M. A., Johnson, W. C., Dixon, M. D. & Scott, M. L. (2019). Emerging reservoir delta-backwaters: biophysical dynamics and riparian biodiversity. *Ecological Monographs*, 89(3), e01363. doi:10.1002/ecm.1363
83. Walker, T. S., Bais, H. P., Grotewold, E. & Vivanco, J. M. (2003). Root exudation and rhizosphere biology. *Plant Physiology*, 132, 44-51. doi:10.1104/pp.102.019661
84. Wang, S., Cao, Z., Li, X., Liao, Z., Hu, B., Ni, J. & Ruan, H. (2013). Spatial-seasonal variation of soil denitrification under three riparian vegetation types around the Dianchi Lake in Yunnan, China. *Environmental Science: Processes and Impacts*, 15(5), 963-971. doi:10.1039/c3em30808a
85. Wang, Y. Y., Chen, F. Q., Zhang, M. & Chen, S. H. (2016). Response of Soil Nutrient Levels and Spatial Distribution to Water-level Fluctuation on the Shanmu Riverbanks in the Three Gorges Reservoir Area. *Journal of water ecology*, 37(3), 56-61. (in Chinese).
86. Wang, Y., Liu, Y. F., Liu, S. B. & Huang, H. W. (2005). Vegetation reconstruction in the Water-level-fluctuation zone of the Three Gorges Reservoir. *Botany Bulletin*, 22(5), 513-522 (in Chinese).
87. Wei, J., Feng, H., Cheng, Q., Gao, S. & Liu, H. (2017). Denitrification potential of riparian soils in relation to multiscale spatial environmental factors: a case study of a typical watershed, China. *Environmental Monitoring & Assessment*, 189(2), 85. doi: 10.1007/s10661-017-5805-x
88. Whigham, D. F. (1999). Ecological issues related to wetland preservation-restoration-creation and assessment. *The Science of the Total Environment*, 240(1), 32-40. doi: 10.1016/S0048-9697(99)00321-6
89. Woolway, R. I., Kraemer, B. M., Lenters, J. D., Merchant, C. J., O'Reilly, C. M. & Sharma, S. (2020). Global lake responses to climate change. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(8), 388-403. doi:10.1038/s43017-020-0067-5
90. Wright, A. J., de Kroon, H., Visser, E. J., Buchmann, T., Ebeling, A., Eisenhauer, N. & Mommer, L. (2017). Plants are less negatively affected by flooding when growing in species-rich plant communities. *New Phytologist*, 213(2), 645-656. doi:10.1111/nph.14185
91. Yang, W. B., Geng, Y. Q. & Wang, D. M. (2015). The activities of soil enzyme under different vegetation types in Li River riparian ecotones. *Journal of ecology*, 35(14), 4604-4612 (in Chinese).
92. Ye, C., Chen, C., Butler, O. M., Rashti, M. R., Esfandbod, M., Du, M., & Zhang, Q. (2019). Spatial and temporal dynamics of nutrients in riparian soils after nine years of operation of the Three Gorges Reservoir, China. *The ence of the Total Environment*, 664, 841-850. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.036
93. Zhang, A., Cornwell, W., Li, Z., Xiong, G., Yang, D. & Xie, Z. (2019). Dam effect on soil nutrients and potentially toxic metals in a reservoir riparian zone. *CLEAN-Soil, Air, Water*, 47(1), 1700497. doi: 10.1002/clen.201700497
94. Zhang, B., Fang, F., Guo, J., Chen, Y., Li, Z. & Guo, S. (2012). Phosphorus fractions and phosphate sorption-release characteristics relevant to the soil composition of water-level-fluctuation zone of Three Gorges Reservoir. *Ecological Engineering*, 40, 153-159. doi:10.1016/j.ecoleng.2011.12.024
95. Zhang, H. & Zhu, P. (2005). Research on the Classification system of subsidence areas in Chongqing Reservoir Area of the Three Gorges based on RS and GIS - A case study of Kai County, Chongqing. *Remote Sensing of Land resources*, 16(3), 66-69 (in Chinese).
96. Zhang, J. C. & Peng, B. Z. (2002). Research on riparian zone and its ecological reconstruction, *geography research*, 21(3), 373-383 (in Chinese).
97. Zhong, X. Q., Xiong, G. P., Hu, W. L., Liu, W. B. & Wang, L. C. (2016). Preliminary report of mulberry planting experiment in the three gorges reservoir area. *Silkworm communication*, 36(4), 9-12 (in Chinese).
98. Zhang, Y. X. (2007). *Ecological Restoration and Reconstruction of reservoir riparian zone*. Guangxi University (in Chinese).

**Ян Тенфей**, аспірант, Хенанський інститут науки та техніки, м. Сінсян, Хенань, КНР; Сінсянський університет сільськогосподарства та лісу, м. Сінсян, Хенань, КНР; Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
**Кременецька Євгенія Олексіївна**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

**Ван Шибін**, заступник старшого інженера, Національна лісова ферма Наньван, м. Сінсян, Хенань, КНР

**Ху Цян**, асистент, Хенанський університет сільськогосподарства та лісу, м. Хенань, КНР

**Він Сонглін**, викладач докторантури, професор, Хенанський інститут науки та техніки, м. Сінсян, Хенань, КНР  
**Екологічні функції та переваги щодо середовища існування у прибережній зоні водосховища**

Прибережна зона водосховища є особливим типом землекористування і типовою зоною екологічної вразливості, яка відіграє ключову роль у створенні екологічних переваг, транспортуванні матеріальної енергії та у формуванні

структури угруповань тощо. Завдяки особливому гідрологічному ритму прибережної зони водосховища, оселищ існування видів постають перед подвійними викликами – екологічної деградації та якісного очищення води. Для того, щоб вирішити ці екологічні проблеми, ключем до впровадження та застосування заходів екологічного відновлення є розуміння закономірності сукцесії рослинності та заходів щодо управління прилеглим лісовим масивом. Прибережна зона є гарячою точкою різних процесів живлення та відіграє непропорційну роль у розвитку екологічних переваг. Гідрологія є ключовим фактором, що впливає на формування оселищ в прибережній зоні водосховища. Розуміння геохімічного процесу ґрунту у прибережній зоні водосховища, а саме механізму транспортування та перехоплення елементів живлення може ефективно зменшити пошкодження водного об'єкта, яке спричинене забрудненням із різних джерел. У цій роботі ми розглянули визначення, класифікацію та функції прибережної зони водосховища, обговорили ключову роль рослинності у сфері відновлення та реконструкції оселищ у прибережній зоні водосховища та роль деревних лісових рослин у продукуванні екологічних вигод. Це питання має особливу актуальність для Китаю – країни із значною кількістю водосховищ. Метою даного дослідження є надання вичерпної інформації щодо характеристик оселищ та надання теоретичних ідей щодо управління екологічною компонентою середовища. Наразі засобів моніторингу прибережної зони водосховища недостатньо, і ми все ще зосереджені у макро- та мезомасштабах, тоді як мікроскопічний масштаб потребує подальшого поглиблення. У процесі вивчення прибережної зони нам слід приділити достатню увагу дослідженню причини формування, геологічного середовища та інших факторів, повністю вивчити прибережну зону водойми з єдиної органічної та цілісної екологічної точки зору, звернути увагу на раціональне використання високотехнологічних засобів та проводити необхідний моніторинг за допомогою засобів динамічного дослідження.

**Ключові слова:** буферна зона, сукція рослинності, деревні лісові масиви, властивості ґрунту, геохімічний процес.