

Редакційна колегія серії

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

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

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

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

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

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

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

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

**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)

**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)

# ВІСНИК СУМСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ  
Виходить 4 рази на рік

Серія "Агрономія і біологія"  
Випуск 1-2 (35-36), 2019

**Деменко В. М., Голінач О. Л., Власенко В. А., Хілько Н. В., Жатов О. Г., Троценко В. І.** Фітосанітарний стан посівів ріпаку ярого в умовах північно-східного Лісостепу України..... 3

**Зубцова І. В., Скляр В. Г., Мельничук С. Д., Бондарєва Л. М.** Віталітетна структура ценопопуляції *Melilotus officinalis* (L.) Pall. в умовах заплавлених лук Крелевецько-Глухівського геоботанічного району..... 10

**Кременецька Є. О., Мельник А. В.** Фізико-хімічні властивості ґрунтів у лісопаркових насадженнях м. Києва..... 16

**Подгасцький А. А., Кравченко Н. В., Гордієнко В. В., Бондус Р. О., Мухойд Т. І.** Вплив зовнішніх умов на прояв багатобульбовості у міжвидових гібридів картоплі, їх беккросів..... 26

**Сахошко М. М., Кравченко М. Й., Яценко В. М., Колосок І. О.** Розвиток листової поверхні та структура продуктивності гібридів соняшнику в умовах північно-східного Лісостепу України..... 33

**Скляр В. Г., Мельничук С. Д., Скляр Ю. Л., Бондарєва Л. М., Баштовий М. Г., Зубцова І. В.** Біорізноманіття проектованого заказника «Говорунівський»..... 40

**Страхоліс І. М., Бердін С. І., Оничко В. І., Оничко Т. І.** Сортова реакція гречки на комплексне застосування препаратів та добрив..... 46

**Татарінова В. І., Жатов О. Г., Троценко В. І., Бурдуланюк А. О., Рожкова Т. О., Ємець О. М., Горбась С. М.** Іржа груші в умовах північно-східного Лісостепу України..... 53

**Ярошук Р. А., Жердецька С. В., Казанцев Ю. В.** Історичні аспекти інтродукції *Pinus rigida* Mill. та заходи щодо оптимізації структури генетико-селекційних об'єктів для подальшого використання виду у північно-східному Лісостепу України..... 59

**Li Fang, Dubovyk V., Liu Runqiang** Study of mathematical methods and models usage in the pesticide degradation and residue prediction..... 67

**Подгаєцький 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)

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

Згідно наказу МОН  
від 09.03.2016 р. № 241 серію «Агрономія і  
біологія» наукового журналу «Вісник Сумського  
національного аграрного університету»  
визнано фаховим виданням.

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

Матеріали журналу знаходяться у вільному  
доступі на сайті  
<https://snau.edu.ua>

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 №14 від 01.07.2019 р.)

Адреса видавця та виготовлювача:  
40021, м. Суми,  
вул. Г. Кондратьєва, 160  
Телефон: (0542)70-10-42  
E-mail: [visnyk.snau@gmail.com](mailto:visnyk.snau@gmail.com)  
<https://snau.edu.ua>

Тираж 300 пр.  
Зам. №4.

© Сумський національний  
аграрний університет, 2019

## ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН ПОСІВІВ РІПАКУ ЯРОГО В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Деменко Віктор Михайлович**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-8264-2802  
Vicmix64@ukr.net

**Голінач Оксана Леонідівна**

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

**Власенко Володимир Анатолійович**

доктор сільськогосподарських наук, професор  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-5535-6747  
vlasenkova@ukr.net

**Хілько Наталія Валеріївна**

начальник відділу прогнозування, фітосанітарної діагностики та аналізу ризиків  
Головне управління Держпродспоживслужби в Сумській області, м. Суми, Україна  
n.v.khilko@dpss-sumy.gov.ua

**Жатов Олексій Гнатович**

доктор сільськогосподарських наук, професор  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
O\_Zhatov@ukr.net

**Троценко Володимир Іванович**

доктор сільськогосподарських наук, професор  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0001-8101-084  
vtrosenko@ukr.net

Динаміку розповсюдженості шкідників ріпаку ярого вивчено в умовах північно-східного Лісостепу України у 2005–2018 рр. Методика досліджень була загальноприйнятою. У посівах ріпаку ярого найбільш розповсюдженими шкідниками були квіткоїд ріпаковий (*Meligethes aeneus* F.), блішки хрестоцвіті (*Phyllotreta* spp.) та пильщик ріпаковий (*Athalia rosae* L.).

Блішки заселяли 100 % площ хрестоцвітих у фазу сходів культури. На посівах ріпаку блішки пошкодили 12,0–35,0 % рослин. Найбільша пошкодженість шкідниками становила 67,0 % у 2006 р. і 66,0 % – у 2005 р. Чисельність блішок на хрестоцвітих складала 3,0–5,0 екз./м<sup>2</sup>. Найвищою (18,0 екз./м<sup>2</sup>) вона була у 2006 р.

Квіткоїд ріпаковий заселяв 100,0 % посівів, а у 2006 р. – 85,0 %, у 2010 р. – 91,0 % посівів у фазу бутонізації–цвітіння. У посівах ріпаку ярого квіткоїд пошкодив 17,0–37,0 % рослин. Найбільша пошкодженість шкідниками була у 2006 р. і складала 74,0 %, у 2005 р. – 69,0 %, у 2007 р. – 63,0 %. Чисельність квіткоїда ріпакового становила у середньому 2,0–6,0 екз./рослину. Найвищою вона була у 2006 р. (30,0 екз./рослину).

Розповсюдженість пильщика ріпакового була найменшою зі спеціалізованих шкідників ріпаку ярого. Він заселяв 100,0 % посівів лише у 2005 р., а у 2008 р. – тільки 64,0 % посівів. За роки досліджень пильщик ріпаковий заселяв, в основному, в межах 14,0–50,0 % посівів. Комахами було пошкоджено 3,0–8,0 % рослин. Чисельність пильщика ріпакового становила 0,9–2,0 екз./рослину. Найвища чисельність шкідників 7,0 екз./рослину була у 2006 р., дещо меншою – у 2007 р. (4,0 екз./рослину).

В Сумській області за період 2005–2018 рр. площі посівів ріпаку ярого змінювалися в межах 1,1–22,2 тис. га, валовий збір насіння – 1,9–22,3 тис. т.

Заходи захисту посівів ріпаку ярого від шкідників включають профілактичні і винищувальні методи. Для захисту посівів від блішок хрестоцвітих у фазу сходів використовують інсектицидні протруйники. У період вегетації проти блішок хрестоцвітих (3–5 жуків на м<sup>2</sup>), квіткоїда ріпакового (5–6 жуків на рослину), ріпакового пильщика посіви обприскують інсектицидами.

**Ключові слова:** ріпак ярий, квіткоїд ріпаковий, блішки хрестоцвіті, пильщик ріпаковий, чисельність шкідників,

**Вступ.** Найбільші посівні площі ріпаку в Китаї, Індії, Канаді, де вони становлять 5,4–6,4 млн. га. У Європейському Союзі ріпак вирощують на площі 2,6–3,5 млн. га, а його середня врожайність становить 2,4–2,8 т/га. Основні посіви ріпаку зосереджені у Франції (1,15 млн. га), Німеччині (1 млн. га), Великобританії (0,5 млн. га), Польщі (0,47 млн. га) [1]. В Україні площа сієби ріпаку складає в межах 556 тис. га (2012 р.) – 1060 тис. га (2009 р.). Але урожайність ріпаку в Україні нижча, ніж в Європейському Союзі, а виробництво зерна ріпаку коливається від 1204 тис. т у 2012 р. до 2352 тис. т у 2013 р. [2]. Проте у 2017–2018 рр. зросло валове виробництво насіння, з'явилися нові ринки збуту, підвищилися ціни на зерно та продукти його переробки. Площа посівів становила у 2017 р. 838 тис. га. Валовий збір ріпаку озимого склав 2,5 млн. т, а його врожайність – 2,63 т/га. Ріпаку ярого зібрали 82 тис. т, а його врожайність була 2,06 т/га. У 2018 році площа ріпаку зросла на 12 %. Суттєве зростання посівів ріпаку спостерігалося у 2019 році до 1,3 млн. га. В Україні найбільше збирають ріпаку в Одеській (11,9 % від валового виробництва), Вінницькій (8,5 %), Львівській (8,0 %), Хмельницькій (7,3 %), Тернопільській (7,1 %) областях [3]. В Сумській області вирощують переважно ріпак озимий. Площа його посівів становила у 2005 р. 0,97 тис. га, 2006 р. – 0,17 тис. га, 2007 р. – 10,88 тис. га, 2008 р. – 13,2 тис. га, 2009 р. – 14,8 тис. га, 2010 р. – 14,4 тис. га, 2011 р. – 9,3 тис. га, 2012 р. – 12,9 тис. га, 2013 р. – 25,8 тис. га, 2014 р. – 17,4 тис. га, 2015 р. – 9,1 тис. га [4].

Запорукою отримання високої урожайності зерна є надійний захист посівів ріпаку від комах-фітофагів, які мають високу шкодочинність і впливають на продуктивність та якість насіння. Як вказує А. І. Кривенко [5], в центральному Лісостепу України посіви ріпаку ярого пошкоджує 18 видів шкідників, з яких комахи ряду твердокрилі – 46,4 %, лускокрилі – 19,3 %, напівтвердокрилі – 18 %, двокрилі – 10,1 %, рівнокрилі – 6,2 %. За даними М. Д. Євтушенка, С. В. Станкевича, В. В. Вільної [6] у східному Лісостепу України олійні хрестоцвіті культури пошкоджує 54 види шкідників, з яких 25 багатодітних, 29 – спеціалізованих видів. До ряду твердокрилі належить 48,0 %, напівтвердокрилі – 18,0 %, лускокрилі – 15,0 %, прямокрилі – 9,0 %, двокрилі – 4,0 %. Як вказують В. М. Писаренко, О. Ф. Гордєєва [7] середні втрати ріпаку ярого за 5 років становили 25,8 % від пошкодження блішками хрестоцвітими. В результаті пошкодження на одній рослині кількість стручків зменшувалася на 1,2–4,2 %, кількість насіння у стручку знижувалася на 5,3–18,5 %, а маса 1000 насінин була меншою на 2,9–11,3 %.

Мета досліджень полягала у вивченні

ентомологічного комплексу спеціалізованих шкідників ріпаку ярого, динаміку їх чисельності, пошкодженості рослин в умовах північно-східного Лісостепу України.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження щодо вивчення динаміки чисельності, пошкодженості рослин ріпаку ярого спеціалізованими шкідниками проводили у 2015–2018 рр. у базових господарствах управління фітосанітарної безпеки головного управління Держпродспоживслужби в Сумській області. Методика досліджень була загальноприйнята [8]. Для визначення чисельності блішок хрестоцвітих обліки проводили з фази появи сходів ріпаку ярого шляхом візуального огляду, косіння сачком та підрахунку на ділянках розміром 0,25 м<sup>2</sup> ящиком Петлюка. Щільність блішок визначали в перерахунку на 1 м<sup>2</sup>. Пошкодженість сходів шкідниками визначали оглядаючи 100 рослин (по 5 рослин у 20 місцях) по діагоналі поля. Облік квіткоїда ріпакового проводили у фазу бутонізації–цвітіння ріпаку ярого на 100 рослинах (10 рослин в 10 рівновіддалених місцях поля), струшуючи жуків з рослин у поліетиленові пакети. Потім щільність перераховували на 1 рослину.

**Результати та їх обговорення.** За період досліджень з 2005 р. по 2018 р. площі сієби ріпаку ярого змінювалися (рис. 1). У 2007 р. ріпаком було засіяно 22,2 тис. га. Деяко менші площі культури були відмічені у 2006 р. – 17,6 тис. га, 2010 р. – 13,9 тис. га, 2011 р. – 13,5 тис. га, 2012 – 12,6 тис. га, 2013, 2008 рр. – 12,3 тис. га. У 2015 р. ріпак вирощували на площі 1,1 тис. га, 2017 р. – 1,3 тис. га, 2018 р. – 1,5 тис. га. Урожайність ріпаку ярого була найменшою у період з 2005 по 2011 роки і становила 0,96–1,33 т/га. Найвища урожайність культури відмічена у 2014 р. (2,02 т/га). Деяко менша урожайність отримана у 2015 р. (1,89 т/га), 2012 р. (1,77 т/га). У 2016–2018 урожайність ріпаку знизилася до 1,47–1,54 т/га. Валовий збір ріпаку був найвищий у 2012 р. і склав 22,3 тис. т. Деяко менший валовий збір був відмічений у 2007 р. – 21,4 тис. т, 2006 р. – 19,8 тис. т, 2013 р. – 19,5 тис. т. Найменше зібрали ріпаку ярого у 2017 р. – 1,9 тис. т, 2015 р. – 2,1 тис. т, 2018 р. – 2,3 тис. т.

Як вказує Т. М. Неверовська [9] видовий склад шкідників ріпаку досить різноманітний. За результатами її досліджень на посівах ріпаку ярого є найбільш розповсюдженими блішки хрестоцвіті, квіткоїд ріпаковий, прихованохоботник капустяний стручковий, комарик капустяний стручковий. За результатами наших досліджень в умовах базових господарств управління фітосанітарної безпеки головного управління Держпродспоживслужби в Сумській області основними видами є квіткоїд ріпаковий, блішки хрестоцвіті та пильщик ріпаковий.

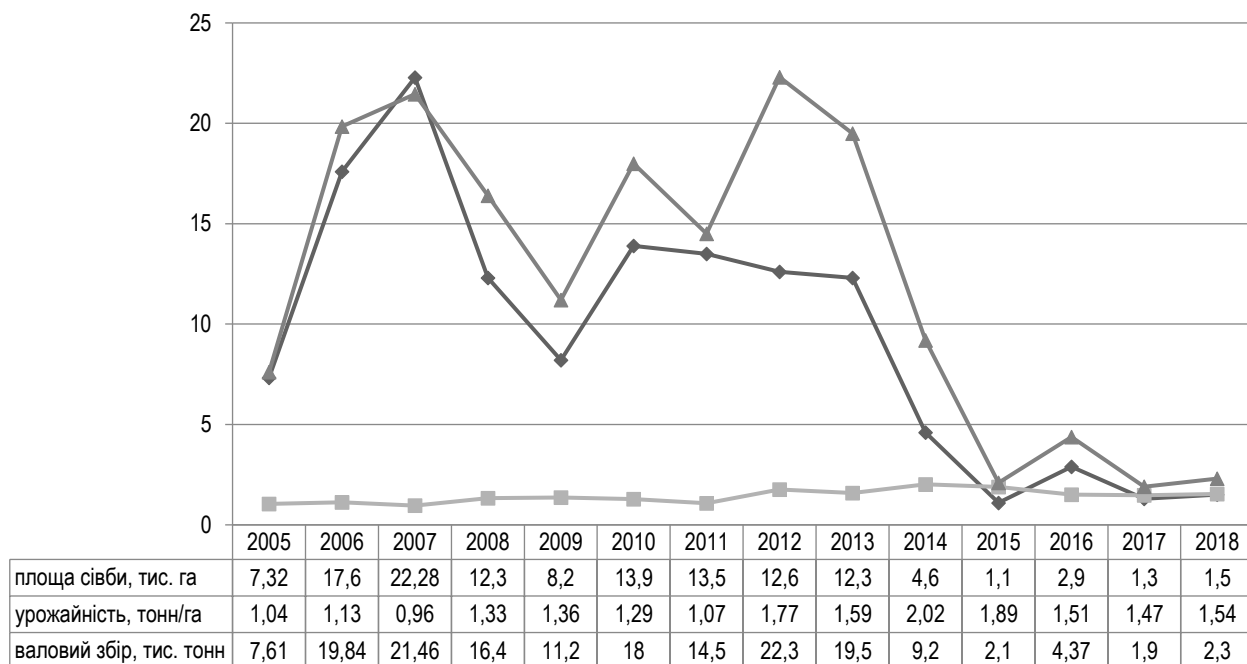


Рис. 1. Площа сівби, урожайність, валовий збір ріпаку ярого у Сумській області

Блішки хрестоцвіті (*Phyllotreta spp.*) заселяли 100 % площ ріпаку ярого у фазу сходів (рис. 2). У 2005 р. чисельність блішок значно перевищувала економічний поріг шкодочинності і становила 10,0 екз./м<sup>2</sup>. Комахами було пошкоджено 66,0 % рослин. У 2006 р. кількість шкідників збільшилася до 18,0 екз./м<sup>2</sup>. За такої високої чисельності пошкодженість рослин зростає до 67,0 %. В наступні роки щільність комах та пошкодженість ними рослин зменшилися. У 2007–2009 рр. чисельність блішок становила 4,0 екз./м<sup>2</sup> і вони пошкодили 35,0 % рослин у 2007 р., 26,0 % – у 2008 р., 30,0 % – у 2009 р. У 2010 р. чисельність шкідника

збільшилася до 6,0 екз./м<sup>2</sup>, а пошкодженість становила 26,0 % рослин. У 2011–2018 рр. щільність заселення посівів була в межах 3,0–5,0 екз./м<sup>2</sup>. Зменшилася також і пошкодженість рослин комахами. У 2014, 2015, 2017 рр. чисельність блішок хрестоцвітих становила 3,0 екз./м<sup>2</sup>, у 2011, 2013, 2016, 2018 рр. – 4,0 екз./м<sup>2</sup>, 2012 р. – 5,0 екз./м<sup>2</sup>. Найменша пошкодженість ріпаку була відмічена у 2014 р. – 12,0 %, дещо вища у 2011, 2015 рр. – 13,0 %, 2017 р. – 14,0 %, 2012 р. – 15,0 %, 2013, 2016, 2018 рр. – 16,0 %.

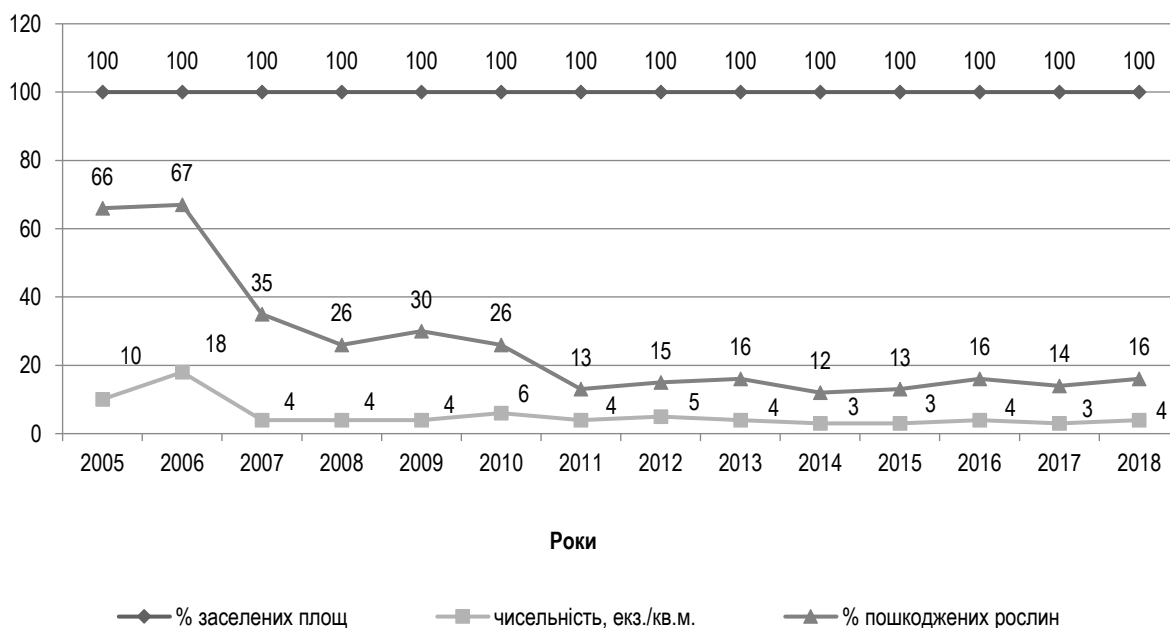


Рис. 2. Заселеність та пошкодженість ріпаку ярого у фазу сходів блішками хрестоцвітими

Квіткоїд ріпаковий (*Meligethes aeneus* F.) заселяв у фазу бутонізації–цвітіння 85,0 % площ у 2006 р., 91,0 % – у 2010 р., а в інші роки досліджень – 100,0 % площ (рис. 3). За чисельності 4,0 екз./рослину було пошкоджено 69,0 % рослин у 2005 р. В 2006 р. чисельність шкідника була найвищою за роки досліджень і становила 30,0 екз./рослину, пошкодження рослин – 74,0 %. У 2007 р. чисельність

квіткоїда ріпакового зменшилася до 5,0 екз./рослину, пошкодження рослин – до 63,0 %. У 2008 р. чисельність шкідника збільшилася до 6,0 екз./рослину, а пошкодження зменшилася до 37,0 %. У період з 2010 р. по 2018 р. чисельність квіткоїда становила 2,0–3,0 екз./рослину, пошкодження рослин – 17,0–27,0 %.

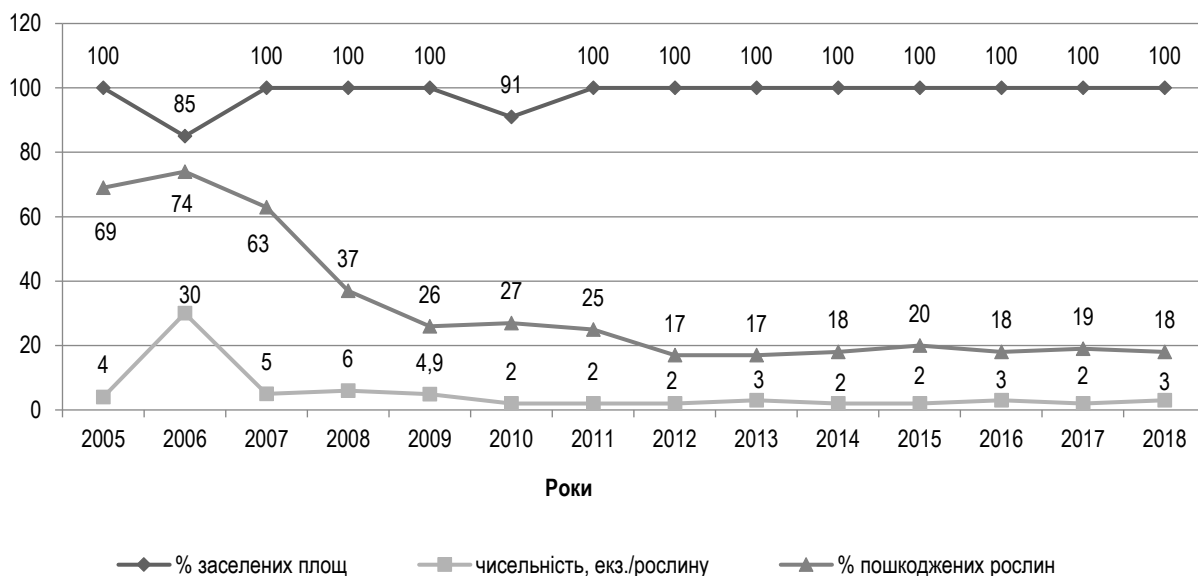


Рис. 3. Заселеність та пошкодження ріпаку ярого у фазу бутонізації–цвітіння квіткоїдом ріпаковим

Пильщик ріпаковий (*Athalia rosae* L.) зі спеціалізованих шкідників ріпаку ярого був найменш розповсюдженим. У фазу бутонізації 100,0 % площ він заселяв лише у 2005 р., коли його чисельність складала 2,0 екз./рослину, а пошкодження рослин – 8,0 %. У 2006 р. чисельність пильщика становила 7,0 екз./рослину, пошкодження – 6,0 % рослин. У 2007–2008 рр. заселеність

шкідником склала 50,0 % і 64,0 % площ, відповідно. У 2010–2015 рр. та 2017 р. пильщик ріпаковий заселяв 30,0–42,0 % площ, чисельність була 0,8–1,2 екз./рослину, відсоток пошкоджених рослин – 3,0–5,0%. У 2016 р. і 2018 р. шкідник заселяв 14,0 % площ. Він пошкодив 5,0 % рослин за чисельності 0,9 екз./рослину (рис. 4).

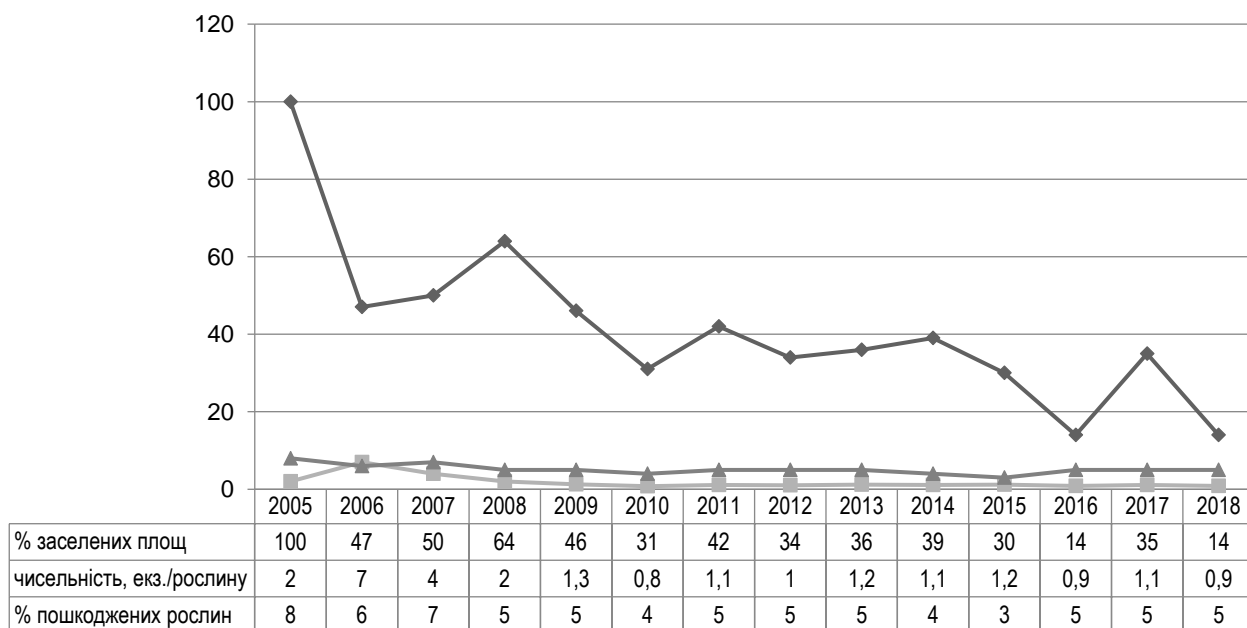


Рис. 4. Заселеність та пошкодження ріпаку ярого у фазу бутонізації пильщиком ріпаковим

Для захисту посівів ріпаку ярого від шкідників використовують профілактичні і винищувальні заходи. У сівозміні насиченість капустяними культурами повинна становити не більше 25,0 %, а на попереднє поле ріпак повинен повертатися не раніше, як через 4 роки. Просторова ізоляція від посівів капустяних культур, посівів минулих років не менше 1,0 км. Як відмічають С. В. Ткачова [10] та І. М. Сторчоус [11], при вирощуванні ріпаку перевагу надають хімічному методу захисту. З метою запобігання пошкодження сходів та проростків ріпаку ярого комплексом ґрунтових і наземних шкідників сходів (дротяників, несправжньодротяників, личинок хрущів, совок, блішок хрестоцвітих), до сівби проводять допосівну обробку насіння препаратами: Команч WG, ВГ, 5,0 л/га, Контадор Макси, ТН, 3,0–6,0 л/т, Нупрід 600, ТН, 3,0–6,0 л/т, Табу, КС, 6,0–8,0 л/т, Шедевр, КС, 4,0 л/т, Еладо 480 FS, 25 л/т, Модесто 480 FS, 12,5 л/т, Кайзер ТН, 0,4–0,5 л/т, Круїзер 350 FS, т.к.с., 4,0 л/т, Круїзер OSR 322 FS, ТН, 15 л/т, Космос 250, т.к.с. 8 л/т, Луміпоса, ТН, 17,0 л/т [12].

Крім передпосівної обробки інсектицидами для захисту сходів ріпаку ярого від дротяників й інших ґрунтових шкідників та шкідників сходів одночасно із сівбою вносять в ґрунт препарат: Форс 1,5 G, ГР., 5,0–8,0 кг/га [12].

У фазу сходів (2–4 листки ріпаку) для захисту посівів від блішок хрестоцвітих (3–5 екз./м<sup>2</sup>) використовують інсектициди: Альфагард 100, к. е., 0,1–0,15 л/га, Бестселлер Турбо 200, КС, 0,05–0,12 л/га, Блискавка, КЕ, 0,1–0,15 л/га, Фастак, КЕ, 0,1–0,15 л/га, Брейк, МЕ, 0,05–0,07 л/га, Децис Профі 25 WG, ВГ, 0,04–0,07 кг/га, Каратель Плюс, ЕС, КЕ, 0,2 л/га, Цезар, 0,2–0,3 л/га, Протеус 110 OD, МД, 0,75–1,0 л/га, Сумі альфа, КЕ, 0,3 л/га, Сумітрон, КЕ, 0,75–1,0 л/га [12].

У фазу утворення розетки–початок бутонізації ріпаку для захисту від пильщика ріпакового (3 екз./м<sup>2</sup>) обприскують інсектицидами: Венсар КЕ, 0,6 л/га, Нурел Д, к.е., 0,75–1,0 л/га, Дантоп 50, ВГ, 0,035–0,045 кг/га, Децис Профі 25 WG, ВГ, 0,04–0,07 кг/га, Драгун, 0,5–0,6 л/га [12].

Наприкінці бутонізації для захисту посівів від квіткоїда ріпакового (5–6 жуків на рослину) обприскують

інсектицидами: Антиколорад, КС, 0,15 л/га, Борей, КС, 0,1–0,14 л/га, Дестрой, КС, 0,1 л/га, Оперкот Акро, КС, 0,05 л/га, Бі-58 Топ, к.е., 0,7–1,2 л/га, Біскайя 240 OD, МД, 0,3–0,4 л/га, Вирій, КС, 0,2–0,3 л/га, Каліпсо 480, SC, к.с., 0,2 л/га, Вантекс Мк.с., 0,04–0,06 л/га, Данадим Мікс, КЕ, 0,8–1,5 л/га, Децис f-Люкс 25 ЕС, КЕ, 0,25–0,5 л/га, Еліт Хантер Дуо, КС, 0,1–0,14 л/га, Стоп Жук, КС, 0,1–0,14 л/га, Золон 35, к.е., 1,6–2,0 л/га, Іназума, ВГ, 0,2–0,24 кг/га, Коннект 112,5 SC, КС, 0,4–0,5 л/га, Маврік, ЕВ, 0,2–0,35 л/га, Моспілан, ВП, 0,1–0,12 кг/га, Пірінекс Супер, КС, 0,4–0,75 л/га, Пленум 50 WG, ВГ, 0,15–0,25 кг/га [12].

**Висновки.** За період досліджень з 2005 р. по 2018 р. у Сумській області ріпак ярий вирощували на площі від 1,1 тис. га до 22,2 тис. га, валовий збір зерна становив 1,9–22,3 тис. т. У посівах ріпаку ярого найбільш розповсюдженими шкідниками є квіткоїд ріпаковий (*Meligethes aeneus* F.), блішки хрестоцвіті (*Phyllotreta* spp.), пильщик ріпаковий (*Athalia rosae* L.). Блішки хрестоцвіті заселяли 100 % площ у фазу сходів культури. На посівах ріпаку блішки пошкодили 12,0–35,0 % рослин. Найбільша пошкодженість шкідниками була у 2006 р. 67,0 % та у 2005 р. – 66,0 %. Чисельність блішок хрестоцвітих становила 3,0–5,0 екз./м<sup>2</sup>, а найвища – 18,0 екз./м<sup>2</sup> у 2006 р.

Квіткоїд ріпаковий у фазу бутонізації–цвітіння заселяв 100,0 %, а у 2006 р. – 85,0 %, у 2010 р. – 91,0 % площ культури. На посівах ріпаку ярого квіткоїд пошкодив 17,0–37,0 % рослин. Найбільша пошкодженість шкідниками була 74,0 % у 2006 р., 69,0 % – у 2005 р., 63,0 % – у 2007 р. Чисельність ріпакового квіткоїда становила 2,0–6,0 екз./рослину, а найвища – 30,0 екз./рослину у 2006 р.

Пильщик ріпаковий заселяв 100,0 % площ лише у 2005 р., а у 2008 р. – 64,0 % посівів. За роки досліджень заселеність була в межах 14,0–50,0 % площ. Комахи було пошкоджено 3,0–8,0 % рослин. Чисельність пильщика ріпакового становила 0,9–2,0 екз./рослину. Найвища чисельність шкідників 7,0 екз./рослину була у 2006 р., а дещо менша – 4,0 екз./рослину у 2007 р.

#### Бібліографічні посилання:

1. Ozymyj ripak [Winter rapeseed]. [Electronic resource]. Access mode: [https://www.yandex.ua/search/?text=bigreferat.ru%2656/1/Ozymyj\\_ripak.html](https://www.yandex.ua/search/?text=bigreferat.ru%2656/1/Ozymyj_ripak.html). (in Ukrainian).
2. Ukraïna u cyfrah u 2015 roci. [Ukraine in numbers in 2015]. [Electronic resource]. Access mode: [https://www.yandex.ua/yandsearch?text=istmat.info...uploads...ukraina\\_v\\_cifrah\\_2015.pdf](https://www.yandex.ua/yandsearch?text=istmat.info...uploads...ukraina_v_cifrah_2015.pdf) (in Ukrainian).
3. Poperedzhenyj – znachyt' ozbrojenyj: insektycydno-fungicydnyj zahyst ripaku. (2019). [Warned - means armed: insecticidal and fungicidal protection of rapeseed]. Flora-agro. 28 travnja. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.google.com/search?ei=-flora-agro.com.ua%20article%20article-10> (in Ukrainian).
4. Demenko, V. M., Govorun, O. L., Jemec', O. M., & Kabanec', V. V. (2017). Dynamika chysel'nosti osnovnyh shkidnykiv ripaku ozymogo v umovah pivnichno-shidnogo Lisostepu Ukraïny. [Dynamics of the number of major pests of winter rapeseed in the north-eastern forest-steppe of Ukraine]. Visnyk Sums'kogo NAU. Serija «Agronomija i biologija», 2(33), 30–35 (in Ukrainian).
5. Kryvenko, A. I. (2011). Shkidlyva entomofauna jarogo ripaku v central'nomu Lisostepu Ukraïny. [Harmful entomofauna of spring rapeseed in the central forest-steppe of Ukraine]. Zbirnyk naukovykh prac' VNAU, 9(49), 137–143 (in Ukrainian).
6. Jevtushenko, M. D., Stankevych, S. V., & Vil'na, V. V. (2014). Hrestocviti blishky, ripakovyj kvitkoïd na ripaku jaromu j girchyci u Shidnomu Lisostepu Ukraïny. [Cruciferous fleas, rapeseed floridaid on spring rapeseed and mustard in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine]: monografija. Hark. nac. agrar. un-t im. V. V. Dokuchajeva, Harkiv (in Ukrainian).
7. Pysarenko, V. M., & Gordjejeva, O. F. (2009). Shkidlyvist' osnovnyh vydiv fitofagiv ripaku jarogo ta ozymogo v Lisostepu Ukraïny [The harmfulness of the main types of phytophages of spring and winter rapeseed in the Forest-Steppe of Ukraine]. Visnyk Poltav's'koi' derzhavnoi' agrarnoi' akademii', 2, 5–9 (in Ukrainian).
8. Dolja, M. M., Pokozij, J. T., Mamchur, R. M., Dolja, L. I., Melnyk, B. V., Dmitrieva, O. E., Khomenko, I. I., Bondareva, L. M.,

& Humeniuk, L. V. (2004). Фитосанитарный мониторинг [Phytosanitary monitoring]: posibnyk dlja stud. agron. spec. vyshh. zakl. DOD NNC «Instytut agrarnoi ekonomiky», Kyiv (in Ukrainian).

9. Shkidlyvi organizmy u posivah ripaku (2018). [Pests in rapeseed crops]. Agrobiznes s'ogodni. 23 zhovtnja. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.google.com/search?q=agro-business.com.ua> > agro > item > 11844... (in Ukrainian)

10. Integrovanij zahyst ripaku vid shkidnykiv (2017). [Integrated protection of rape from pests]. Agrobiznes s'ogodni. 5 zhovtnja. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.google.com/search?ei=agro-business.com.ua> > agro > item > 9004-i. (in Ukrainian).

11. Zahyst posiviv ripaku – tonkoshi ta njuansy (2019). [Protection of rapeseed crops – subtleties and nuances]. Agrobiznes s'ogodni. 25 lystopada. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.google.com/search?ei=agro-business.com.ua> > agro > item > 15664 (in Ukrainian).

12. Perelik pestycydiv i agrohimiaktiv, dozvolenyh do vykorystannja v Ukraïni (2018). [List of pesticides and agrochemicals authorized for use in Ukraine]. JuNIVEST MEDIA, Kyiv (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, Main department of the state Consumer service in Sumy region, Sumy, Ukraine

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

**Khilko N. V.**, Head of the Department of Forecasting, Phytosanitary Diagnostics and Risk Analysis, Main department of the state Consumer service in Sumy region, Sumy, Ukraine

**Zhatov O. G.**, Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Trotsenko V. I.**, Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

#### **THE PHYTOSANITARY STATUS OF SPRING OILSEED RAPE IN THE CONDITIONS OF NORTH-EASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE**

The dynamics reflecting the number of spring oilseed rape pests in the conditions of north-eastern forest-steppe of Ukraine during 2005–2018 was analyzed. The method of the research was general. The most common insect pests of spring rape crops are Pollen beetles (*Meligethes aeneus* F.), Flea beetles (*Phyllotreta* spp.), Turnip sawflies (*Athalia rosae* L.).

The Flea beetles settled 100 % of the growing area during the seedling stage. The Flea beetles damaged 12.0–35.0 % of the rape crops. The highest pest damage was 67.0 % in 2006, and 66.0 % in 2005. The number of Flea beetles was 3.0–5.0 specimens per m<sup>2</sup>, and the largest number was 18.0 specimens per m<sup>2</sup> in 2006.

The Pollen beetles settled 100.0 % of the plants; in 2006 they settled 85.0 % of the plants, and in 2010 the pests settled 91.0 % of the plants during the period of budding and flowering. The Pollen beetles damaged 17.0–37.0 % of the rape crops. The highest pest damage was 74.0 % in 2006, 69.0 % in 2005, and 63.0 % in 2007. The number of Pollen beetles was 2.0–6.0 specimens per plant, and the largest number was 30.0 specimens per plant in 2006.

The number of Turnip sawflies among the specialised oilseed rape pests was the least. Turnip sawflies settled 100.0 % of the plants only in 2005, and in 2008 the beetles settled 64.0 % of the plants. During the research period the Turnip sawflies settled mainly within 14.0–50.0 % of the rape crops. The flies damaged 3.0–8.0 % of the plants. The number of Turnip sawflies was 0.9–2.0 specimens per plant. The largest number of pests was 7.0 specimens per plant in 2006, and slightly less – 4.0 specimens per plant in 2007.

In Sumy region in the years 2005–2018 the sowing area of spring oilseed rape varied within 1.1–22.2 thousand hectares, and total yield of oilseed rape – 1.9–22.3 thousand tonnes.

Protection measures against spring rape crops pests include preventative and extirpation methods. To protect rape crops against the Flea beetles during the seedling stage some insecticidal chemical means are used. During the growing season the rape crops are sprayed with insecticides against the Flea beetles (3–5 beetles per m<sup>2</sup>), Pollen beetles (5–6 beetles per plant), and Turnip sawflies.

**Key words:** spring oilseed rape, Flea beetles, Pollen beetles, Turnip sawflies, the number of pests, settled area, damaged plants, growing area, total yield, yield of seeds, the use of insecticides.

**Деменко В. М.**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Голинач О. Л.**, начальник управления фитосанитарной безопасности, Главное управление Госпродпотребслужбы в Сумской области, г. Сумы, Украина

**Власенко В. А.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Хилько Н. В.**, начальник отдела прогнозирования, фитосанитарной диагностики и анализа рисков, Главное управление Госпродпотребслужбы в Сумской области, г. Сумы, Украина

**Жатов А. И.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Троценко В. И.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ РАПСА ЯРОВОГО В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ**



## **ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ**

Динамика распространенности вредителей рапса ярового изучена в условиях северо-восточной Лесостепи Украины в 2005–2018 гг. Методика исследований была общепринятой. В посевах рапса ярового наиболее распространенными вредителями являются цветоед рапсовый (*Meligethes aeneus* F.), блошки крестоцветные (*Phyllotreta* spp.), пилильщик рапсовый (*Athalia rosae* L.).

Блошки крестоцветные заселяли 100 % площадей в фазу всходов культуры. На посевах рапса блошки повредили 12,0–35,0 % растений. Самая высокая поврежденность вредителями была 67,0 % в 2006 г., 66,0 % – в 2005 г. Численность блошек крестоцветных составляла 3,0–5,0 экз./м<sup>2</sup>, а самая высокая – 18,0 экз./м<sup>2</sup> в 2006 г.

Цветоед рапсовый заселял 100,0 %, а в 2006 г. – 85,0 %, в 2010 г. – 91,0 % посевов в фазу бутонизации–цветения. На посевах рапса ярового цветоед повредил 17,0–37,0 % растений. Самая высокая поврежденность вредителями была 74,0 % в 2006 г., 69,0 % – в 2005 г., 63,0 % – в 2007 г. Численность цветоеда рапсового составляла 2,0–6,0 экз./растение, а самая высокая – 30,0 экз./растение в 2006 г.

Распространенность пилильщика рапсового была наименьшей из специализированных вредителей рапса ярового. Он заселял 100,0 % посевов только в 2005 г., а в 2008 г. – 64,0 % посевов. За годы исследований заселенность пилильщиком рапсовым в основном была в пределах 14,0–50,0 % посевов. Насекомыми были повреждены 3,0–8,0 % растений. Численность пилильщика рапсового составляла 0,9–2,0 экз./растение. Самая высокая численность вредителей 7,0 экз./растение была в 2006 г., а несколько меньше – 4,0 экз./растение в 2007 году.

В Сумской области за период 2005–2018 гг. площади сева рапса ярового изменялись в пределах 1,1–22,2 тыс. га, валовой сбор семян – 1,9–22,3 тыс. т.

Мероприятия по защите посевов рапса ярового от вредителей включают профилактические и истребительные методы. Для защиты посевов от блошек крестоцветных в фазу всходов используют инсектицидные протравители. В период вегетации против блошек крестоцветных (3–5 жуков на м<sup>2</sup>), цветоеда рапсового (5–6 жуков на растение) и пилильщика рапсового посевы опрыскивают инсектицидами.

**Ключевые слова:** рапс яровой, цветоед рапсовый, блошки крестоцветные, пилильщик рапсовый, численность вредителей, заселенная площадь, поврежденные растения, площадь сева, валовой сбор, урожайность семян, использование инсектицидов.

Дата надходження до редакції 26.03.2019 р.

**ВІТАЛІТЕТНА СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦІЙ *MELILOTUS OFFICINALIS* (L.) PALL.  
В УМОВАХ ЗАПЛАВНИХ ЛУК КРОЛЕВЕЦЬКО-ГЛУХІВСЬКОГО ГЕОБОТАНІЧНОГО РАЙОНУ**

**Зубцова Інна Володимирівна**

асистент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0001-6339-931X

i\_zubtsova@ukr.net

**Скляр Вікторія Григорівна**

доктор біологічних наук, професор

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-1301-7384

skvig@ukr.net

**Мельничук Сергій Дмитрович**

доктор біологічних наук, професор

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

serge.melnychuk@gmail.com

**Бондарєва Людмила Миколаївна**

кандидат біологічних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0003-4126-7601

milabond77@gmail.com

Представлено результати дослідження віталітетної структури шести ценопопуляцій *Melilotus officinalis* (L.) Pall. різних місцезростань в межах заплавних лук Кролевецько-Глухівського геоботанічного району. Використано комплекс методів статистично-математичного опрацювання даних. За результатами кореляційного та факторного аналізів обрано ключові морфологічні параметри, які детермінують віталітет особин *M. officinalis*: загальна фітомаса ( $W$ , г), висота ( $H$ , см) та загальна площа листової поверхні ( $A$ , см<sup>2</sup>). Ці параметри не належать до однієї кореляційної плеяди, вирізняються досить високими значеннями варіювання та статистично достовірною зміною величин в межах досліджуваних популяцій. Також вони характеризуються найбільшим та статистично достовірним факторним навантаженням.

Виходячи із результатів віталітетного аналізу, як потенційні локалітети регламентованої заготівлі лікарської сировини, можуть розглядатися популяції із угруповань *Elytrigietum (repentis) alchemillosum (submillefolium)* та *Elytrigietum (repentis) artemisiosum (vulgaris)*. А також популяції із угруповань *Festucetum (pratensis) elytrigosum (repentis)* та *Chelidonetum (majus) convulvulosum (arvensis)*, які належать до рівноважних за типом віталітету (з індексом якості  $Q$  0,2000 та 0,2333 відповідно). Однак, слід зауважити, що останні дві популяції потребують особливо детального моніторингу їх популяційної структури і у разі прояву тенденції до зниження значень індексу якості ( $Q$ ) або інших характеристик, їх господарське використання має бути зупинено.

**Ключові слова:** *Melilotus officinalis*, лікарські рослини, ценопопуляція, морфометричний аналіз, віталітетна структура, Кролевецько-Глухівський геоботанічний район.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.1-2.2>

**Вступ.** Сучасні умови та реалії вимагають широкого застосування системного підходу до охорони природних комплексів [1], впровадження популяційного аналізу загалом та здійснення вивчення віталітетної структури фітопопуляцій, зокрема [2]. Відповідно концепції, розробленої Ю. А. Злобіним, віталітет – це життєвий стан (ступінь процвітання або пригнічення) особин рослин, виражений через морфометричні параметри, що відображують ріст і продуктивність рослин. Цей підхід дає змогу, на основі визначення у складі ценопопуляції частки рослин різного віталітету, охарактеризувати її загальний стан і, як результат, дати оцінку стійкості популяції та скласти прогноз щодо її подальшого існування [3, 4, 5]. На сьогодні віталітетний аналіз все ширше застосовують у популяційних дослідженнях. [6, 7]. Особливої уваги та детального вивчення

при цьому потребують лікарські рослини, популяції яких зазнають суттєвого антропогенного впливу. Одним із таких видів є *Melilotus officinalis*.

Буркун лікарський (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.) (родина *Fabaceae*) – це дворічна трав'яниста рослина. Має пряме, розгалужене, висотою 50–150 см стебло. Має трійчасті листки. Стрижневий корінь проникає у ґрунт на глибину 156–190 см. *M. officinalis* має квітки з жовтими пелюстками, які зібрані у колосовидну китицю. Цвіте на другий рік, у червні–серпні. Плід – обернено-яйцевидний одно- або двонасінний бурувато-жовтий чи темно-сірий біб. Насіння у буркуна овально-довгасте, жовто-зелене або світло-коричневе. Рослина містить кумарини, ефірну олію, похідні пурина, ліпоїди, білок, органічні кислоти. У лікарських цілях застосовують траву та квітки [8].

Лікарські властивості *M. officinalis* були відомі ще у стародавній медицині. І на сьогодні існує велика кількість робіт, що присвячена вивченню хімічного складу рослин, зокрема Е. Є. Комарової, Н. А. Дурнової, П. А. Козиної, Ю. В. Романтєєвої та Н. В. Полуконової [9], А. В. Ложкина та Е. І. Саканяна [10], В. В. Николаєвої, І. І. Антропової та ін. [11]. Лікарські властивості та застосування в медицині досліджували: Т. В. Єрзилева [12], Н. Г. Ковальова, І. В. Грудько, Т. В. Ільїна, С. В. Русанова [13]. Ряд зарубіжних науковців Е. Martino, I. Ramaola, M. Urbano, F. Bracco, S. Collina [14], L. Plesca-Manea, A. E. Parvu, M. Parvu, M. Taamas, R. Buia, M. Puia [15] досліджували імунотропні та антианемічні властивості *M. officinalis*.

Дослідження індукції калусогенезу у вегетативних та генеративних органах *M. officinalis* та цитологічні особливості рослин вивчали – Л. М. Теплицька, І. Н. Юркова, А. І. Сидякин та І. В. Жупанов [16]. Оцінку морфологічних, екологічних та популяційно-онтогенетичних особливостей *M. officinalis* намагались дати Н. В. Налімова та М. Б. Єфейкіна [17].

Однак, на тепер, *M. officinalis* майже не охоплений популяційними дослідженнями. Вивчення віталітетної структури його популяцій дотепер не проводилось. У тому числі такі дослідження не здійснювалися і на теренах Крелевецько-Глухівського геоботанічного району – регіону, якому притаманне досить значне видове та ценотичне фіторізноманіття в цілому, та лікарських рослин зокрема [18, 19, 20]. Тому метою нашого дослідження було оцінити

віталітетну структуру ценопопуляцій *M. officinalis*, які зростають за різних фітоценотичних умов заплавних лук Крелевецько-Глухівського геоботанічного району.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження здійснювалися протягом 2014–2019 років. Популяційним аналізом було охоплено шість ценопопуляцій *M. officinalis*. Вони сформувалися в угрупованнях із домінуванням або співдомінуванням таких видів як: *Festuca pratensis* Huds., *Elytrigia repens* L., *Phleum pratense* L., *Artemisia vulgaris* L., *Achillea submillefolium* Klokov & Krytzka, *Chelidonium majus* L., *Convolvulus arvensis* L. Досліджувані ценопопуляції зростають у складі таких рослинних угруповань як:

1. *Festucetum (pratensis) elytrigiosum (repentis)*;
2. *Elytrigietum (repentis) phleosum (patentis)*;
3. *Elytrigietum (repentis) alchemillosum (submillefolium)*;
4. *Elytrigietum (repentis) artemisiosum (vulgaris)*;
5. *Artemisietum (vulgaris) convolvulosum (arvensis)*;
6. *Chelidonetum (majus) convolvulosum (arvensis)*.

У кожному із цих фітоценозів за загально визнаною методикою, було виконано геоботанічні описи [21]. Віталітетну структуру ценопопуляцій вивчали за методикою Ю. А. Злобіна [3, 22]. Для вимірювання морфометричних параметрів випадковим способом відбиралось 30–50 неушкоджених рослин генеративного онтогенетичного стану. У них визначали 13 статичних метричних та 7 статичних алометричних параметрів (табл. 1).

Таблиця 1

Перелік статичних метричних та алометричних морфопараметрів, які були використані для оцінки стану рослин *M. officinalis*

Назва морфопараметра	Умовні позначення <sup>1</sup>	Одиниця виміру
<b>Статичні метричні морфопараметри</b>		
Загальна маса рослини	W	г
Загальна маса вегетативних органів	Wveg	г
Загальна фітомаса листків	WL	г
Фітомаса стебла	Wst	г
Фітомаса одного листка	WL1	г
Загальна площа поверхні листків	A	см <sup>2</sup>
Площа одного листка	a	см <sup>2</sup>
Загальна кількість листків	NL	шт.
Висота рослини	H	см
Діаметр стебла	D	см
Загальна маса репродуктивних органів	Wgen	г
Маса одного репродуктивного органу	Wgen1	г
Загальна кількість генеративних органів	Ngen	шт.
<b>Статичні алометричні морфопараметри</b>		
Площа листків на одиницю фітомаси	LAR = A / W	см <sup>2</sup> /г
Фотосинтетичне зусилля	LWR = WL / W	г/г
Відносний приріст	HWR = H / W	см/г
Відношення загальної площі листків до діаметра стебла	ADR = A / D	см <sup>2</sup> /мм
Співвідношення між висотою рослини та діаметром стебла	HDR = H / D	см/см
Репродуктивне зусилля	RE1 = (Wgen / W) × 100	%
	RE2 = (Wgen / A) × 100	%

**Примітка:** умовні позначення та розрахункові формули подані за І. В. Кармановою [24], Р. Хантом [25], Ю. А. Злобином [2].

З числа морфометричних ознак обирали показники, які є об'єктивним кількісним відображенням рівня віталітету рослин. Відповідно до вимог класичного віталітетного аналізу, цей вибір супроводжувався виконанням наступного алгоритму дій:

1. вибір з числа морфопараметрів тих, що мають найвищий рівень варіювання;

2. застосування до цих показників факторного аналізу;

3. оцінка рівня кореляційних взаємозв'язків між усіма розмірними показниками та виокремленням кореляційних плеяд;

4. порівняння результатів факторного та кореляційного рішень;

5. інтерпретація отриманих даних з врахуванням біологічних та екологічних правил і закономірностей.

З опорою на виявлені ключові морфопараметри у кожній ценопопуляції визначали частку рослин різного рівня віталітету: найвищого (класу «а»), проміжного (класу «b») та найнижчого (класу «с»). Інтегральною оцінкою якості популяцій виступав індекс якості Q. Він розраховувався за формулою:

$$Q = 0,5 (a + b), \quad (1)$$

де а – частка особин найвищого класу віталітету в популяції, b – частка особин проміжного класу віталітету. На основі віталітетного аналізу виділялися якісні категорії ценопопуляцій:

- а) депресивні ( $Q < 0,16667$ ),
- б) рівноважні ( $Q$  від  $0,16667$  до  $0,3333$ ),
- с) процвітаючі ( $Q > 0,3333$ ) [3].

Для оцінки статистичної достовірності отриманих кількісних даних та їх узагальнення застосовували точкове

оцінювання та дисперсійний аналіз. Це супроводжувалось використанням статистичних комп'ютерних пакетів STATISTICA та PAST.

Для визначення віталітетних спектрів та якісних типів ценопопуляцій *M. officinalis* використано некомерційну програму VITAL, розроблену Ю. А. Злобіним [23].

**Результати та їх обговорення.** З урахуванням результатів факторного аналізу (табл. 2) та кореляційного рішення до числа морфопараметрів, які детермінують віталітет рослин *M. officinalis* було включено загальну фітомасу (W), висоту (H) та загальну площу листової поверхні (A). Ці розмірні показники не входять до однієї кореляційної плеяди, вирізняються досить високими значеннями варіювання та статистично достовірною зміною величин за досліджуваними популяціями. Окрім того, усі морфопараметри мають одні з найбільших та статистично достовірних факторних навантажень.

Таблиця 2

Факторні навантаження для морфопараметрів рослин *M. officinalis*

Умовні позначення морфопараметрів	Факторні навантаження <sup>1</sup>	
	фактор 1	фактор 2
W	0,817032*	0,466546
W veg	0,740361*	0,509080
WL	0,776998*	-0,356538
W st	0,690389	0,561808
WL1	0,490546	-0,122260
A	0,890811*	-0,365173
B	0,742875*	0,103947
NL	0,820344*	-0,432626
a	0,730428*	-0,195406
H	0,922412*	0,136942
D	0,878374*	0,128077
W gen	0,880823*	0,161057
W gen1	0,282368	0,044780
N gen	0,866132*	0,137457
LAR	0,408456	-0,813142*
LWR	0,409166	-0,706376*
HWR	-0,510289	-0,528059
ADR	0,118301	-0,659476
HDR	-0,748376*	-0,139563
RE1	0,196658	-0,413334
RE2	-0,235397	0,718211*

**Примітка:** \* позначено факторні навантаження, що є статистично достовірними

Результати віталітетного аналізу засвідчили, що з числа досліджуваних популяцій *M. officinalis* по дві популяції,

відповідно, належать до категорії депресивних, врівноважених та процвітаючих (табл. 3).

Таблиця 3

Віталітетна структура та якісні типи популяцій *M. officinalis*

№	Умовне позначення популяції	Частка рослин різних класів віталітету			Якісний тип популяції
		a	b	c	
1	<i>Festucetum (pratensis) elytrigiosum (repentis)</i>	0,2667	0,1333	0,6000	врівноважена
2	<i>Elytrigietum (repentis) phleosum (patentis)</i>	0,0667	0,1333	0,8000	депресивна
3	<i>Elytrigietum (repentis) alchemillosum (submillefolium)</i>	0,7333	0,2667	0,0	процвітаюча
4	<i>Elytrigietum (repentis) artemisiosum (vulgaris)</i>	1,0	0,0	0,0	процвітаюча
5	<i>Artemisietum (vulgaris) convolvulosum (arvensis)</i>	0,0667	0,2000	0,7333	депресивна
6	<i>Chelidonetium (majus) convolvulosum (arvensis)</i>	0,1333	0,3333	0,5334	врівноважена

Значення індексу якості Q у досліджуваних популяціях варіюють від 0,1000 до 0,5000, тобто досягають максимально можливих величин цього показника (рис. 1). При цьому в одній із процвітаючих популяцій (із угруповання *Elytrigietum*

*(repentis) artemisiosum (vulgaris)*) представлені лише особини найвищої життєвості (класу «а» віталітету). Окрім того, обидві процвітаючі популяції сформувалися в угрупованнях, у яких домінують злаки, а співдомінують види різнотрав'я.

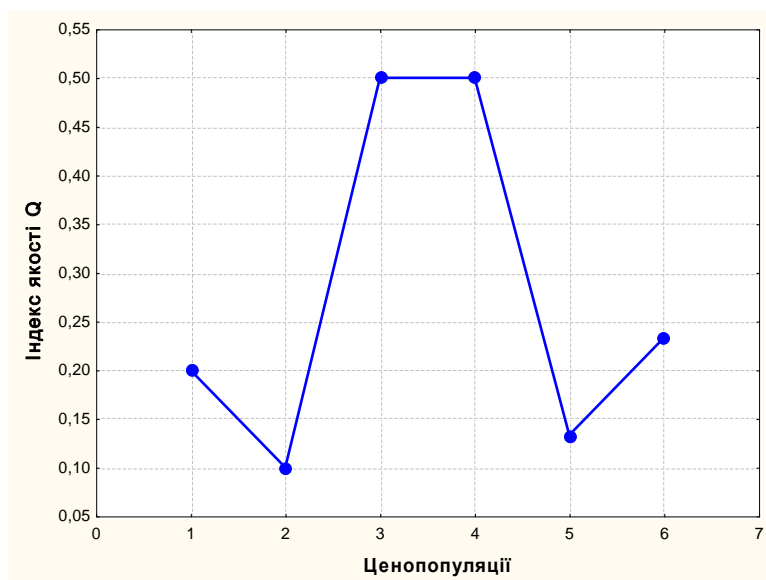


Рис. 1. Зміна індексу якості Q за досліджуваними популяціями *M. officinalis* (нумерація популяції відповідає наведеній у тексті)

Встановлено, що функціонування популяцій *M. officinalis* супроводжується реалізацією ними, як віталітетної мінливості, так і віталітетної пластичності. Популяції, що мають однакові значення індексу якості Q (із угруповань *Elytrigietum (repentis) alchemillosum (submillefolium)* та *Elytrigietum (repentis) artemisiosum (vulgaris)*) мають суттєві відмінності у віталітетній структурі, а саме у частці рослин найвищої та проміжної життєвості (0,7333 та 1,0; 0,2667 та 0,0 відповідно).

**Висновки.** Отже, пристосування рослин та популяцій *M. officinalis* до умов місцезростань супроводжується їхньою диференціацією за рівнем життєвості та, у підсумку, активним проявом віталітетної пластичності та мінливості. Виходячи із результатів віталітетного аналізу, як потенційні осередки регламентованої заготівлі лікарської сировини можуть розглядатися насамперед популяції із угруповань *Elytrigietum*

*(repentis) alchemillosum (submillefolium)* та *Elytrigietum (repentis) artemisiosum (vulgaris)*. З урахуванням того, що популяції із угруповань *Festucetum (pratensis) elytrigiosum (repentis)* та *Chelidonetum (majus) convolvulosum (arvensis)* за ознаками віталітетної структури хоча і є врівноваженими (Q дорівнює, відповідно, 0,2000 та 0,2333), також можуть розглядатися як потенційні осередки заготівлі лікарської сировини *M. officinalis*. Однак, при господарському використанні ці дві популяції потребують особливо ретельного моніторингу за рівнем життєвості рослин та загалом за віталітетною структурою. У разі прояву тенденції до зниження величин індексу якості Q, їхнє використання має бути зупиненим (рівно як і у випадку погіршення й інших популяційних характеристик та ознак популяційної структури).

#### Бібліографічні посилання.

1. Skliar, V. G., & Skliar, Yu. L. (2003). Sistemnij pidhid do optimizacii ochoroni prirodnih kompleksiv [System approach to optimization of protection of natural complexes]. Ukrainian Botanical Journal, 60(4), 388–396 (in Ukrainian).
2. Zlobin, Yu. A. (2009). Populiatyonnaia ekolohiya rastenyi: sovremennoe sostoianye, tochky rosta [Population ecology of plants: the current state, in terms of growth]. Universytetska knyha, Sumy (in Ukrainian).
3. Zlobin, Yu. A. (2018). Algoritm ocinki vitalitetu osobin roslin i vitalitetnoi strukturi fitopopuljacij [An algorithm for assessing the vitality of plant individuals and the vitality structure of phytopopulations]. Chornomors'k. bot. z., 14(3), 213–226 (in Ukrainian).
4. Bondaryeva, L. M. (2004). Struktura populyacij kormovih zlakiv na zaplavnih lukah r. Sula za umov pasovishnoyi digresiji [Population structure of fodder cereals in the floodplain meadows of the river Sula under pasture digression]. Ukrayinskij botanichnij zhurnal, 61(4), 21–29 (in Ukrainian).
5. Bondaryeva, L. M., & Byelan, S. S. (2010). Porivnyalnij analiz vitalitetnoi strukturi populyacij cenozotvoryuyuchih zlakiv na teritoriyah zakaznikov zaplavi richki Suli ta na dilyankah iz antropogennim vikoristannjam [Comparative analysis of the vital structure of populations of pricing cereals in the territories of the reserves of the Sula River floodplain and in areas with anthropogenic use]. Visnik Sums'kogo nacionalnogo agrarnogo universitetu. Seriya «Agronomiya ta biologiya», 4(19), 15–21 (in Ukrainian).
6. Kyrylchuk, K. S. (2014). Populjacijna struktura *Medicago falcata* L. na zaplavnih lukah Lisostepovoi zony v umovah pasovishnih ta sinokisnih navantazhen' [Populations of *Medicago falcata* L. on flood plains in the forest-steppe zone in conditions of pasture and hay grazing]. Visnik Harkivs'kogo nacionalnogo universiteta imeni V. N. Karazina. Serija «Biologija», 20(1100), 305–314 (in Ukrainian).
7. Bondareva, L. M., Kyrylchuk, K. S., & Korovjakova, T. O. (2012). Reproduktyvne zusillja osnovnih gospodars'kih grup luchnih roslin na zaplavnih lukah Pivnichnogo Shodu Ukrainy v umovah paskval'nogo ta fenisicjal'nogo navantazhennja [Reproductive efforts of main economic groups of meadow plants on the flood plains of the North-East of Ukraine in conditions of catch and fenisicjal load]. Visnik Sums'kogo NAU. Serija «Agronomija i biologija», 9(24), 3–6 (in Ukrainian).

8. Spravochnik, V. I., Chopik, L. G., Dudchenko, & Krasnova, A. N. (1983). Dikorastushhie poleznye rastenija Ukrainy [Wild useful plants of Ukraine]. Naukova dumka, Kiev (in Russian).
9. Komarova, E. Je., Durnova, N. A., Kozina, P. A., Romanteeva, Ju. V., & Polukonova, N. V. (2014). Soderzhanie kumarinov v trave donnika lekarstvennogo *Melilotus officinalis* (L.) Pall., proizrastajushhego v raznyh rajonah Saratovskoj oblasti [The content of coumarins in the grass of *Melilotus officinalis* (L.) Pall., growing in different regions of the Saratov Region]. Bjulleten' Botanicheskogo Sada Saratovskogo Gosudarstvennogo Universiteta, 12, 71–75 (in Russian).
10. Lozhkin, A. V., & Sakanjan, E. I. (2006). Prirodnye kumariny: metody vydelenija i analiza (obzor) [Natural coumarins: methods of isolation and analysis (review)]. Himiko-farmaceuticheskij zhurnal, 40(6), 47–56 (in Russian).
11. Nikolaeva, V. V., Antropova, I. G., Phjo, M. U., Kurakina, E.S., & Fenin, A. A. (2014). Issledovanie antiradikal'noj aktivnosti kumarina i jekstrakta donnika lekarstvennogo [The study of the antiradical activity of coumarin and sweet clover extract]. Butlerovskie soobshhenija, 38(4), 10–15 (in Russian).
12. Erzyleva, T. V. (2015). Vlijanie rastitel'nyh polisaharidov na krov'i krovetvorenje v norme i pri patologii [The effect of plant polysaccharides on blood and hematopoiesis is normal and with pathology]. Nauka Molodyh, Eruditio Juvenium, 3, 97–102 (in Russian).
13. Kovaleva, A. M., Grud'ko, I. V., Il'ina, T. V., & Rusanova, S. V. (2010). Aromaticheskie soedinenija kornej donnika lekarstvennogo [Aromatic compounds of the roots of *Melilotus officinalis*]. Visnik Farmacii, 4, 59–61 (in Russian).
14. Martino, E., Ramaiola, I., Urbano, M., Bracco, F., Collina, S. (2006). Microwave-assisted extraction of coumarin and related compounds from *Melilotus officinalis* (L.) Pallas as an alternative to Soxhlet and ultrasound-assisted extraction. J. Chromatogr. A., 1125(2), 147–151.
15. Plesca-Manea, L., Parvu, A. E., Parvu, M., Taamas, M., Buia, R., Puia, M. (2002). Effects of *Melilotus officinalis* on acute inflammation. Phytother Res., 16(4), 316–319.
16. Teplytskaya, L., Yurkova, I., Sidyakin, A., & Zhupanov, I. (2011). Otrimannja kalusnoj kul'turi burkuna likars'kogo (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.) ta ii citomorfologichni osoblivosti [Receipt of callus cultures of *M. officinalis* and them cytomorphological features]. Scientific Notes of Taurida. Vernadsky National University. Series Biology, chemistry, 24(63), 284–290 (in Ukrainian).
17. Nalimova, N., & Efeykina, N. (2018). Ocenka morfologicheskikh, jekologicheskikh i populjacionno-ontogenicheskikh osobennostej lekarstvennogo rastenija *Melilotus officinalis* (L.) Pall [Assessment of morphological, ecological and population-ontogenetic features of a medicinal plant *Melilotus officinalis* (L.) Pall]. Acta medica Eurasica, 3, 40–49 (in Russian).
18. Zubtsova, I. V., & Skliar, Iu. L. (2017). Struktura flori dejakih grup roslin regional'nogo landshaftnogo parku «Sejms'kij» [Structure of the Flora of Some Groups of Plants of the Regional Landscape Park «Seimskyi»]. Lesya Ukrainka Eastern European National University Scientific Bulletin. Series: Biological Sciences, 13(362), 39–44 (in Ukrainian).
19. Andrienko, T. L. (2001). Zapovidni skarbi Sumshhini [Protected treasures of Sumy region]. Dzherelo, Sumi (in Ukrainian).
20. Zubtsova, I. (2017). Vitalitna struktura cenopopuljacij *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. na zaplavnih lukah Krolevets'ko-Gluhiv'skogo geobotanichnogo rajonu [Vitality structure of *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. cenopopulations' in Krolevets-Hlukhiv geobotanical region]. Visnik L'viv'skogo universitetu. Serija biologichna, 76, 112–119 (in Ukrainian).
21. Metody polevogo izuchenija lekarstvennyh rastenij (2007). [Methods of field study of medicinal plants]. Izdatel'skij centr «Nauka», Saratov (in Russian).
22. Zlobin, Yu. A. (1989). Principy i metody izuchenija cenopopuljacij rastenij [Principles and methods for studying plant coenopopulations]. Kazan University Press, Kazan (in Russian).
23. Tsarenko, O. M., Zlobin, Yu. A., Skliar, V. H., & Panchenko, S. M. (2000). Kompiuterni metody v silskomu hospodarstvi ta biolohii [Computer methods in agriculture and biology]. Universytetska knyha, Sumy (in Ukrainian).
24. Karmanova, I. V. (1976). Matematicheskiye metody izucheniya rosta i produktivnosti rastenij [Mathematical methods for studying plant growth and productivity]. Nauka, Moskva (in Russian).
25. Hunt, R. (1978). Plant growth analysis. Arnold, London.

**Zubtsova I. V.**, Assistant, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

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

**Melnytschuk S. D.**, Doctor (Biological Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

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

#### **VITALITY STRUCTURE OF CENOPOPULATIONS MELILOTUS OFFICINALIS (L.) PALL. UNDER THE CONDITIONS OF KROLEVETS-HLUKHIV GEBOTANICAL REGION**

The research results of the vitality structure of coenopopulations of *Melilotus officinalis* (L.) Pall. of various habitats on bottomland meadows of Krolevets-Hlukhiv geobotanical region are represented. The researches have been run since 2014 till 2019. The population analysis was used for six cenopopulations *Melilotus officinalis* (L.) Pall. They formed in the cenoses with dominating such species as *Festuca pratensis* Huds., *Elytrigia repens* L., *Phleum pratense* L., *Artemisia vulgaris* L., *Achillea submillefolium* Klokov & Krytzka, *Chelidonium majus* L., *Convolvulus arvensis* L.

The set of methods was used for statistical and mathematical processing of primary morphometric data. Based on the results of correlation and factor analysis, as key morphoparametres that determine vitality of *M. officinalis* individuals were selected: phytomass of the individual ( $W, g$ ), height ( $H, sm$ ), and area of the leaf surface ( $A, sm^2$ ). These figures are part of different correlation pleades, high variation and show a high factor loads.

All key morphometric parameters mentioned above were used for the determination of the correlation of various individuals of the vitality of plants in every species populations. The quality population index (Q) was performed as an integral evaluation index of

the vitality population. With the help of this index all populations were divided into three categories: prosperous, balanced or depressive.

The value of the quality index of the researched populations varied from 0.1000 to 0.5000, so they reached their maximum. Also, in one of the thriving populations (from the cenosis *Elytrigietum (repentis) artemisiosum (vulgaris)*), were represented only individuals of the highest (class "a") vitality. It should be noticed that both thriving populations formed in phytocenoses with the dominance of cereals and the co-dominance of motley grass.

Based on the results of vitality analysis, it was found that populations from the conenoses of *Elytrigietum (repentis) alchemillosum (submillefolium)*, *Elytrigietum (repentis) artemisiosum (vulgaris)*. And populations from the conenoses of *Festucetum (pratensis) elytrigosum (repenstis)* and *Chelidonetum (majus) convolvulosum (arvensis)* with the value of the quality index Q 0.2000 and 0.2333 can be considered as potential localities for harvesting of medicinal plants. Also, it should be noticed that the last two populations require particularly detailed monitoring of their population structure. The use of these populations must be stopped in the case of the shortening of their population quality index or other characteristics.

**Key words:** *Melilotus officinalis*, medicinal plants, coenopopulations, morphometric analysis, vitality structure, Krolevets-Hlukhiv geobotanical region.

**Зубцова И. В.**, ассистент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Скляр В. Г.**, доктор биологических наук, профессор, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Мельничук С. Д.**, доктор биологических наук, профессор, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Бондарева Л. Н.**, кандидат биологических наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

#### **ВИТАЛИТЕТНАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ MELILOTUS OFFICINALIS (L.) PALL. В УСЛОВИЯХ ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ КРОЛЕВЕЦКО-ГЛУХОВСКОГО ГЕБОТАНИЧЕСКОГО РАЙОНА**

Представлены результаты исследования виталитетной структуры шести ценопопуляций *Melilotus officinalis (L.) Pall* различных местообитаний в пределах пойменных лугов Кролевецко-Глуховского геоботанического района. Использован комплекс методов статистическо-математической обработки первичных морфометрических данных. По результатам корреляционного и факторного анализов выбраны ключевые морфопараметры, которые детерминируют виталитет особей *M. officinalis*: общая фитомасса ( $W$ , г), высота ( $H$ , см) и общая площадь листовой поверхности ( $A$ , см<sup>2</sup>). Эти морфопараметры не относятся к одной корреляционной плеяде, отличаются достаточно высокими значениями вариации и статистически достоверной изменчивостью в исследуемых популяциях. Также они характеризуются наибольшей и статистически достоверной факторной нагрузкой.

На основе результатов виталитетного анализа, установлено, что как потенциальные локалитеты регламентируемой заготовки лекарственного сырья, могут рассматриваться популяции из сообществ *Elytrigietum (repentis) alchemillosum (submillefolium)* и *Elytrigietum (repentis) artemisiosum (vulgaris)*. А также популяции из сообществ *Festucetum (pratensis) elytrigosum (repenstis)* и *Chelidonetum (majus) convolvulosum (arvensis)*, которые относятся к равновесным по типу виталита (с индексом качества Q 0,2000 и 0,2333 соответственно). Также следует отметить, что последние две популяции требуют особо детального мониторинга их популяционной структуры и в случае появления тенденции к снижению значений индекса качества популяций или других характеристик, их хозяйственное использование должно быть прекращено.

**Ключевые слова:** *Melilotus officinalis*, лекарственные растения, ценопопуляция, морфометрический анализ, виталитетная структура, Кролевецко-Глуховский геоботанический район.

Дата надходження до редакції 16.05.2019 р.

## ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ У ЛІСОПАРКОВИХ НАСАДЖЕННЯХ М. КИЄВА

Кременецька Євгенія Олексіївна

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

Мельник Андрій Васильович

доктор сільськогосподарських наук, професор  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0001-7318-6262  
melnyk\_ua@yahoo.com

Пробні площі закладалися у корінних лісостанах стиглого та перестійного віку в умовах  $A_2$ ,  $B_2$ ,  $B_3$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $D_2$ . Клімаксові лісостани збереглися завдяки існуванню лісопаркового поясу м. Києва. Вони сформовані *Pinus sylvestris* L. та *Quercus robur* L. і є своєрідними еталонами продуктивності та біологічної стійкості.

У дерново-підзолистих глинисто-піщаних ґрунтах закономірним є зниження насиченості ґрунтового-поглинального комплексу (ГПК) катіонами лужно-земельних металів та водню від нижніх до верхніх шарів, відсутним є їхнє зростання при близькому заляганні моренних відкладів. Поверхневі шари вирізняються значними величинами, внаслідок акумуляції основ у процесі біокругообігу – до 3,3 мг-екв. на 100 г ґрунту.

У  $B_2^{III}$  у гумусово-елювіальному шарі величина суми поглинутих основ досягає 5,25 мг-екв. на 100 г ґрунту, ємкість поглинання – 10,41, у  $B_2$  та  $B_2^{II}$  сума поглинутих основ є незначною – 0,10–2,01, ємкість поглинання – 2,33–9,07 мг-екв. на 100 г ґрунту. Ступінь насичення основами у  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $D_2$  – до 82 %.

Величина  $pH_{H_2O}$  у верхніх шарах дерново-підзолистих ґрунтів має слабокислу реакцію у  $A_2$ , середньокислу – у  $B_2^{II}$ ,  $B_2^{III}$ , наближену до нейтральної – у  $C_2$ ,  $C_3$ . Величина  $pH_{H_2O}$  збільшується із зростанням участі *Q. robur* L. у складі деревостанів, сприяє розвитку мікоризних грибів, живленню *P. sylvestris* L.

Величина  $pH_{KCl}$  у поверхневому шарі ґрунту під сосновими насадженнями знаходиться у межах сильнокислої (4,0–4,5), під сосново-дубовими – коливається між сильнокислою та слабокислою (4,6–5,2).

Досліджувані корінні лісостани характеризуються високим лісорослинним ефектом, який можна пояснити сприятливими величинами фізико-хімічних властивостей ґрунтів ( $pH_{H_2O}$ ,  $pH_{KCl}$ , сума поглинутих основ, ємкість поглинання, ступінь насичення основами). Отримані дані дозволяють скласти уяву про лісорослинний потенціал ґрунтів у вказаному регіоні та можуть бути врахованими у національній базі даних щодо лісових ґрунтів.

**Ключові слова:** лісові екосистеми, лісовий ґрунт, властивості ґрунтів, стиглі ліси, Україна.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.1-2.3>

**Вступ.** На сучасному етапі розвитку людства питання здоров'я лісів на планеті набуває особливого значення. Клімаксові ліси являють собою своєрідні еталони щодо продуктивності та біологічної стійкості, тому потребують уваги вчених. Важливим компонентом лісостану є лісовий ґрунт, оскільки ріст та продуктивність лісових біогеоценозів значною мірою залежать від лісорослинних властивостей ґрунтів [1]. Лісовий ґрунт старовікових лісостанів природного походження обумовлює високий лісорослинний ефект цих лісів. В умовах України клімаксові ліси збереглися переважно на територіях природно-заповідного фонду та у лісопаркових госпчастинах лісів зелених зон міст та селищ. Лісопарковий пояс м. Києва займає територію на межі Полісся та Лісостепу України, тому характеризується різноманітними лісорослинними умовами (від борів до дібров) та лісовими насадженнями, які формуються у цих умовах. Вивчення фізико-хімічних властивостей ґрунтів, які були сформовані під старовіковими корінними лісостанами дозволить скласти уяву про лісорослинний потенціал ґрунтів в умовах певної території. Отримані дані у подальшому можуть бути враховані у національній базі даних щодо лісових ґрунтів. У Швеції подібна інформація накопичується у базі даних щодо показників ґрунту та клімату [2].

Родючість лісових ґрунтів можна визначити як сукупність фізичних, хімічних та біологічних факторів, що характеризують здатність ґрунту продукувати біомасу [3]. Академік П. С. Погребняк був переконаний у тому, що «хімічна родючість» ґрунтів визначається, у першу чергу, показниками фізико-хімічних та агрохімічних властивостей ґрунтів. Цим видатним українським лісівником-науковцем припущено та доведено той факт, що наявність трофогенного ряду обумовлена формуванням ґрунтів із різною хімічною родючістю. Найбільш виразним є показник «сума поглинутих основ», який вказує на кількість ґрунтових колоїдів. До допоміжних показників ґрунтової родючості віднесено: «ємкість поглинання» та «кількість рухливих форм»  $P_2O_5$  та  $K_2O$  [4].

Терміни «якість ґрунтів» та «здоров'я ґрунтів» використовуються синонімічно, вони пов'язані з показниками щодо оцінки стану ґрунту (органічний вуглець ґрунту, збагаченість ґрунту поживними речовинами, ґрунтова біота тощо) [5]. Ґрунтознавцями встановлені взаємовідносини між типами лісорослинних умов та родючістю мінеральної та органічної складових лісових ґрунтів [6].

До об'єктивних показників типів лісорослинних умов належать також: кількість фізичної глини та гумусу (в т·г<sup>-1</sup>),



запас поживних речовин (в кг·га<sup>-1</sup>) та запас продуктивної вологи (в мм) у шарі ґрунту глибиною 0–100 см [7], механічний склад ґрунту та глибина максимального скупчення коріння дерев [8–10], глибина гумусованих горизонтів ґрунту [11], величина кислотності (рН) ґрунту [12–15].

Органічна речовина, у т. ч. гумус здійснює множинні сприятливі впливи на фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунтів [16]. Підтверджено загальну тенденцію щодо підкислюючого впливу лісових насаджень – величина рН<sub>KCl</sub> зменшується від 4,4–5,3 до 3,0 [17].

Індійські дослідники порівнювали ґрунти під час різних видів використання земель (ліс, сад, плантація, сільгоспугіддя) за такими показниками: індекс родючості ґрунту, коефіцієнт оцінки ґрунтів, наявні поживні речовини, обмінні катіони, мікробна активність тощо [18]. Найкращими виявилися показники ґрунтів, на яких зростають ліси.

Мета досліджень полягала в аналізі фізико-хімічних властивостей ґрунтів (рН<sub>NH2O</sub>, рН<sub>KCl</sub>, сума поглинутих основ, ємкість поглинання, ступінь насичення основами) під корінними лісостанами стиглого та перестійного віку, які зростають в різних типах лісорослинних умов (А<sub>2</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, С<sub>2</sub>, С<sub>3</sub>, D<sub>2</sub>) у лісопаркових насадженнях м. Києва та поясненні причин високого лісорослинного ефекту цих лісостанів.

**Матеріали і методи досліджень.** Об'єкт дослідження – фізико-хімічні властивості ґрунтів під лісостанами у різних типах лісорослинних умов. Предмет

дослідження – стиглі та перестійні лісові насадження, які зростають у лісопарковому поясі міста Києва.

Пробні площі закладалися в корінних лісостанах стиглого та перестійного віку в різних типах лісорослинних умов – А<sub>2</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, С<sub>2</sub>, С<sub>3</sub>, D<sub>2</sub>. Вони розташовувалися в межах характерної для типу деревостану парцели. За Н. І. Базилевич та ін. [19] для досліджень підбиралася ділянка з деревостаном, який був би однорідним за всіма таксаційними показниками. Розподіл дерев за площею повинен бути рівномірним. Пробні площі (ПП) розміщувалися на відстані не менше ніж 30 метрів від кварталних просік, доріг та відкритих стін лісу. Їхня форма приймалася прямокутною – з відношенням сторін 1:2.

Враховуючи високі вікові стадії розвитку корінних лісостанів доцільно було не дотримуватися нормативів, що діють під час проведення лісотаксаційних досліджень. Закладка ПП проводилася з урахуванням вимог Д. В. Воробйова [20], Л. Є. Родіна, Н. П. Ремезова, Н. І. Базилевич [21] стосовно вивчення стиглих та перестійних лісостанів. Величина ПП дорівнювала 0,5 га. Саме такий розмір (50×100 м) дозволив врахувати парцелярну структуру лісостанів та стадію рекреаційної дигресії.

Лісівницько-таксаційну характеристику пробних площ та місця їхньої локації наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Лісівницько-таксаційна характеристика пробних площ

№№ ПП	Тип лісу	Місцезнаход-ження ПП	Ярус	Склад порід	Вік, років	Повнота	Бонітет
1	A <sub>2</sub> C	ЛПГ "К-3", Дачне, кв.81, в.4	1	10Сз	95	0,48	III
2	B <sub>2</sub> <sup>II</sup>	СЛПГ, Пуща-Водицьке, кв. 36, в. 3	1	10Сз	140	0,65	II
3	B <sub>2</sub> <sup>II</sup>	ЛПГ "К-3", Дачне, кв.76, в. 12	1	10Сз+Бп	140	0,57	II
4	B <sub>2</sub> <sup>II</sup>	ДЛПГ, Дніпровське, кв.31, в. 36	1	10Сз	130	0,71	II
5	B <sub>2</sub> <sup>II</sup>	СЛПГ, Межигірське, кв. 68, в. 7	1	10Сз	140	0,44	I
6	B <sub>2</sub> <sup>II</sup>	ДЛПГ, Микільське, кв.45, в. 9	1	10Сз+Дз	150	0,60	II
7	B <sub>2</sub> <sup>III</sup>	БЛДС, Дзвінківське, кв. 9, в. 7	1	10Сз+Бп	165	0,86	Ia
			2	8Дз2Лпд+Клг, Взг, Гз	90	0,24	
8	B <sub>3</sub> ДС	ЛПГ "К-3", Дачне, кв. 64, в. 17	1	10Сз	120	0,68	I
9	С <sub>2</sub> ГДС	СЛПГ, Київське, кв. 51, в. 7	1	9Сз1Дз+Бп	150	0,69	I
10	С <sub>2</sub> ГДС	ДЛПГ, Микільське, кв. 35, в. 5	1	7Сз3Дз	150	0,42	I
11	С <sub>2</sub> ГДС	СЛПГ, Київське, кв. 57, в. 2	1	8Дз2Сз	110	0,78	II
12	С <sub>2</sub> ГДС	ДЛПГ, Броварське, кв. 60, в. 11	1	10Дз+Сз	110	0,78	I
13	B <sub>2</sub> <sup>II</sup>	БЛДС, Боярське, кв. 33, в. 8	1	10Сз	160	0,73	II
14	С <sub>3</sub> ГДС	ДЛПГ, Білодібровне, кв. 40, в.1	1	8Сз2Дз	160	0,58	Ia
			2	6Взг4Клг	70	0,30	
15	С <sub>3</sub> ГДС	СЛПГ, Святошинське, кв. 94, в. 4	1	10Дз+Сз,Ос	110	0,83	I
16	С <sub>3</sub> ГДС	СЛПГ, Межигірське, кв. 60, в. 11	1	10Дз+Сз	95	0,60	I
17	D <sub>2</sub> ГД	ЛПГ "К-3",Голосієвське, кв. 43, в. 2	1	10Дз	140	0,69	II

\*Примітка. Лісопаркові господарства: ДЛПГ – Дарницьке ЛПГ; СЛПГ – Святошинське ЛПГ; ЛПГ "К-3" – ЛПГ "Конча-Заспа". БЛДС – Боярська лісова дослідна станція.

Оцінка фізико-хімічних властивостей ґрунтів включала визначення: рН водної та сольової витяжки –

іономіром універсальним ЭВ-74, гідролітичної кислотності – за Каппеном, суми поглинутих основ – за Каппеном-

Гільковицем.

Зразки ґрунту відбиралися з липня по вересень (при умові сухої погоди), тобто в осінній строк переданабіотичного періоду. Обмеження глибини відбору мішаних зразків в межах одного метра можна пояснити тим, що більша кількість всисних корінців розміщена, за І. І. Смольяніновим [22], саме до глибини 0,7–1,0 м. Після закладання ґрунтового розрізу із кожного генетичного горизонту до глибини 100 см відбиралися зразки ґрунту: для визначення об'ємної маси – у непорушеному стані за допомогою ґрунтових циліндрів об'ємом 500 см<sup>3</sup> (з 5-разовою повторністю), для лабораторних досліджень готувалися мішані зразки.

При морфологічному описі ґрунтового розрізу встановлювалася середина кожного генетичного горизонту. На стінку ґрунтової товщі по відношенню до цієї лінії, відступаючи вверх та вниз по 5 см, наносили границі генетичного горизонту. В межах цієї границі відбирався індивідуальний зразок. Він ретельно перемішувався на листі паперу. Далі склянкою відмірялася середня проба біля 200 см<sup>3</sup> і зсипалася у мішечок. Таким чином готувалися й 2-й, 3-й, 4-й, 5-й індивідуальні зразки. Для отримання мішаного зразку вони зсипалися разом та ретельно перемішувалися. Підготовка відібраного мішаного зразку до лабораторного аналізу зводилася до видалення з нього домішок та новоутворень, висушування при кімнатній температурі до повітряно-сухого стану та просівання через сито з діаметром отворів 1,0 мм [23].

**Результати та їх обговорення.** Лісопаркові насадження м. Києва зростають на межі Полісся та Лісостепу України, тому вони характеризуються різноманітними типами лісорослинних умов. Найбільш розповсюдженими є едатопи: свіжий субір (В<sub>2</sub>), свіжий сугруд (С<sub>2</sub>), вологий сугруд (С<sub>3</sub>). Корінні лісостани бідної відміни свіжого субору (В<sub>2</sub><sup>II</sup>) – сосняки I–III бонітетів, середньої відміни свіжого субору (В<sub>2</sub><sup>III</sup>) – сосняки Ia–II бонітетів, багаті відміни свіжого субору (В<sub>2</sub><sup>IV</sup>) – сосняки Ia бонітету із другим ярусом із *Q. robur*, добре

розвиненим підліском *Coryllus avellana* L. В умовах свіжого та вологого сугруду коріння насадження мають 2 яруси: перший – створений *P. sylvestris* I–Ia бонітетів зі значною участю *Q. robur*, другий – сформований *Q. robur*, *Tilia cordata* Mill., *Acer pseudoplatanus* L. та *Sorbus aucuparia* L., а також підростом із *Betula pendula* Roth. Невеликі площі займають сухі та свіжі борові умови (А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>), де зростають сосняки III бонітету. У свіжій діброві корінними є дубняки II–III бонітету з другим ярусом із *Carpinus betulus* L., *T. cordata*, *A. pseudoplatanus* та підліском із *C. avellana*, *Acer tataricum* L., *Euonymus verrucosa* Scop., *E. europaea* L.

Детальне вивчення ґрунтових умов засвідчило, що корінні насадження лісопаркового поясу м. Києва в умовах борів, суборів та сугрудів зростають на дерново-слабопідзолистих свіжих глинисто-піщаних або супіщаних ґрунтах, які сформувалися на флювіогляціальних наносах та на різній глибині мають суглинкові прошарки неоднакової товщини, іноді підстилаються мореною. В окремих едатопах трапляються дерново-підзолисті глеуваті глинисто-піщані ґрунти (В<sub>3</sub>) та глеуваті супіщані (С<sub>3</sub>). У свіжому груді переважають сірі лісові суглинки, які утворилися на лесі.

За даними табл. 2 в умовах А<sub>2</sub> на пробній площі № 1 (ПП №1) кислотність водної витяжки (рН<sub>Н20</sub>) генетичних горизонтів ґрунту слабокисла (6,0) з незначним коливанням у бік нейтральної в елювіальному горизонті (6,2) та слабокислою у материнській породі (5,9). За величиною сольової витяжки (рН<sub>КСІ</sub>) поверхневий 0–20 см шар ґрунту сильнокислий, а всі нижче розташовані – слабокислі. Поверхневий шар ґрунту характеризується також найбільшою гідролітичною кислотністю (5,8) та ємкістю поглинання (8,55 мг-екв. на 100 г ґрунту). У боровому піску материнська порода має незначну суму основ, близько 3,6 мг-екв. на 100 г ґрунту. Це у декілька разів більше, ніж у вище розташованих шарах ілювіального горизонту, використаних попередньою життєдіяльністю соснового лісостану.

Таблиця 2

Фізико-хімічні властивості ґрунтів в умовах свіжого бору

Глибина взяття зразків, см	рН		Гідролітична кислотність	Сума поглинутих основ мг-екв. на 100 г ґрунту	Ємкість поглинання	Ступінь насичення основами, %
	Н <sub>2</sub> O	КСІ				
Пробна площа № 1						
0–20	5,0	4,0	5,80	2,75	8,55	32,3
2–50	5,0	5,2	1,76	0,90	2,66	34,0
50–64	6,2	5,3	1,05	0,40	1,45	27,6
64–100	5,9	5,1	0,88	3,61	1,49	59,1

Наведені у табл. 3 дані свідчать про те, що дерново-підзолисті ґрунти свіжого субору мають кислу реакцію. Такий рівень кислотності можливий при надходженні значної кількості органічних кислот у процесі розкладу лісової підстилки. Актуальна та обмінна кислотності гумусово-елювіального горизонту в умовах В<sub>2</sub><sup>II</sup> вирізняються дещо

більшими значеннями – перша коливається в межах слабокислої (5,0–5,8), а друга змінюється від 3,9 до 4,8. Кислотність має тенденцію до нейтралізації з глибиною ґрунту. Так, у нижче розташованих горизонтах рН<sub>Н20</sub> досягає величини 6,1, а рН<sub>КСІ</sub> – 5,7.

Таблиця 3

## Фізико-хімічні властивості ґрунтів в умовах свіжого субору

Глибина взяття зразків, см	рН		Гідролітична кислотність	Сума поглинутих основ	Ємкість поглинання	Ступінь насичення основами, %
	H <sub>2</sub> O	KCl				
мг-екв. на 100 г ґрунту						
Середня відміна свіжого субору (B <sub>2</sub> <sup>III</sup> )						
Пробна площа №2						
0–14	4,7	4,0	7,74	0,10	7,84	1,3
14–33	5,5	5,0	2,46	0,10	2,56	3,9
33–69	5,6	5,1	1,32	0,20	1,52	13,2
69–93	6,3	5,2	0,70	0,50	1,20	41,7
93–100	6,1	5,3	0,53	1,50	2,03	74,1
Пробна площа №3						
0–7	5,3	4,8	8,97	0,10	9,07	1,1
7–35	5,7	4,8	2,29	2,01	4,30	46,8
35–60	5,8	5,3	0,96	0,50	1,46	34,2
60–100	6,1	5,3	0,70	0,70	1,40	50,0
Пробна площа №4						
0–8	5,8	4,5	-	0,88	-	-
8–12	5,9	5,2	1,93	0,40	2,33	17,2
12–51	6,0	5,2	0,88	0,50	1,38	36,4
51–100	6,0	5,3	0,57	0,60	1,17	51,4
Пробна площа №5						
0–5	5,0	4,4	5,63	0,10	5,73	1,8
5–16	5,5	4,8	2,33	1,00	3,33	30,1
16–51	5,7	5,2	1,93	1,30	3,23	40,3
51–100	6,1	5,3	0,53	1,00	1,53	65,6
Пробна площа №6						
0–9	5,1	3,9	-	0,47	-	-
9–34	5,3	4,7	2,98	1,30	4,28	30,4
34–72	6,0	5,2	1,75	0,50	2,25	22,2
72–100	6,0	5,7	0,44	0,35	0,79	44,4
Багата відміна свіжого субору (B <sub>2</sub> <sup>III</sup> )						
Пробна площа №7						
0–5	4,9	4,3	5,16	5,25	10,41	50,4
5–10	4,8	4,0	5,60	3,05	8,65	35,3
20–30	5,3	4,4	2,59	0,40	2,99	20,0
60–70	4,6	3,7	4,11	3,70	7,81	47,1

Дані ґрунти характеризуються незначною сумою поглинутих основ. Помітним є те, що цей показник збільшується паралельно наростанню трофності ґрунту, набуваючи максимуму у B<sub>2</sub><sup>III</sup> – 5,25 мг-екв. на 100 г ґрунту. У ґрунтах бідної та середньої відміни свіжого субору цей показник не перевищує 2,0 мг-екв. на 100 г ґрунту.

Ємкість поглинання знижується від верхніх горизонтів ґрунтового профілю до нижніх. Виключення належить багатій відміні свіжого субору (B<sub>2</sub><sup>III</sup>), де на глибині 60–70 см вона зростає у 2,5 рази, порівняно з вище розташованим горизонтом. Це явище можна пояснити близьким заляганням морени, якій притаманним є підвищений вміст основ. Крім того, цей приклад цікавий тим, що ступінь насичення

основами на глибині 60–70 см є майже однаковим із наведеним у поверхневому 5-см шарі – близько 50 %.

У дерново-підзолистих ґрунтах в результаті вимивання основ атмосферними опадами та біологічного виносу за участі густої мережі деревного коріння із верхніх горизонтів, основи накопичуються у нижніх.

Звертає на себе увагу величина рН<sub>KCl</sub>, у поверхневому шарі вона дорівнює 4,2. Спираючись на дані табл. 4, можна відмітити, що, в цілому, величини фізико-хімічних властивостей цих ґрунтів відповідають закономірностям, які були встановлені для дерново-слабопідзолистих глеуватих ґрунтів [24].

Таблиця 4

## Фізико-хімічні властивості ґрунтів в умовах вологого субору

Глибина взяття зразків, см	рН		Гідролітична кислотність	Сума поглинутих основ	Ємкість поглинання	Ступінь насичення основами, %
	H <sub>2</sub> O	KCl				
мг-екв. на 100 г ґрунту						
Пробна площа №8						
0–20	5,2	4,2	8,27	0,20	8,47	2,4
20–50	5,7	5,0	3,01	1,82	4,83	37,7
50–62	6,1	5,2	1,40	0,50	1,90	26,3
62–100	6,1	5,3	0,70	0,70	1,40	50,0

Дерново-середньопідзолисті ґрунти свіжого сугруду є менш кислими, порівняно з дерново-слабopідзолистими ґрунтами свіжих суборів, хоча ступінь розвитку підзолистого процесу є більш глибоким. Можливо, такий стан пов'язаний з відсутністю оглеєння та незначним вмістом рухомого

алюмінію. Однією з причин такого поліпшення ґрунтових умов є те, що розклад органічних решток відбувається у аеробних умовах.

В табл. 5 наведено дані для порівняння величини рН<sub>Н20</sub> поверхневого шару ґрунту в умовах С<sub>2</sub>.

Таблиця 5

Фізико-хімічні властивості ґрунтів в умовах свіжого сугруду

Глибина взяття зразків, см	рН		Гідролітична кислотність	Сума поглинутих основ	Ємкість поглинання	Ступінь насичення основами, %
	H <sub>2</sub> O	KCl				
Пробна площа №9						
0–17	5,0	4,2	9,01	0,58	9,59	6,0
17–38	5,9	5,3	1,75	3,30	4,05	56,8
38–55	5,8	5,2	0,88	1,20	2,08	57,8
55–100	6,0	5,3	0,44	0,30	0,74	40,7
Пробна площа №10						
0–12	5,5	5,2	7,04	0,78	7,82	9,9
12–52	5,8	5,2	1,93	2,11	4,04	52,2
52–73	6,0	5,1	1,23	0,50	1,73	29,0
73–100	5,9	5,3	1,75	1,60	3,35	47,8
Пробна площа №11						
0–16	5,7	4,6	5,63	1,80	7,43	24,2
16–21	6,5	5,2	1,76	0,20	1,96	10,3
21–60	5,6	5,2	1,73	0,20	1,93	10,4
60–87	5,8	5,4	0,79	0,70	1,49	47,1
87–100	6,4	5,6	0,44	0,50	0,94	53,3
Пробна площа №12						
0–10	5,9	5,0	5,80	3,33	9,13	36,4
9–58	5,3	4,6	2,98	0,50	3,48	14,4
58–82	5,4	4,8	2,46	1,60	4,06	39,5
82–90	6,4	4,5	0,53	2,30	2,83	81,4
90–100	5,6	4,6	2,74	2,83	5,57	50,8

Помітно, що слабoкисла реакція змінюється в бік нейтральної пропорційно щодо збільшення у складі деревостанів участі *Q. robur*. Якщо розглянути цю особливість детальніше, то можна простежити наступний ряд величин рН<sub>Н20</sub> згідно зі співвідношенням часток *Q. robur* та *P. sylvestris* у складі деревостану: одна частка *Q. robur* та дев'ять часток *P. sylvestris* – 5,0; три частки *Q. robur* та сім часток *P. sylvestris* – 5,5; вісім часток *Q. robur* та 2 частки *P. sylvestris* – 5,7; десять часток *Q. robur* – 5,9.

Приблизно таким же чином змінюється гідролітична кислотність – від 9,0 до 5,8 мг-екв. на 100 г ґрунту. З цього ряду випадає величина показника, що дорівнює 7,0 мг-екв. на 100 г ґрунту. На нашу думку, таке завищення гідролітичної кислотності у ґрунті під чисто дубовим деревостаном викликане процесом оглеєння ґрунтового профілю.

Суми поглинутих основ під різними деревостанами є близькими за величинами. Вони змінюються від 0,2 до 3,3 мг-екв. на 100 г ґрунту. Ємкість поглинання має найбільші величини у поверхневому шарі. Її величина зменшується з глибиною ґрунтового профілю. Ступінь насичення основами є значним майже у всіх генетичних горизонтах.

На основі даних табл. 6, можна сказати, що фізико-хімічні властивості ґрунтів в умовах вологого сугруду мають певні відміни. В першу чергу, це стосується величин актуальної кислотності, які помітно відрізняються у поверхневому шарі. Слід зауважити, що живий надґрунтовий покрив та підлісочний ярус в умовах вологого сугруду представлені практично тими самими видами, що і у лісостанах свіжого сугруду.

Таблиця 6

## Фізико-хімічні властивості ґрунтів в умовах вологого сугруду

Глибина взяття зразків, см	рН		Гідролітична кислотність	Сума поглинутих основ	Ємкість поглинання	Ступінь насичення основами, %
	H <sub>2</sub> O	KCl				
Пробна площа №13						
0–16	5,3	5,9	4,56	0,10	4,66	2,2
16–58	5,2	5,4	4,28	5,40	9,68	55,8
58–100	4,6	4,2	8,49	15,49	23,98	64,6
Пробна площа №14						
0–9	5,4	3,9	9,52	1,39	10,91	12,8
9–19	5,9	5,3	2,29	3,52	5,81	60,6
19–75	5,7	5,0	1,93	1,00	2,93	34,2
75–100	6,2	5,4	1,41	2,52	3,93	64,1
Пробна площа №15						
0–12	6,4	4,8	3,87	1,80	5,67	31,7
12–32	5,4	4,6	2,98	2,21	5,19	42,5
32–62	5,8	4,1	1,32	0,50	1,82	27,6
62–85	6,2	4,9	0,44	0,90	1,34	67,3
85–100	6,3	5,4	1,06	4,94	6,00	82,4
Пробна площа №16						
0–4	5,9	4,6	7,04	1,29	8,33	15,5
4–21	5,4	4,8	2,63	2,01	4,64	43,2
21–36	5,6	4,7	2,02	0,30	2,32	13,0
36–66	5,9	5,2	2,37	0,30	2,67	11,3
66–100	6,1	4,9	1,32	0,20	1,52	13,2

У забезпеченні рівня кислотності ґрунту вирішальну роль відіграє щорічний опад деревостану. Отже, в цих умовах, величина рН<sub>H<sub>2</sub>O</sub> залежить від складу деревостану, яка є переважно слабокислою, інколи – близькою до нейтральної. Допоміжну роль у створенні такої реакції відіграє підлісочний ярус, який сформований переважно видами (*C. avellana*, *E. verrucosa*, *Sambucus nigra* L.), опад яких спричиняє інтенсивний підлугуючий вплив на лісову підстилку та ґрунт [25].

У поверхневому шарі ґрунтів реакція актуальної кислотності є різною. Під впливом 110-річного деревостану із *Q. robur* з домішкою *P. sylvestris* та *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., реакція рН<sub>H<sub>2</sub>O</sub> наближається до нейтральної (6,4). Під двоярусним деревостаном з переважанням *P. sylvestris* у першому ярусі та значною участю *A. platanooides* – у другому, реакція рН<sub>H<sub>2</sub>O</sub> знаходиться в межах слабокислої (5,4). Із літературних джерел [26] відомо, що *P. sylvestris* та *A. platanooides* відносяться до порід-підкислювачів ґрунту. Реакція рН<sub>H<sub>2</sub>O</sub>, яка була близькою до нейтральної у поверхневому шарі, з глибиною стає слабокислою (5,4–5,8), а у морені знову наближається до нейтральної (6,2–6,3).

Обмінна кислотність верхніх генетичних горизонтів є слабокислою та середньокислою. У моренному суглинку

набуває сильнокислої реакції (рН<sub>H<sub>2</sub>O</sub> – 4,6; рН<sub>KCl</sub> – 4,2).

Погребняк П. С. у роботі “Дослідження ґрунтів і кореневих систем в лісах Полісся Української РСР” [4] пояснював такий випадок тим, що у шарі валунного суглинку (починається з глибини 58 см), збільшується кількість висмих корінців. Вони перехоплюють основи, що вивмиаються із підстилки та верхнього шару ґрунту. А це впливає на підвищення гідролітичної кислотності – від 4,28 до 8,49 мг-екв. на 100 г ґрунту, суми поглинутих основ – від 5,40 до 15,49 та ємкості поглинання – від 9,68 до 23,98 мг-екв. на 100 г ґрунту.

За даними табл. 7, значення рН<sub>H<sub>2</sub>O</sub> генетичних горизонтів ґрунтового розрізу відповідають закономірностям, які були встановлені П. С. Погребняком для ґрунтів дібровного (грудового) типу [4]. Реакція лісової підстилки (в умовах свіжого гуду) і продуктів її розкладу найчастіше буває нейтральною [27]. Величина рН<sub>H<sub>2</sub>O</sub> набуває максимального значення (6,6) у гумусово-елювіальному горизонті, який є пухким та добре аерованим. Від нього донизу йде швидке підкислення реакції. У шарі 20–40 см виявлений мінімум рН<sub>H<sub>2</sub>O</sub> (4,7), що простягається і нижче. Деяка нейтралізація відмічена при наближенні до ґрунотвірної породи (5,4–6,0).

Таблиця 7

## Фізико-хімічні властивості ґрунтів в умовах свіжого гуду

Глибина взяття зразків, см	рН		Гідролітична кислотність	Сума поглинутих основ	Ємкість поглинання	Ступінь насичення основами, %
	H <sub>2</sub> O	KCl				
Пробна площа №17						
0–20	6,6	4,8	7,95	5,70	13,65	41,8
20–40	4,7	4,5	9,01	8,89	17,90	41,6
40–62	5,4	4,1	4,42	7,68	12,10	63,5
62–100	6,0	4,4	2,48	4,25	6,73	63,2

Поверхневий шар характеризується також максимальними значеннями рН<sub>KCl</sub>, яка має середньокислу

реакцію (4,8). Із глибиною вона поступово зменшується, досягаючи мінімального значення в елювіальному горизонті,

де  $pH_{KCl}$  є сильнокислою (4,1). Порівняно висока гідролітична кислотність верхніх горизонтів (7,95–9,01 мг-екв. на 100 г ґрунту), як правило, обумовлюється дією органічних кислот. Зменшення її величини у глибших горизонтах (4,48–2,48) викликане карбонатністю ґрунтової породи – лесовидними суглинками.

У 2006 році Є. О. Кременецькою [28] здійснювалося порівняння (для умов Дзвінківського лісництва Боярської ЛДС Київської області) фізико-хімічних та агрохімічних властивостей ґрунту у середньовікових штучних соснових насадженнях мішаного складу із старовіковими ксировими лісосотанами. Встановлено, що фізико-хімічні властивості ґрунту під 40-річними штучними сосновими насадженнями ще не набули величин, які притаманні природним еталонним лісам перестійного віку, що зростають в аналогічних умовах – у багатій відміні свіжого субору (едатоп  $B_2^{III}$ ).

**Висновки.** Серед лісосотанів, які зростають в умовах свіжого субору (едатоп  $B_2$ ) характеризуються найбільшими величинами суми поглинутих основ та ємкості поглинання (відповідно 5,25 мг-екв. на 100 г ґрунту та 10,41 мг-екв. на 100 г ґрунту), які були встановлені в гумусово-елювіальному шарі багатой різниці (едатоп  $B_2^{III}$ ). У едатопах  $B_2$  та  $B_2^{II}$  сума поглинутих основ є незначною – 0,10–2,01 мг-екв. на 100 г ґрунту, при цьому ємкість поглинання становить 2,33–9,07 мг-екв. на 100 г ґрунту. Для умов досліджуваних лісосотанів, які зростають у свіжому сугруді (едатоп  $C_2$ ) встановлено, що акумуляція основ, які були поглинуті у процесі біокругообігу, є найвищою у поверхневих шарах – до 3,3 мг-екв. на 100 г ґрунту. Суми поглинутих основ у верхніх шарах ґрунтових розрізів є близькими за значеннями, аналогічну залежність встановлено також для величин ємкості поглинання.

Дані про  $pH_{H_2O}$  свідчать, що розглянуті ґрунти, в основному, мають слабокислу реакцію у верхніх шарах. З глибиною ґрунтової товщі простежується загальна тенденція до нейтралізації її кислотності. Слабокисла реакція  $pH_{H_2O}$  поверхневого шару ґрунту в умовах  $B_2^{II}$ ,  $B_2^{III}$  відхиляється у бік середньокислої, а в  $C_3$  – нейтральної. Дерново-середньопідзолисті ґрунти свіжих сугрудів є менш кислими, ніж дерново-слабопідзолисті ґрунти свіжих суборів завдяки відсутності оглеєння та незначному вмісту рухомого алюмінію.

Найбільша кількість обмінних іонів водню та алюмінію спостерігається у поверхневому шарі – величина гідролітичної кислотності складає 9,52 мг-екв. на 100 г ґрунту. Ємкість поглинання цього шару найвища серед досліджуваних ґрунтів – 10,91 мг-екв. на 100 г ґрунту. За ступенем насичення основами вирізняється ґрунтова товща, де вміст цього показника коливається від 27,6 % – в елювіюваній материнській породі до 82,4 % – у моренному супіску.

Ґрунт вологого субору (едатоп  $B_3$ ) має значну гідролітичну кислотність, величина якої є характерною рисою цієї ґрунтової відміни. Така кислотність пояснюється переважанням анаеробних процесів протягом більшої частини року та підвищеною рухомістю півтораокислів.

Для ґрунту в умовах свіжого груду властивим є наростання його насиченості поглинутими основами, зокрема Ca та Mg. Сума поглинутих основ та ємкість вбирання набувають найбільших величин на глибині 0–40 см (відповідно 8,88 мг-екв. на 100 г ґрунту та 17,9 %) проти найменших на глибині 62–100 см (4,25 мг-екв. на 100 г ґрунту проти 6,7 %).

#### Бібліографічні посилання:

1. Zonn, S. V., & Karpachevskij, L. O. (1987). Problemy lesnogo pochvovedenija i sovremennye metody lesorastitel'noj ocenki pochv [Problems of forest soil science and modern methods of forest vegetation assessment of soils]. *Pochvovedenie*, 9, 6–15 (in Russian).
2. Sundert, K., Horemans J., Stendahl, J., & Vicca, S. (2018). The influence of soil properties and nutrients on conifer forest growth in Sweden, and the first steps in developing a nutrient availability metric. *Biogeosciences*, 15, 3475–3496. doi: org/10.5194/bg-15-3475-2018.
3. Hansson, K., Laclau, J.-P., Saint-André, L., Mareschal, L., Heijden, G., Nys, C., Nicolas, M., Ranger, J., & Legout, A. (2020). Chemical fertility of forest ecosystems. Part 1: Common soil chemical analyses were poor predictors of stand productivity across a wide range of acidic forest soils. *Forest Ecology and Management*, 461, 117843. doi: org/10.1016/j.foreco.2019.117843
4. Pogrebnjak, P. S. (1993). Lisova ekologija i typologija lisiv: vybrani praci. [Forest ecology and forest typology: selected works]. Naukova dumka, Kyiv (in Ukrainian).
5. Dollinger, J., & Jose, S. (2018). Agroforestry for soil health. *Agroforest Syst* 92, 213–219. doi: org/10.1007/s10457-018-0223-9.
6. Lukina, N. V., Tikhonova, E. V., Danilova, M. A., Bakhmet, O. N., Kryshen, A. M., Tebenkova, D. N., Kuznetsova, A. I., Smirnov, V. E., Braslavskaya, T. Yu., Gornov, A. V., Shashkov, M. P., Knyazeva, S. V., Kataev, A. D., Isaeva, L. G. & Zukert, N. V. (2019). Associations between forest vegetation and the fertility of soil organic horizons in northwestern Russia. *Forest Ecosystem*, 6, 34. doi: .org/10.1186/s40663-019-0190-2
7. Zolotarev, S. A., & Pohyton, O. P. (1971). Ob ob'ektyvnyh pokazateljah typov lesorastytel'nyh uslovij sosnovyh lesov Kyeveskogo Poles'ja [On objective indicators of types of forest vegetation conditions of pine forests of Kyiv Polesie]. *Lesovodstvo y agrolesomelyoracyja*, 27, 64–71 (in Russian).
8. Savushhyk, N. P. (1989). Vzaymosvjaz' produktyvnosti lesov y morfologicheskych pryznakov pochv v uslovijah Poles'ja USSR [The relationship of forest productivity and morphological features of soils in the conditions of Polesie of the Ukrainian SSR]. *Lesovodstvo y agrolesomelyoracyja*, 78, 35–38 (in Russian).
9. Savushhyk, N. P., & Popkov, M. Ju. (1990). Podhod k raspoznavanyju typov uslovij mestoobytanyja sosnovyh lesov Poles'ja USSR [An approach to the recognition of the types of habitat conditions of pine forests of Polesie of the Ukrainian SSR]. *Lesovodstvo y agrolesomelyoracyja*, 80, 18–22 (in Russian).

10. Savushnyk, N. P. (1989). Produktivnost' sosnovykh lesov Poles'ja USSR v svyazy s pochvennyimi uslovyami [Productivity of pine forests of Polesie of the Ukrainian SSR in connection with soil conditions]: Avtoref. dys... kand. s.-h. nauk: 06.03.03. / Har'kov. c.-h. yn-t ym. V.V. Dokuchaeva (in Russian).
11. Kravec, P. V. (1992). Produktivnost' y typologicheskaya dyagnostyka sosnovykh lesov Zapadnogo Poles'ja Ukrainy. [Productivity and typological diagnostics of pine forests of Western Polissya Ukraine]: Dys... kand. s.-g. nauk: 06.03.02. Kyi'v. (in Russian).
12. Dylis, N. V. (1987). Systema pochva – fytocenoz [Soil system – phytocenosis]. Lesovedenye, 1, 3–11 (in Russian).
13. Yvanov, A. F. (1970). Rost drevesnykh rasteniy y kyslotnost' pochv. [Woody plant growth and soil acidity]. Nauka y tehnyka, Mynsk (in Russian).
14. Spurr, S. G., & Barnes, B. V. (1984). Lesnaya ekologiya. [Forest ecology]. Pod red. S. A. Dyrenkova. Lesn. prom-st', Moskva (in Russian).
15. Uytteker, R. (1980). Soobshhestva i ekosystemy. [Communities and Ecosystems]. Progress, Moskva (in Russian).
16. Kulhavý, J., Suchoň, J., & Menšík, L. (2014). Forest Ecology Textbook. Chapter 6. Biogeochemical cycles of nutrients: 62 [Electronic resource]. Access mode: <https://www.slideshare.net/MuhammadRehan124/forest-ecology-mendel-university>
17. Holubík, O., Podrázský, V., Vopravil, J., Khel, T., & Remeš, J. (2014). Effect of agricultural lands afforestation and tree species composition on the soil reaction, total organic carbon and nitrogen content in the uppermost mineral soil profile. Soil & Water Res., 9, 192–200.
18. Panwar, P., Pal, S., Reza, S. K. & Sharma, B. (2011). Soil Fertility Index, Soil Evaluation Factor, and Microbial Indices under Different Land Uses in Acidic Soil of Humid Subtropical India. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 42, 2724–2737. doi: 10.1080/00103624.2011.622820
19. Bazylevych, N. Y., Tytlanova A. A., Smyrnov V. V., Rodyn, L. E., Nechaeva, N. T., & Levyn, F. Y. (1978). Metody yzuchenyja byologicheskogo krugovorota v razlychnykh pryrodnykh zonah [Methods of studying the biological cycle in various natural zones]. Mysl', Moskva (in Russian).
20. Vorob'jov, D. V. (1967). Metodyka lesotypologicheskyyh yssledovanyj. [Methodology of forest typological studies]. Urozhaj, Kiev (in Russian).
21. Rodyn, L. E., Remezov, N. P., & Bazylevych, N. Y. (1967). Metodycheskye ukazaniya k yzucheniju dynamyky y byologicheskogo krugovorota v fytocenozakh [Guidelines for the study of dynamics and the biological cycle in phytocenoses]. Nauka, Leningrad (in Russian).
22. Smol'janynov, Y. Y. (1969). Byologicheskyy krugovorot veshhestv y povyshenye produktyvnosti lesov [Biological cycle of substances and increase of forest productivity]. Lesn. prom-st', Moskva (in Russian).
23. Kachinskij, N. A. (1975). Pochva: ejo svojstva i zhizn'. [Soil: its properties and life]. Nauka, Moskva (in Russian).
24. Jelin, Ju. Ja., Sambur, G. M., & Pohiton, P. P. (1960). Lisoroslynni umovy lisgospu [Forest growth conditions of the forestry unit]. Rezul'taty naukovykh doslidzhen' po lisovykh kul'turah u Bojars'komu doslidnomu lisgospu. UASGN, Kyiv, 1, 22–62 (in Ukrainian).
25. Kovda, V. A. (1973). Osnovy uchenija o pochvah. Kniga vtoraja. Obshhaja teorija pochvoobrazujushhego processa. [Fundamentals of the doctrine of soils. The second book. General theory of the soil-forming process]. Nauka, Moskva (in Russian).
26. Remezov, N. P., & Pogrebnjak, P. S. (1965). Lesnoe pochvovedenie. [Forest soil science]. Lesn. promyshlennost', Moskva (in Russian).
27. Vil'jams, V. R. (1949). Izbrannyye sochinenija v 2-h t. T.2. Pochvovedenie [Selected Works in 2 volumes. Volume 2: Soil science]. Sel'hozgid, Moskva (in Russian).
28. Kremeneč'ka, Je. O. (2006). Fyzyko-himichni ta agrohimični vlastyvoŝty g'runtu u seredn'ovikovykh shtuchnykh sosnovykh nasadzhenнях mishanogo skladu u Dzvinkivs'komu lisnyctvi Bojars'koi' LDS Kyi'vs'koi' oblasti [Physico-chemical and agrochemical properties of soil in middle age artificial pine plantations with mixed composition in the Dzvinkivske forestry of SE "Bojarska Forest Research Station" of Kyiv region]. Lisivnyctvo Ukraïny v konteksti svitovykh tendencij rozvytku lisovogo gospodarstva: Materialy Mizhnarodnoi' naukovy-praktyčnoi' konferencii', prysvjachenoi' 150-richchju vytokiv kafedry lisivnyctva NLTU Ukraïny. L'viv: NLTU Ukraïny, 75–76 (in Ukrainian).

**Kremenetska Ye. O.**, PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine  
**Melnyk A. V.**, Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine  
**PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF SOILS IN THE FOREST-PARK STANDS OF KYIV CITY**

*The experimental plots were established in natural forest stands of mature and overmature ages in different edatopes of forest growth – A<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, D<sub>2</sub> (according to Alekseev-Pogrebnjak's edaphic net). Forest stands formed mainly by Pinus sylvestris L. and / or Quercus robur L. The investigated natural forest stands are characterized by high forest plant effect, which can be explained by the favorable values of the soil's physicochemical properties (pH<sub>H2O</sub>, pH<sub>KCl</sub>, amount of absorbed bases, absorption capacity, degree of saturation of bases).*

*The analysis of physicochemical properties of soils in the forest-park stands of the Kyiv city makes it possible to formulate conclusions. First, the numerical value of the soil-absorbing complex of sod-podzolic soils of clay-sand mechanical composition is negligible. The saturation of the soil-absorption complex by the cations of alkaline earth metals and hydrogen is evidenced by the data of the absorption capacity, which range from 4.7 to 10.7 – in the humus-eluvial horizon, as well as from 2.0 to 5.8 mg – eq. per 100 g of soil – in eluvial horizon. The fact of decrease of this index from the upper layers to the lower ones has been established, and a considerable increase is observed at the near occurrence of moraine sediments.*

*Sums of absorbed bases, as well as the absorption capacity in the upper layers of all soils are close in value. The surface*

layers are characterized by significant amounts of the sums of the absorbed bases due to the accumulation of bases in the course of bio-circulation – up to 3.3 mg – eq. per 100 g of soil.

In fresh submerged conditions (edatope B<sub>2</sub>), the maximum value of the sum of absorbed bases was fixed in the humus-eluvial layer of the rich difference of fresh subsidence (edatope B<sub>2</sub><sup>II</sup>) – 5,25 mg – eq. per 100 g of soil; the absorption capacity in this layer reaches 10.41 mg – eq. per 100 g of soil. In edatopes B<sub>2</sub><sup>I</sup> and B<sub>2</sub><sup>III</sup>, the sum of absorbed bases is negligible – 0.10–2.01 mg – eq. per 100 g of soil, with the absorption capacity of 2.33–9.07 mg – eq. per 100 g of soil. Within these limits, the values of these indicators fluctuate in edatopes A<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>. But in the deep layers of the soil profile (in places of occurrence of the mother soil), the value of this indicator increases again: in pine sand – up to 3.61 mg – eq. per 100 g of soil, moraine sandy loam or loam of fresh suburbs – up to 3.7, moraine light loam in edatope C<sub>2</sub> – up to 4.94 and in boulder clay – up to 15.5 mg – eq. per 100 g of soil.

In the case of oak forest, that grow on fertile soil in fresh moisture conditions (edatope D<sub>2</sub>), the sum of absorbed bases and absorption capacity have the greatest values at depths of 20–40 cm (8.88 mg – eq. per 100 g soil and 17.9 mg – eq. 100 g soil respectively). The smallest values of these parameters were set at a depth of 62–100 cm (respectively 4.25 mg – eq. per 100 g soil and 6.7 mg – eq. per 100 g soil). Among the studied edatopes, the highest sums of the absorbed bases are characterized by the soil thickness of edatopes C<sub>2</sub> and C<sub>3</sub>, where this index reaches 82 %.

The actual acidity (pH<sub>H2O</sub>) values indicate that the upper layers of sod-podzolic soils under fresh boron conditions (edatope A<sub>2</sub>) are characterized by a weak acid reaction (5.0–5.5). The magnitude of this indicator deviates toward the midacid reaction in edatopes B<sub>2</sub><sup>I</sup> and B<sub>2</sub><sup>III</sup>, approaches neutral reaction (5.5–6.0) on relatively rich soils in fresh and moist conditions of moisture (edatopes C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>) – in proportion to the increase in *Q. robur* participation in forest stands. Such actual acidity (pH<sub>H2O</sub>) contributes to the development of mycorrhizal fungi, the normal nutrition of *P. sylvestris* and its successful growth. With the depth of the soil thickness, there is a general tendency to neutralize its acidity.

The value of the exchange acidity (pH<sub>KCl</sub>) of the surface layer of soil under pine stands is within the strongly acidic (4.0–4.5), and in pine-oak forests this indicator varies between strongly acidic and slightly acidic (4.6–5.2). In the surface layer of soil of pine forest stands, pH<sub>KCl</sub> is strongly acidic (4.0–4.5), and under pine-oak forests it varies between strongly acidic and slightly acidic.

On the example of oak and pine-oak stands that are growing on fresh and moist relatively rich soils (edatopes C<sub>2</sub> and C<sub>3</sub>) the peculiarity of distribution of actual acidity in the surface layer of soils beneath them is revealed. This feature is that the weakly acidic pH<sub>H2O</sub> reaction approaches to neutral with increasing proportion of *Q. robur* in the stand's composition: 1/10 of the total forest stand stock is *Q. robur* and 9/10 is *P. sylvestris* – pH<sub>H2O</sub> is 5.0; 3/10 parts is *Q. robur* and 7/10 parts is *P. sylvestris* – 5.5; 8/10 parts is *Q. robur* and 2/10 parts is *P. sylvestris* – 5.7; 10/10 parts is *Q. robur* – 5.9.

**Key words:** forest ecosystems, forest soil, soil properties, mature forests, Ukraine.

**Кременецкая Е. А.**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Мельник А. В.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

#### **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ В ЛЕСОПАРКОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ Г.КИЕВА**

Пробные площади закладывались в коренных лесных насаждениях спелого и перестойного возрастов в различных типах лесорастительных условий – A<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, D<sub>2</sub> (в соответствии с эдафической сеткой Алексеева-Погребняка). Леса сформированы преимущественно *Pinus sylvestris* L. и / или *Quercus robur* L.

Исследуемые коренные насаждения характеризуются высоким лесорастительным эффектом, который можно объяснить благоприятными величинами физико-химических свойств почв (pH<sub>H2O</sub>, pH<sub>KCl</sub>, суммой поглощенных оснований, ёмкостью поглощения, степенью насыщения основаниями).

Анализ физико-химических свойств почв в лесопарковых насаждениях г. Киева позволил сделать определенные выводы. Во-первых, численная величина почвенно-поглощающего комплекса дерново-подзолистых почв глинисто-песчаного механического состава является незначительной. О насыщенности почвенно-поглощающего комплекса катионами щелочно-земельных металлов и водорода свидетельствуют данные ёмкости поглощения, которые колеблются в пределах от 4,7 до 10,7 – в гумусово-элювиальном горизонте, а также от 2,0 до 5,8 мг-экв. на 100 г почвы – в элювиальном. Закономерным является снижение этого показателя от верхних слоев к нижним и осязаемое возрастание при близком залегании моренных отложений.

Суммы поглощенных оснований, так же, как и ёмкость поглощения в верхних слоях всех почв близки по значениям. Поверхностные слои отличаются значительными величинами, в результате аккумуляции оснований в процессе биокруговорота – до 3,3 мг-экв. на 100 г почвы.

В условиях свежей субори (эдатоп B<sub>2</sub>) максимальное значение суммы поглощенных оснований зафиксировано в гумусово-элювиальном слое богатой разницы свежей субори (эдатоп B<sub>2</sub><sup>II</sup>) – 5,25 мг-экв. на 100 г почвы; ёмкость поглощения в этом слое достигает 10,41 мг-экв. на 100 г почвы. В эдатопах B<sub>2</sub><sup>I</sup> и B<sub>2</sub><sup>III</sup> сумма поглощенных оснований незначительна – 0,10-2,01 мг-экв. на 100 г почвы, при этом ёмкость поглощения составляет 2,33–9,07 мг-экв. на 100 г почвы. В указанных пределах величины этих показателей колеблются в эдатопах A<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>.

Однако в глубинных слоях (в местах залегания материнской породы), величина этого показателя снова возрастает: в борovém песке – до 3,61 мг-экв. на 100 г почвы, моренной супеси или суглинке свежей субори – до 3,7, моренном легком суглинке свежего сугруда – до 4,94 и в валунной глине – до 15,5 мг-экв. на 100 г почвы.

В условиях свежей дубравы (эдатоп D<sub>2</sub>) сумма поглощенных оснований и ёмкость поглощения имеют наибольшие



величины на глубине 20–40 см (соответственно 8,88 мг-экв. на 100 г почвы и 17,9 мг-экв. на 100 г почвы). Наименьшие величины этих показателей были установлены на глубине 62–100 см (соответственно 4,25 мг-экв. на 100 г почвы и 6,7 мг-экв. на 100 г почвы). Среди исследованных эдапов наибольшей степенью насыщения основаниями характеризуется грунтовая толща судубрав, где этот показатель достигает 82 %.

Величины актуальной кислотности ( $pH_{H_2O}$ ) свидетельствуют о том, что верхние слои дерново-подзолистых почв в условиях свежего бора (эдап  $A_2$ ) характеризуются слабокислой реакцией (5,0–5,5). Величина этого показателя отклоняется в сторону среднекислой реакции в эдапах  $B_2'$ ,  $B_2''$  и приближается к нейтральной реакции (5,5–6,0) в свежей и влажной судубраве (эдапы  $C_2$ ,  $C_3$ ) – пропорционально увеличению участия *Q. robur* в составе древостоев. Такие величины актуальной кислотности ( $pH_{H_2O}$ ) способствуют развитию микоризных грибов, нормальному питанию *P. sylvestris* и ее успешному росту. С глубиной почвенной толщи прослеживается общая тенденция нейтрализации ее кислотности.

Величина обменной кислотности ( $pH_{KCl}$ ) поверхностного слоя почвы под сосновыми насаждениями находится в пределах сильнокислой (4,0–4,5), а в сосново-дубовых лесах этот показатель колеблется между сильнокислым и слабокислым (4,6–5,2).

На примере дубовых и сосново-дубовых древостоев свежей и влажной судубравы (эдапы  $C_2$ ,  $C_3$ ) выявлена особенность распределения величин актуальной кислотности в поверхностном слое почвы под ними. Эта особенность состоит в том, что слабокислая реакция  $pH_{H_2O}$  приближается к нейтральной с увеличением участия *Q. robur* в составе древостоев: 1 единица запаса насаждения представлена *Q. robur* и 9 единиц *P. sylvestris* –  $pH_{H_2O}$  составляет 5,0; 3 единицы *Q. robur* и 7 единиц *P. sylvestris* – 5,5; 8 единиц *Q. robur* L. и 2 единицы *P. sylvestris* – 5,7; 10 единиц *Q. robur* – 5,9.

**Ключевые слова:** лесные экосистемы, лесная почва, свойства почв, спелые леса, Украина.

Дата надходження до редакції 14.05.2019 р.

**ВПЛИВ ЗОВНІШНІХ УМОВ НА ПРОЯВ БАГАТОБУЛЬБОВОСТІ  
У МІЖВИДОВИХ ГІБРИДІВ КАРТОПЛІ, ЇХ БЕККРОСІВ**

**Подгаєцький Анатолій Адамович**

доктор сільськогосподарських наук, професор  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID 0000-002-2130-8835  
podgaje@ukr.net

**Кравченко Наталія Володимирівна**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID 0000-002-4190-0924  
kravchenko\_5@ukr.net

**Гордієнко Валентина Василівна**

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник  
Інститут картоплярства НААН України, смт Немішаєве, Бородянський район, Київська область, Україна  
beky@i.ua

**Бондус Росина Олексіївна**

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник,  
Устимівська дослідна станція рослинництва Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України,  
с. Устимівка, Глобинський район, Полтавська область, Україна  
bondus1971@gmail.com

**Мухойд Томас Іванович**

аспірант  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
somicok@gmail.com

*Здатність формувати велику кількість бульб у гнізді позитивно відбивається на продуктивності гібридів, сортів картоплі. Разом з тим, прояв ознаки значною мірою залежить від зовнішніх умов та реакції на них генотипу. Дослідження здатності зав'язувати бульби міжвидовими гібридами, їх беккросами виконували впродовж 2015–2017 років у трьох місцях: дослідному полі Сумського національного аграрного університету (СНАУ), Устимівській дослідній станції рослинництва Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України (УДС) та Інституту картоплярства НААН України (ІК). Вихідним матеріалом були 26 складних міжвидових гібридів за участю мексиканських дикорослих видів картоплі *Solanum bulbocastanum* Dun. і *Solanum demissum* Lindl. та їх беккросів. Сортами-стандартами були середньостиглий сорт Явір та середньопізній – Тетерів. Місця і роки виконання експерименту значно відрізнялись за метеорологічними умовами. У СНАУ лише в 2016 році було більше дощів, ніж за багато років. В УДС це стосувалось 2015 і 2016 років, а в ІК впродовж усіх років дослідження спостерігався значний дефіцит вологи, яка надходила з дощами. В умовах СНАУ тільки у трьох декадах з 12-ти в 2015 році температура повітря була нижча за багаторічну. У наступні роки їх було п'ять. В УДС це, відповідно, становило 5, 7 та 7 декад. В ІК в усі місяці температура повітря виявилась вищою, порівняно з середньою багаторічною, а у травні 2015 року, серпні 2015 і 2017 років різниця перевищувала 5 °С. Визначений високий потенціал досліджуваних зразків за здатністю зав'язувати бульби. В окремих гібридів прояв ознаки перевищував 20 бульб/гніздо. Особливо позитивний вплив на вираження показника мало місце в ІК у 2016 році, коли частка зразків з максимальним проявом ознаки становила 32,1 %. Меншою мірою це стосувалось частки гібридів з кількістю бульб у гнізді 10 шт. і більше – 8,4 %. У кожному з місць випробування та в усі роки виділені гібриди з вищою здатністю зав'язувати бульби, ніж кращий із стандартів сорт Тетерів, що становило 0,4–7,7 %. Розподіл зразків залежав від умов місць та років випробування. Максимальна частка гібридів з кількістю бульб у гнізді більше 12 шт. виявлена в 2016 році в ІК – 84,7 %. Значно меншою, але порівняно високою, вона була в 2015 і 2017 роках у СНАУ, відповідно, 23,1 і 19,2 % та в 2017 році в ІК – 15,5 %. Впродовж трьох років не виділено зразків з кількістю бульб у гнізді 4 шт. і менше в ІК. Навпаки, частка такого матеріалу у 2016 році в УДС становила 53,9 %, хоча в двох інших роках вона була 3,8 та 23,1 %. Не виявлено зразків з малою (1 шт./гніздо і менше) різницею між варіантами залежно від років випробування в ІК. Навпаки, в умовах УДС це становило 2,6 %, а СНАУ – 1,3 %. Залежно від місць оцінювання гібридів їх не виявлено з такою характеристикою у 2016 році, проте в 2015 році це було 2,6 %, а 2017 – 1,3. Тільки в зразків 08.187/13 і 08.187/93 виявлена стабільність вираження показника і то лише в умовах УДС. Серед п'яти гібридів популяції 08.194 подібне спостерігалось лише в зразка 08.194/20, хоча і в двох місцях випробування: СНАУ та ІК. Ще рідше низька величина коефіцієнта варіації показника (до 10 %) мала місце в роки оцінювання. Крім 2017 року у гібрида 08.194/119, це стосувалось однієї із сестринських форм комбінації 90.673, а саме: 90.673/30 з*

величиною прояву показника 7 %. У 2015 році таке спостерігалось у одного з гібридів популяції 88.1450 – 88.1450с2.

**Ключові слова:** картопля, міжвидові гібриди, беккроси, середня кількість бульб у гнізді, рік, місце випробування.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.1-2.4>

**Вступ.** Складовими продуктивності сортів і гібридів картоплі є кількість бульб у гнізді та середня маса однієї бульби [1]. На їх реалізацію впливають багато чинників: ґрунтові, метеорологічні, технологічні та інші. Вони накладають відбиток на реалізацію генетичного потенціалу зразків картоплі, причому завжди проявляється комплексність їх дії та взаємовідносин. Викладене обумовлює різний рівень реалізації потенціалу сортів, гібридів за ознаками, а тому останнім часом основною проблемою у селекції картоплі є зменшення негативного впливу зовнішнього комплексу на прояв показників.

Природна і штучна еволюція рослинних організмів не співпадає за напрямками, чинниками, які їх обумовлюють. Основними критеріями для збереження видів у природі є прояв ознак, що сприятимуть їх поширенню, формування конкурентної здатності. Цьому сприяють довгі столони, стійкість проти біотичних та абіотичних чинників, дрібні бульби, велика їх кількість. За нашими даними, наприклад, вид *Solanum pinnatisectum* Dup. у середньому формував у перерахунку на рослину 58,2 бульби, хоча ліміти їх маси знаходились у межах 0,3–4,5 г [2]. Максимальна довжина стolonів – 188 см відмічена у виду *Solanum vernei* Bitt. et Wittm. Довгими стolонами – більше 100 см характеризувались дикорослі види *S. pinnatisectum* та *Solanum bulbocastanum* Dun. Надзвичайно цінним у згаданих та багатьох інших видів є стійкість проти численних хвороб і шкідників. Не лише в природних умовах, але й після штучного інфікування не уразились фітофторозом зразки видів *Solanum ehrenbergii* Rydb., *Solanum cardiphylllum* Lindl. та *S. bulbocastanum* [3].

Основними критеріями для успішного поширення сорту виділяють високу продуктивність, великобульбовість, малу їх кількість у гнізді, високу адаптивність та стійкість проти чинників навколишнього середовища. Останні дві ознаки у більшості випадків відсутні у виду *Solanum tuberosum* L., а тому для перенесення генів контролю їх та інших у культурні сорти використовують інтрогресію цінних та ефективних генів від дикорослих, іноді культурних, видів у сорти.

У зв'язку зі складнощами залучення численних співродичів культурних сортів у практичну селекцію, необхідно проводити численні дослідження для створення вихідного передселекційного та вихідного селекційного матеріалу [4]. На цих етапах можна виділити гібриди з високим проявом окремих, або комплексу ознак, які відповідають вимогам для сортів. Водночас, у багатьох зразків, особливо на перших етапах виконання дослідження, зберігаються ознаки дикорослих видів. Наприклад, у вторинних міжвидових гібридів кількість бульб у гнізді перевищувала у середньому за чотири роки 20 шт./гніздо, а в окремі роки становила 30 шт./гніздо і більше [5].

Тому, метою нашого дослідження було визначити норму реакції генотипів міжвидових гібридів, їх беккросів на зовнішні умови за здатністю зав'язувати бульби.

**Матеріали і методи досліджень.** В експеримент залучались 26 складних міжвидових гібридів, їх беккросів, створених за участю мексиканських дикорослих видів *S. bulbocastanum*, *Solanum demissum* Lindl. Вихідний

матеріал відрізнявся за: методами створення з використанням беккросування, самозапилення та схрещування гібридів між собою, ступенем беккросування, кількістю залучених видів. Оцінювали міжвидові гібриди, що мали походження: {{{(*S. acaule* x *S. bulbocastanum*) x *S. phureja*} x *S. demissum*} x *S. andigenum*} x *S. tuberosum* – шестивидові, {{{(*S. acaule* x *S. bulbocastanum*) x *S. phureja*} x *S. demissum*} x *S. tuberosum* – п'ятивидові, {(*S. demissum* x *S. bulbocastanum*) x *S. andigenum*} x *S. tuberosum* – чотиривидові, (*S. demissum* x *S. bulbocastanum*) x *S. tuberosum* – тривидові.

Експеримент виконували згідно методик, які використовуються у дослідженнях з картоплею, зокрема, селекційно-генетичного напрямку [6]. Зважаючи на те, що більшість зразків характеризувались як середньостиглі та середньопізні [7], в якості стандартів використанні сорти Явір і Тетерів. Дослідження виконували в умовах Сумського національного аграрного університету (СНАУ), Інституту картоплярства НААН України (ІК) та Устимівській дослідній станції рослинництва Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України (УДС), які знаходяться, відповідно, у зоні північно-східного Лісостепу України, південного Полісся України та центрального Лісостепу України.

Тип ґрунту у СНАУ і УДС однаковий: чорнозем типовий глибокий малогумусний середньо-суглинковий, великопилюватий і різниться лише більшим вмістом фосфору, якого у два рази більше у ґрунтах останньої установи. Ґрунт дослідного поля ІК дерново-середньопідзолистий, супіщаний з нестабільним колоїдним комплексом, бідний на гумус (1,46 %) та елементи живлення.

За метеорологічними умовами роки виконання дослідження залежно від місця його проведення значно різнилися. За винятком першої та другої декад травня і другої липня температура повітря в СНАУ за період вегетації картоплі в 2015 році була вищою, ніж багаторічна, а у червні та серпні істотно вища. Незважаючи на прохолодний травень та початок червня в 2016 та 2017 роках відхилення від багаторічних даних були не істотними. За травень–серпень 2015 року випало дощів менше, ніж за багато років на 23,1 мм, а в 2017 році – на 90,2 мм. Дуже вологим виявився період вегетації 2016 року (+ 108,8 мм), проте випадання дощів було нерівномірним. Екстремально сухими були серпень 2015 і 2017 років, істотно сухим червень 2017 року. Екстремально більше випало дощів у травні 2016 року та істотно більше у серпні 2016 року.

Особливість метеорологічних умов у УДС – це невелика перевага за кількістю опадів, порівняно з середніми багаторічними даними, у періоди вегетації 2015 і 2016 років і значний дефіцит їх у 2017 році (-83,3 мм). Крім цього, дощі випадали дуже нерівномірно у межах місяців, декад. Зовсім їх не було у другій декаді серпня 2015 року, першій червня 2016 року і першій травня та першій і другій серпня 2017 року. Перевищення багаторічної температури повітря мало місце у шести декадах з 12-ти у 2015 році, п'яти – наступного і чотирьох у 2017 році.

Порівняно з багаторічними даними, значно менше дощів було за період вегетації картоплі в ІК: у 2015 році на

112, 2016 році – 65 і в 2017 році – 117 мм. Тільки у травні 2016 року випало більше дощів, ніж за середніми даними. У кожному з місяців відмічена вища температура повітря, порівняно з кліматичною нормою, а у травні та серпні 2015 року і серпні 2017 року різниця перевищувала 5 °С.

**Результати та їх обговорення.** Вважаємо, що через здатність численними видами зав'язувати велику кількість бульб, а також через гетерозисний ефект у результаті віддалених схрещувань численні зразки характеризувались багатобульбовістю. Водночас, встановлено, що реалізація генетичного потенціалу таких гібридів відбувалась залежно від зовнішніх умов. Більше 20 бульб у перерахунку на гніздо мали: F<sub>2</sub> шестивидового гібрида 88.1450с3 в умовах СНАУ у 2017 році, дворазовий беккрос тривидового гібрида 90.673/30

в умовах СНАУ, але у 2015 році та дворазовий беккрос шестивидового гібрида 90.690/7 в умовах ІК у 2016 році.

Значний вплив на кількість усіх бульб у гнізді зовнішніх умов підтвердилось даними таблиці 1. Для реалізації генетичного потенціалу контролю ознаки найкращими умовами виявились в ІК у 2016 році, що проявилось у найбільшій частці зразків з максимальним вираженням показника. Значно поступався їм зовнішній комплекс СНАУ у 2017 році, проте в цих умовах виділено чотири гібриди, в яких середня кількість усіх бульб у гнізді була найбільшою в межах зразків. Протилежне викладеному відносилось до умов УДС, які були дуже несприятливими для прояву ознаки, а також ІК у 2015 році.

Таблиця 1

Частка гібридів (%) з максимальною кількістю бульб у гнізді за роками та місцем випробування

Місце випробування	Рік		
	2015	2016	2017
СНАУ	12,8	1,3	15,4
УДС	10,3	0,0	6,4
ІК	9,0	32,1	11,5

Загальну характеристику гібридів за середньою кількістю усіх бульб у гнізді можна дати, проаналізувавши частку зразків з проявом ознаки в 10 бульб/гніздо і більше. Особливо в цьому відношенні виділялись зовнішні умови ІК у період вегетації 2016 року (табл. 2). Протилежне стосувалось умов УДС також у 2016 році, коли згадане вираження показника мав тільки дворазовий беккрос шестивидового

гібрида, на одному з етапів одержання якого схрещували два міжвидові гібриди – 08.194/33 (13,9 бульб/гніздо).

В цілому, виділено 56 варіантів із згаданою характеристикою, або 23,9 % від загальної кількості можливих, що, вважаємо, свідчить про цінність досліджуваних міжвидових гібридів, їх беккросів для практичної селекції за кількістю бульб у гнізді.

Таблиця 2

Частка гібридів (%) з кількістю бульб у гнізді 10 шт. і більше

Місце випробування	Рік		
	2015	2016	2017
СНАУ	3,5	1,2	2,7
УДС	2,7	0,4	1,2
ІК	1,5	8,4	2,3

Серед сортів-стандартів багатобульбовістю виділявся сорт Тетерів (табл. 3). Водночас, велика частина зразків, які оцінювали за проявом показника (46 шт., або 19,7 % від їхньої загальної кількості), перевищила вираження ознаки в цього сорту-стандарту. Загальна кількість облікових варіантів становила 234 шт. Особливо сприятливими зовнішніми умовами для реалізації потенціалу гібридів за

ознакою виявились в ІК у 2016 році. Меншою мірою викладене стосувалось умов СНАУ у 2015 і 2017 роках та ІК у 2017 році. Незважаючи на досить несприятливий зовнішній комплекс для бульбоутворення у міжвидових гібридів, їх беккросів у СНАУ та УДС в 2016 році, окремі гібриди мали більшу кількість бульб у гнізді, ніж сорт-стандарт Тетерів.

Таблиця 3

Частка гібридів з кращою бульбоутворюючою здатністю, ніж у кращого сорту-стандарту Тетерів

Місце випробування	Частка (%) гібридів за роками		
	2015	2016	2017
СНАУ	2,7	0,4	2,7
УДС	1,5	0,4	1,2
ІК	0,8	7,7	2,3
Тетерів, стандарт (шт./гніздо)	10,7	13,6	10,3

Про реакцію міжвидових гібридів, їх беккросів на зовнішні умови: місце виконання дослідження,

метеорологічні умови періодів вегетації за кількістю бульб у гнізді можна судити з даних таблиці 4.

Розподіл досліджуваних гібридів за класами бульбоутворення (шт./гніздо)  
залежно від місця вирощування та років

Місце випробування, сорт-стандарт	Рік	Частка гібридів (%) в класах за кількістю бульб у гнізді					
		≤ 4	4,1–6,0	6,1–8,0	8,1–10,0	10,1–12,0	> 12,0
СНАУ	2015	7,7	7,7	23,1	26,9	11,5	23,1
	2016	11,5	15,4	26,9	34,7	3,8	7,7
	2017	11,5	11,5	30,9	19,2	7,7	19,2
УДС	2015	3,8	23,1	30,8	23,1	15,4	3,8
	2016	53,9	26,9	3,8	11,5	0,0	3,8
	2017	23,1	19,2	27,0	19,2	7,7	3,8
ІК	2015	0,0	11,5	15,4	57,8	11,5	3,8
	2016	0,0	0,0	3,8	7,7	3,8	84,7
	2017	0,0	3,8	34,6	34,6	11,5	15,5
Сорт-стандарт Тетерів	2015	-	-	-	-	10,7	-
	2016	-	-	-	-	-	13,6
	2017	-	-	-	-	10,3	-

Модальним класом розподілу гібридів у СНАУ в 2015 році був із значенням показника 8,1–10,0 бульб/гніздо. Водночас, близькі дані отримані ще в двох класах: 6,1–8,0 і більше 12 бульб/гніздо. Особливість реакції гібридів на згадані умови – дуже мала кількість гібридів (по два) у перших двох класах.

Хоча модальним класом для зразків у наступному році виявився аналогічний попередньому, розподіл матеріалу за проявом ознаки інший. Лише поодинокі гібриди мали дуже велику і велику кількість бульб у гнізді (останні два класи). Більша в 2016 році частка зразків, ніж у 2015, віднесена до перших трьох класів, що засвідчувало про менш сприятливі зовнішні умови для зав'язування бульб у 2016 році.

Специфічним чином реагували міжвидові гібриди, їх бекроси за утворенням бульб на умови періоду вегетації 2017 року. Модальним класом виявилися зразки з кількістю бульб у гнізді в межах 6,1–8,0 шт. Великою, хоча дещо меншою, ніж у 2015 році, була частка зразків в останньому класі – більше 12 шт./гніздо.

Незважаючи на близькі характеристики ґрунтів у СНАУ і УДС, прояв ознаки у зразків в останній установі спостерігався інший. У 2015 році модальним класом вважався гібрид з вираженням показника в межах 6,1–8,0 бульб/гніздо. Особливість розподілу матеріалу цього року зводилася до наявності лише по одному гібриду у крайніх класах.

Дуже несприятливими виявились зовнішні умови для формування бульб у 2016 році. Більше половини гібридів мали дуже малу кількість бульб у гнізді – 53,9 %. Значна частка зразків характеризувалась низьким проявом ознаки –

4,1–6,0 бульб/гніздо. У передостанньому класі не виявлено гібридів, а в останньому та ще в одному їх було лише по одному.

Незважаючи на те, що в 2017 році модальний клас мав значення 6,1–8,0 бульб/гніздо, більшість зразків віднесена до перших чотирьох класів і тільки три до останніх двох. В цілому, можна стверджувати, що для бульбоутворення умови періоду вегетації 2017 року були кращими, ніж у попередньому.

Метеорологічний комплекс ІК обумовив особливий розподіл досліджуваних зразків за кількістю бульб у гнізді. У жодному з років не виділені гібриди з дуже низькою здатністю зав'язувати бульби. Це ж стосувалось наступного класу у 2016 році.

Найбільш сприятливим для бульбоутворення в ІК виявився період вегетації 2016 року. За винятком чотирьох зразків, інші характеризувались високим проявом ознаки і віднесені до останнього класу. Вважаємо, що це свідчить про високий потенціал досліджуваного матеріалу за ознакою, проте він мав місце лише в окремому зовнішньому комплексі.

Вплив метеорологічних умов на різницю прояву показника між варіантами залежно від років випробування показаний у таблиці 5. В умовах СНАУ виявлений тільки один зразок – самозапилення шестивидового гібрида 86.685с56, у якого метеорологічні умови майже не вплинули на прояв ознаки. Різниця в кількості бульб між варіантами становила лише 0,4 шт. Протилежне стосувалось великої різниці у вираженні показника. Відмінність більше 7 бульб/гніздо між роками дослідження мали сім гібридів, що свідчить про значний вплив на прояв ознаки у них метеорологічних умов.

Таблиця 5

Частка гібридів (%) з великою і малою різницею за середньою кількістю усіх бульб у гнізді між варіантами залежно від років випробування

Різниця середньої кількості товарних бульб у гнізді, шт.	Місце випробування		
	СНАУ	УДС	ІК
Велика, ≥ 7	7,7	3,9	19,2
Мала, ≤ 1	1,3	2,6	0,0

Близькі дані стосовно викладеного одержані в УДС. Виділені два зразки, у яких різниця між роками не перевищувала 1 бульби/гніздо. Деякою мірою викладене можна пояснити загальним низьким проявом показника під час випробування в цьому місці. Значний вплив на середню кількість усіх бульб у гнізді мали метеорологічні умови в ІК.

По-перше, не виділено жодного зразка з малою різницею між варіантами, а по-друге, частка гібридів, що характеризувались великою відмінністю у прояві показника дорівнювала 19,2 % і була максимальною у досліді.

Дещо інше стосувалось впливу на вираження показника умов місць виконання експерименту (табл. 6).

Відносна стабільність їх для прояву ознаки в 2015 році обумовила невелику частку гібридів як з малою різницею між

варіантами – 2,6 %, так і великою – 5,1 %, що, відповідно, становило 2 і 4 зразки.

Таблиця 6

Частка гібридів (%) з великою і малою різницею у бульбоутворення залежно від місця випробування

Різниця за кількістю бульб у гнізді, шт.	Рік		
	2015	2016	2017
Велика, $\geq 7$	5,1	26,9	7,7
Мала, $\leq 1$	2,6	0,0	1,3

Дещо інше стосувалось 2016 року. Він виявився дуже сприятливим для бульбоутворення в ІК. Протилежне відносилось до умов СНАУ і, особливо, УДС, що спричинило значну (26,9 % або 21 зразок з 78 можливих варіантів) частку гібридів з великою різницею залежно від умов місць випробування. Порівняно нижчі результати отримані в

2017 році.

У чотирьох комбінаціях виділено по два–п'ять гібридів, що характеризувались високим та відносно високим проявом ознаки. Водночас, виявлена різна норма реакції їх генотипів на зовнішні умови (табл. 7).

Таблиця 7

Реакція сестринських форм на зміну зовнішніх умов за кількістю бульб у гнізді, шт.

Гібрид	Місце випробування	Рік			$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Різниця	$\sigma$	V, %
		2015	2016	2017				
90.673/30	СНАУ	21,0	3,6	8,3	11,0 $\pm$ 5,2	17,4	7,3	67
	УДС	11,4	3,8	9,3	8,2 $\pm$ 2,3	7,6	3,2	39
	ІК	9,3	15,7	7,8	10,9 $\pm$ 2,4	7,9	3,4	31
	Середнє	13,9	7,7	8,5	10,0	6,2		
	Різниця	11,7	12,1	1,5	10,2	9,8		
	$\sigma$	5,1	5,7	0,6				
	V, %	37	73	7				
90.673/32	СНАУ	3,5	8,7	3,5	5,2 $\pm$ 1,8	5,2	2,5	47
	УДС	7,4	2,8	5,0	5,1 $\pm$ 1,4	4,6	1,9	37
	ІК	5,8	17,2	6,3	9,8 $\pm$ 3,8	11,4	5,3	54
	Середнє	5,6	9,6	4,9	6,7	4,7		
	Різниця	3,9	14,4	2,8	11,6	6,3		
	$\sigma$	1,6	5,9	1,1				
	V, %	29	62	23				
08.187/13	СНАУ	6,5	9,0	10,5	8,7 $\pm$ 1,1	4,0	1,6	19
	УДС	7,9	8,8	8,8	8,5 $\pm$ 0,3	0,9	0,4	5
	ІК	5,4	13,7	11,1	10 $\pm$ 2,5	8,3	3,5	35
	Середнє	6,6	10,5	10,1	9,1	4,4		
	Різниця	2,5	4,9	2,3	1,6	7,4		
	$\sigma$	1,0	2,3	1,0				
	V, %	16	22	10				
08.187/93	СНАУ	6,5	7,3	7,9	7,2 $\pm$ 0,4	1,4	0,6	8
	УДС	3,7	3,5	3,5	3,6 $\pm$ 0,1	0,2	0,1	3
	ІК	8,7	12,8	8,3	9,9 $\pm$ 0,4	4,5	2,0	21
	Середнє	6,3	7,9	6,5	6,9	1,6		
	Різниця	5	9,3	4,6	4,7	4,5		
	$\sigma$	2,0	3,8	2,1				
	V, %	32	49	33				
08.194/20	СНАУ	7,5	8,8	7,4	7,9 $\pm$ 0,4	1,4	0,6	8
	УДС	6,7	2,7	6,6	5,0 $\pm$ 1,4	5,0	1,9	38
	ІК	9,0	10,3	9,7	9,7 $\pm$ 0,4	1,3	0,5	5
	Середнє	7,7	7,3	7,9	7,6	0,6		
	Різниця	2,3	7,6	3,1	5,3	3,7		
	$\sigma$	1,0	3,3	1,3				
	V, %	12	45	17				

Тільки в зразків 08.187/13 і 08.187/93 виявлена стабільність вираження показника і то лише в умовах УДС. Серед п'яти гібридів популяції 08.194 таке спостерігалось лише в зразка 08.194/20, хоча і в двох місцях випробування: СНАУ та ІК. Ще рідше низька величина коефіцієнта варіації показника (до 10 %) мала місце в роки оцінювання. Крім 2017 року у гібрида 08.194/119 це стосувалось однієї з

сестринських форм комбінації 90.673, а саме: 90.673/30 з величиною прояву показника 7 %. У 2015 році таке спостерігалось у одного з гібридів популяції 88.1450 – 88.1450с2.

**Висновки.** Доведена перспективність виділення серед складних міжвидових гібридів, їх беккросів зразків з великою кількістю бульб у гнізді, що в оптимальних умовах

перевищувало 20 шт./гніздо. Проте, реалізація згаданого потенціалу значною мірою залежить від зовнішніх умов. Це підтверджувалось різною часткою зразків з максимальною кількістю бульб у гнізді за роками, місцем випробування (в межах 0,0–32,1 %), часткою гібридів з кількістю бульб у гнізді 10 шт. і більше (0,4–8,4 %), перевищенням значення кращого з сортів-стандартів у цьому відношенні сорту Тетерів (0,4–7,7 %). Підтвердженням викладеного також може бути

розподіл досліджуваного матеріалу за класами бульбоутворення залежно від місця та років оцінювання. Найкращими умовами для реалізації показника виявились в ІК у 2016 році, коли 84,7 % гібридів були віднесені до останнього класу – більше 12 бульб/гніздо. Значно поступався їм зовнішній комплекс СНАУ у 2015 і 2017 роках та ІК у 2017 році.

#### **Бібліографічні посилання:**

1. Ross, H. (1986). Potato breeding – problems and perspectives. Paul Parey, Berlin and Hamburg.
2. Podhaietskiy, A. A. (1977). Ispol'zovanie dikih meksikanskih vidov kartofelja serij Bulbocastanum Rydb., Cardiophylla Buk., Pinnatisecta Rydb. v selekcii na fitoforoustojchivost' [Use of wild Mexican potato species of the Bulbocastanum Rydb., Cardiophylla Buk., Pinnatisecta Rydb series. in breeding for late blight resistance]. Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata s.-h. nauk. UNIIKH. Nemshaev (in Russian).
3. Podhaietskiy, A. A. (1978). Vydilennia zrazkiv deiakykh vydiv kartopli, stiikykh proty fitoforozu [Selection of standards of some types of potato, proof against Phytophthora infestans]. Kartopliarstvo, 9, 9–10 (in Ukrainian).
4. Podhaietskiy, A. A. (2004). Kharakterystyka henetychnykh resursiv kartopli ta yikh praktychne vykorystannia [Description of genetic resources of potato and them the practical use]. Henetychni resursy Roslyn, 1, 103–110 (in Ukrainian).
5. Podhaietskiy, A. A. (1988). Vydilennia bahatobulbovykh form kartopli pry mizhydvovii hibrydzatsii [Selection of multituberous forms to the potato during interspecific hybridization]. Kartopliarstvo, 1, 10–13 (in Ukrainian).
6. Kutsenko, V. S., Ospyhuk, A. A., & Podhaietskiy, A. A. (2002). Metodichni rekomendatsii shchodo provedennia doslidzen z kartopleiu [Methodical recommendations in relation to realization of researches with a potato]. UAAN, ІК. Nemishaeva (in Ukrainian).
7. Podhaietskiy, A. A., & Kriuchko, L. V. (2014). Rozpodil mizhydvovykh hibrydiv kartopli, yikh bekkrosiv riznykh hrup styhlosti za produktyvnistiu. Visnyk KhNAU [Distribution of interspecific hybrids of potato, them bekkrosiv of different groups of ripeness after the productivity]. Serii «Roslynnystvo, selektsiia i nasinnystvo, plodoovochivnystvo», 114, 101–106.

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

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

**Gordienko V. V.**, PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Institute of Potato Production of NAAS of Ukraine, Nemishaevo, Borodyansky district, Kyiv region, Ukraine

**Bondus R. O.**, PhD Agricultural Sciences), Senior Researcher, Ustimov experimental plant growing Institute of the Institute of Plant Production named after V. Ya. Yuryev of NAAS of Ukraine, Ustymivka, Globinsky district, Poltava region, Ukraine

**Muchoid T. I.**, Postgraduate Student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

#### **INFLUENCE OF EXTERNAL CONDITIONS ON THE MANIFESTATION OF THE AVERAGE NUMBER OF TUBERS IN THE BUSH AMONG INTERSPECIFICS HYBRIDS OF POTATOES, THEIR BECKCROSSES**

The ability to form a large number of tubers in the nest positively affects the productivity of hybrids and potato varieties. However, the expression of the trait is subject to a significant influence of external conditions, depending on the rate of response of the genotype. Studies on the assessment of the varying complexity of interspecific hybrids, their backcrosses in the ability to tie tubers were carried out during 2015–2017 in three places: the experimental field of the Sumy National Agrarian University (hereinafter SNAU), the Ustimov Experimental Plant of the V. Y. Yuryev Institute of Plant Production of the NAAS of Ukraine (UES), as well as the Institute of Potato Production of the NAAS of Ukraine (IR). The source material used 26 complex interspecific hybrids, their backcrosses. Varieties standards was Yavir and Grouse. The technique is generally accepted in the study with potatoes. The locations and years of the experiment varied significantly in meteorological conditions. SNAU alone had more rain in 2016 than in many years. In the UES, this applied to 2015 and 2016, and in the IR all the years there was a significant deficit in the supply of moisture with rains. Under the conditions of SNAU, only three decades from 12 in 2015, the air temperature was below the long-term average. In subsequent years there were five. In UES, this, respectively, amounted to 5, 7 and 7 decades. In IK, in all months, the air temperature was above the long-term average; in May 2015 and August 2015 and 2017, the difference exceeded 50 °C.

The high potential of the studied samples was determined by the ability to tie tubers. In some hybrids, under optimal conditions, their average number in the nest exceeded 20 pcs. A particularly positive effect on the formation of tubers was revealed in 2016 in the IR, when some of them with the maximum manifestation of the trait amounted to 32.1 %. To a lesser extent, the foregoing related to a part of the material with the number of tubers in the nest of 10 pieces and more – 8.4 %. In all places throughout all years hybrids with the best tuber-forming ability were distinguished than the variety-standard Teterev. In general, some of these hybrids amounted to 0.4–7.7 %.

The distribution data of the manifestation of the trait among hybrids depending on the place and years of testing indicate that in 2015 and 2016 with a tuber/nest of 8.1–10.0 tubers/nest, and 6.1–8.0 in the latter, the modal class in SNAU. Very unfavorable conditions for tying tubers were identified in 2016 under the conditions of UES. More than half of the test material is assigned to class 4 tuber/nest and less. In the other two years, the modal class was 6.1–8.0 tuber/nest. In all years, under conditions of infrared hybrids there was no hybrids with a minimum value of the indicator, and the modal classes were, respectively, 8.1–10.0; more than 12.0 and 6.1–8, as well as 8.1–10.0.

**Key words:** potato, interspecific hybrids, backcrosses, average number of tubers in the bush, years, places of testing.

**Подгаецкий А. А.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Краченко Н. В.**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Гордиенко В. В.**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Институт картофелеводства НААН Украины, пгт Немишаево, Бородянский район, Киевская область, Украина

**Бондус Р. О.**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Устимовская опытная станция растениеводства Института растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН Украины, с. Устимовка, Глобинский район, Полтавская область, Украина

**Мухоед Т. И.**, аспирант, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

### **ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ НА ПРОЯВЛЕНИЕ МНОГОКЛУБНЕВОСТИ СРЕДИ МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ, ИХ БЕККРОССОВ**

Способность формировать большое количество клубней в гнезде положительно сказывается на продуктивности гибридов, сортов картофеля. Вместе с тем, выражение признака подвержено значительному влиянию внешних условий в зависимости от нормы реакции генотипа. Исследования способности завязывать клубни межвидовых гибридов разной сложности, их беккроссов проводили в течение 2015–2017 годов в трех местах: опытном поле Сумского национального аграрного университета (СНАУ), Устимовской опытной станции растениеводства Института растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН Украины (УОС), а также Институте картофелеводства НААН Украины (ИК). В качестве исходного материала использовали 26 сложных межвидовых гибридов, их беккроссов. Сорта-стандарты Явир и Тетерев. Методика была общепринятой в исследовании с картофелем. Место и годы проведения эксперимента значительно отличались по метеорологическим условиям. В СНАУ только в 2016 году выпало больше дождей, чем за много лет. В УОС это относилось к 2015 и 2016 годам, а в ИК на протяжении всех лет наблюдался значительный дефицит поступления влаги с дождями. В условиях СНАУ всего в трех декадах с 12-ти в 2015 году температура воздуха была ниже средней многолетней. В последующие годы их было пять. В УОС это, соответственно, составило 5, 7 и 7 декад. В ИК во все месяцы температура воздуха была выше средней многолетней, а в мае 2015 года и августе 2015 и 2017 годов разница превышала 5 °С.

Определен высокий потенциал исследуемых образцов по способности завязывать клубни. У некоторых гибридов в оптимальных условиях их среднее количество в гнезде превышало 20 шт. Особое положительное влияние на формирование клубней выявлено в 2016 году в ИК, когда их часть с максимальным проявлением признака составила 32,1 %. В меньшей мере изложенное относилось к части материала с количеством клубней в гнезде 10 шт. и больше – 8,4 %. В каждом месте во все годы выделены гибриды с лучшей клубнеобразующей способностью, чем сорт-стандарт Тетерев. В целом, часть таких гибридов составляла 0,4–7,7 %.

Данные распределения проявления признака среди гибридов в зависимости от места и лет испытания свидетельствуют, что модальным классом в СНАУ был в 2015 и 2016 годах гибрид с 8,1–10,0 клубней/гнездо, а в последнем – 6,1–8,0. Очень неблагоприятные условия для завязывания клубней выявлены в 2016 году в условиях УОС. К классу 4 клубня/гнездо и меньше отнесено больше половины испытываемого материала. В остальные два года модальным классом был гибрид с 6,1–8,0 клубня/гнездо. Во все годы в условиях ИК отсутствовали гибриды с минимальным значением показателя, а модальными классами были, соответственно, 8,1–10,0; больше 12,0, а также 6,1–8,0 и 8,1–10,0.

**Ключевые слова:** картофель, межвидовые гибриды, беккроссы, среднее количество клубней в гнезде, годы, места испытания.

Дата надходження до редакції 03.04.2019 р.



## РОЗВИТОК ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ ТА СТРУКТУРА ПРОДУКТИВНОСТІ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Сахошко Микола Миколайович**

кандидат сільськогосподарських наук, директор  
Сумський обласний державний експертний центр сортів рослин, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0001-8396-5737  
sumy.dc@gmail.com

**Кравченко Михайло Йосипович**

кандидат хімічних наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
mkravchenko@ukr.net

**Яценко Віталій Миколайович**

аспірант  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
vitaliiyatsenko1@gmail.com

**Колосок Інна Олександрівна**

аспірант  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
kolosok\_l@ukr.net

*На сучасному етапі, модель розвитку листкового апарату рослин все частіше розглядається як основний елемент адаптованості генотипів до конкретних умов вирощування, зони географічного районування тощо. За цих умов потенціал гібриду, діапазон його адаптованості до умов середовища визначаються рівнем взаємодії між розвитком асиміляційного апарату та генеративних органів. Актуальним завданням, направленим на підвищення продуктивності культури соняшнику за рахунок використання генотипів, адаптованих до умов північно-східного Лісостепу та Полісся України, є виявлення найбільш типових схем взаємодії фотосинтетичного потенціалу, параметрів продуктивності рослин та врожайності посівів.*

*Дослідження проводили у рамках програми з розробки моделі сорту для умов північно-східного Лісостепу та Полісся України. Польові дослідження були виконані в 2016–2019 рр. в Сумському національному аграрному університеті та Інституті сільського господарства Північного Сходу НААН України. У дослідженнях щорічно тестували 28–56 гібридів різних установ оригінаторів. Вирощування соняшнику проводили за рекомендованою для зони технологією, з передзбиральною густрою 60 тис. рослин/га. Збирання врожаю проводили вручну, з двох центральних рядків 4-х рядкової ділянки. Результати оброблені з використанням пакету Statistica 6.0.*

*Проаналізовано дані щодо показників урожайності та значень коефіцієнта площі листкової поверхні (КЛП) посіву для груп сортів, виокремлених за показником тривалості вегетації. Встановлено, що збільшення площі листкової поверхні супроводжувалося збільшенням урожайності лише при порівнянні груп із датами технологічного дозрівання до 20 серпня, до 1 вересня та до 10 вересня. В усіх випадках максимальне значення показника площі листкової поверхні коливалося в діапазоні 3,12–3,52 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>. Така динаміка показників вказує на регулятивний характер значень коефіцієнта листкової поверхні (КЛП) сучасної культури соняшнику та відсутність генотипів (або умов), здатних підтримувати ці значення на рівні більше 3,3–3,5 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.*

*За результатами аналізу кореляційних плеяд встановлено наявність кількох рівнів та відносну незалежність зв'язків між групою параметрів, що визначають морфологічну будову рослин, та групою параметрів, що характеризують вміст хлорофілу і його концентрацію на одиницю площі листкової поверхні. У практичному аспекті, результати аналізу вказують на потенційну інформативність комплексного використання параметрів, що характеризують морфоструктуру рослин, насамперед, показника площі листкової поверхні та показника концентрації хлорофілу на одиницю площі.*

*З метою виділення типових схем характерних для різних рівнів адаптованості до умов зони було проведено кластеризацію даних стосовно 29 поширених в умовах регіону гібридів соняшнику. Результати аналізу дозволили виокремити три суттєво відмінних алгоритми реалізації вегетативного та генеративного потенціалу гібридів соняшнику. Встановлено, що одним із факторів успішної реалізації генеративного потенціалу гібридів соняшнику в умовах північно-східного Лісостепу України є здатність зберігати в нових умовах, а в окремих випадках покращувати структуру зв'язків між динамікою та параметрами розвитку листкового апарату рослин та параметрами їх генеративного розвитку.*

**Ключові слова:** соняшник, механізм адаптації, площа листків, вміст хлорофілу, урожайність.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.1-2.5>

**Вступ.** Комплекс кліматичних та економічних факторів останніх десятиліть зумовив зміщення вегетаційної лінії вирощування соняшнику в Україні в зону північного Лісостепу та Полісся. Розширення посівних площ культури та збільшення її частки у сівозміні, відбувається переважно за рахунок ранньо- та середньостиглих гібридів, орієнтованих на умови центрального й південного Лісостепу. Зміна рангів лімітуючих факторів середовища та відмінні від традиційної зони вирощування ґрунтово-кліматичні умови змінюють інтенсивність та динаміку розвитку як вегетативних, так і генеративних органів рослин. У більшості випадків це супроводжується зниженням загального рівня адаптованості гібридів до нових умов вегетації. Менш поширеним є збереження заявлених оригінарами показників урожайності. В окремих випадках відмічається підвищений рівень адаптованості за рахунок характеристик, реалізація яких блокувалась лімітуючими факторами середовища в традиційних умовах вирощування.

Актуальним завданням, направленим на підвищення продуктивності культури соняшнику за рахунок використання генотипів, адаптованих до умов північно-східного Лісостепу та Полісся України є виявлення найбільш типових схем взаємодії фотосинтетичного потенціалу, параметрів продуктивності рослин та урожайності посівів.

Соняшник є відносно молодого культурою. Становлення сучасного морфотипу соняшнику відбувалося поетапно в процесі його вирощування як декоративної, лікарської, пізніше, городньої та лише починаючи з кінця 19 століття олійної культури. Поетапний процес формування зумовлював зміну підходів до розвитку, тривалості існування та функцій листового апарату. Наразі така різниця найбільш чітко простежується в показниках площі листової поверхні та ярусної структури посівів сортів кондитерського типу та короткостебельних (ультраранніх) гібридів олійного використання [1].

На сучасному етапі модель розвитку листового апарату рослин все частіше розглядається як основний елемент адаптованості генотипів до конкретних умов вирощування, зони географічного районування тощо. В основі такого підходу є первинність в онтогенезі рослин програм реалізації вегетативного потенціалу. Тоді як об'єктом селекційних програм (всього періоду доместикації культури) є параметри генеративного розвитку, програми яких реалізуються у другій половині вегетації рослин [2]. За цих умов потенціал гібриду, діапазон його адаптованості до умов середовища визначається рівнем взаємодії між розвитком асиміляційного апарату та генеративних органів. Таким чином, у кожному конкретному випадку формується власна, оригінальна схема донорно-акцепторних зв'язків, що регулюють утворення продукції фотосинтезу, процеси росту, підтримку життєдіяльності та накопичення запасних поживних речовин [3].

Метою досліджень було визначення показників кореляції, середніх та максимальних значень розвитку листової поверхні гібридів соняшнику залежно від рівня їх

адаптованості до умов зони дослідження, а також виокремлення груп із різним алгоритмом реалізації вегетативного та генеративного потенціалу рослин.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводили в рамках програми з розробки моделі сорту для умов північно-східного Лісостепу та Полісся України. Польові дослідження було виконано в 2016–2019 рр. в Сумському національному аграрному університеті та Інституті сільськогосподарства Північного Сходу НААН України. У дослідженнях щорічно тестували 28–56 гібридів різних установ оригінаторів, а саме: Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України, Інституту олійних культур НААН України, Селекційно-генетичного інституту НААН України, Сумського національного аграрного університету. Досить широко в досліджах були представлені іноземні селекційні центри: «Євраліс Семанс», «Лімагрейн Юроп», «Сінгента Сідз С. А. С.», Інститут польовництва м. Нові Сад (Сербія).

Визначення параметрів розвитку рослин проводили у фазу цвітіння. Площу листків визначали методом висічок [4]. Вміст хлорофілу – хлорофілометром SPAD-502 Plus виробництва Minolta optics, з калібруванням шкали за результатами лабораторного аналізу з використанням фотоколориметра КФК – 3.01 [5].

Вирощування соняшнику проводили за рекомендованою для зони технологією з передзбиральною густиотою 60 тис. рослин/га. Збирання врожаю проводили вручну, з двох центральних рядків 4-х рядкової ділянки. Результати оброблено з використанням пакету *Statistica 6.0* [6].

**Результати та їх обговорення.** На сьогодні вважається доведеною наявність достовірних кореляцій між показниками розвитку листового апарату та урожайністю соняшнику лише в межах одного генотипу та аналогічних умов вегетації. Так, за результатами досліджень В. Ю. Жемчужина [7] та А. В. Мельника [8] кореляція між параметрами площі листової поверхні у фазу цвітіння та урожайністю соняшнику складає  $r = 0,35-0,61$ . Разом із тим, при порівнянні урожайності та площі листового апарату кількох гібридів, або ділянок із різними умовами вегетації, роками досліджень і т. п. кореляція між показниками є несуттєвою. Загалом, це вказує на наявність оптимальних для кожного генотипу показників розвитку листового апарату або умов вегетації (у тому числі погодних умов року). На рівні особини та посіву такий стан підтримується завдяки існуванню низки механізмів регуляції розвитку генеративних органів рослин відповідно до фактичного рівня реалізації їх вегетативного потенціалу [9].

У таблиці 1 наведено дані щодо показників урожайності та значень коефіцієнта листової поверхні (КЛП) посіву для груп гібридів, виокремлених за показником тривалості вегетації. Очікуваною при такому порівнянні є тісна залежність між показниками тривалості вегетації, показниками урожайності та площею листової поверхні.

Показники урожайності та площі листової поверхні соняшнику залежно від тривалості вегетації

Група (за датою технологічного дозрівання)	2016		2017		2018		2019	
	Урожайність, т/га	КЛП, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Урожайність, т/га	КЛП, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Урожайність, т/га	КЛП, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Урожайність, т/га	КЛП, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>
До 20 серпня	1,81	2,31	1,95	2,71	2,47	2,56	2,22	2,46
До 1 вересня	2,08	2,82	2,11	2,98	3,08	2,98	2,52	3,42
До 10 вересня	2,23	2,86	2,92	3,47	3,07	3,32	2,48	3,31
До 20 вересня	2,47	3,12	3,21	3,52	3,13	3,31	2,88	3,3
Після 20 вересня	2,67	2,86	3,28	3,51	3,17	3,00	3,07	3,3

Фактично, збільшення площі листової поверхні супроводжувалося збільшенням урожайності лише при порівнянні груп із датами технологічного дозрівання до 20 серпня, до 1 вересня та до 10 вересня. Так у 2016, 2017 та 2018 рр. значення показника КЛП були максимальними (3,12; 3,52 та 3,31 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> відповідно) у групі з датами технологічного дозрівання до 20 вересня. У більш пізньостиглих групах спостерігали його зниження до 2,86; 3,51 та 3,0 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>. У посушливому (зі значним дефіцитом опадів у другій половині червня та липні) 2019 р. стабілізацію значень КЛП було відмічено на рівні 3,0–3,3 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, розпочинаючи з груп з датами дозрівання до 10 вересня. У всіх випадках максимальне значення показника площі листової поверхні коливалося в діапазоні 3,12–3,52 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>. Така динаміка показників вказує на регулятивний характер значень коефіцієнта листової поверхні (КЛП) сучасної культури соняшнику та відсутність генотипів (або умов), здатних підтримувати ці значення на рівні більше 3,3–3,5 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

Важливим, для розуміння процесів формування листової поверхні рослин та її якісних характеристик є оцінка

рівнів кореляційних зв'язків між її окремими параметрами. Практичним аспектом таких досліджень є оцінка ефективності використання додаткових показників при визначенні фактичного стану посівів та потенційного рівня їх урожайності.

На основі даних чотирирічних досліджень було проведено кореляційний аналіз для групи показників розвитку листового апарату та структури листового пологу соняшнику. Для наочності результати представлено у вигляді кореляційних плеяд (рис. 2). Цей метод був запропонований у кінці 50-х років минулого століття П. В. Терентьевим [10], пізніше, вже на початку цього століття, доповнено та систематизовано Н. С. Ростовою [11].

Схема наочно ілюструє наявність кількох рівнів та відносну незалежність зв'язків між групою параметрів, що визначають морфологічну будову рослин і вертикальну структуру посіву (параметри: 1, 2, 7) та групою параметрів, що характеризують вміст хлорофілу та його концентрацію в одиниці площі листової поверхні (3, 5, 4).

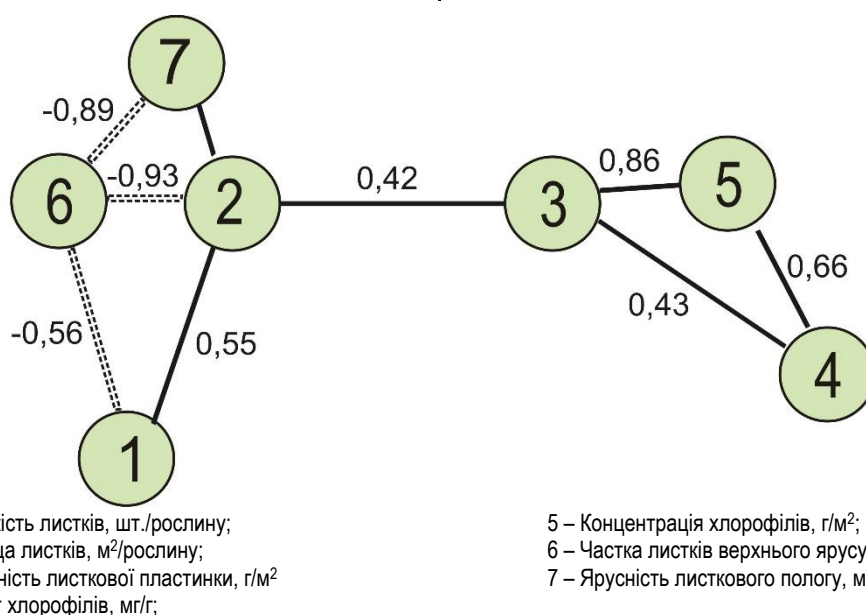


Рис. 1. Структура кореляційних зв'язків показників розвитку листової поверхні соняшнику (2016–2019 рр.)

Зв'язок між цими групами підтримується за рахунок середньої (за Г. Ф. Лакіним) кореляції  $r = 0,43$  між показниками площі листової поверхні (м<sup>2</sup>/рослину) та щільністю листової пластинки (г/м<sup>2</sup>) [12]. Враховуючи наявність статистично суттєвої залежності між продуктивністю рослин та показником площі листків (у межах одного гібриду та умов вегетації) та низький рівень зв'язку між

зміню показників продуктивності й показниками вмісту хлорофілу, доцільним є припущення про входження останньої групи до більш складної системи зв'язків, що регулюють інтенсивність обмінних процесів, процесів відмирання нижніх ярусів листків та напрямки утилізації вивільненої органічної продукції. Опосередковано на таку схему причино-наслідкових зв'язків, вказують дані

В. І. Троценка, щодо регулятивних функцій рівня загального вмісту хлорофілу та співвідношень між групами хлорофілів "а" та "b" у різних за тривалістю вегетації гібридів соняшнику [13].

У практичному аспекті результати аналізу вказують на потенційну інформативність комплексного використання параметрів, що характеризують морфоструктуру рослин, насамперед показника площі листової поверхні та показника концентрації хлорофілу на одиниці площі.

Наведені у дослідженні дані та доступні публікації інших дослідників вказують на комплексний характер взаємозв'язків між розвитком листової поверхні (як основною ознакою рівня реалізації вегетативного потенціалу

рослин), параметрами формування продуктивності рослин та урожайністю посіву соняшнику [14]. З метою виділення типових схем, характерних для різних рівнів адаптованості до умов зони було проведено кластеризацію даних стосовно 29 поширених в умовах регіону гібридів соняшнику. Оцінка проводилася за показниками врожайності (т/га), структури продуктивності рослин соняшнику: маси 1000 насіння (г); кількості насіння в кошику (шт./рослину) та комплексом показників розвитку листового апарату рослин. Результати аналізу дозволили виокремити три суттєво відмінних алгоритми реалізації вегетативного та генеративного потенціалу гібридів соняшнику в зоні північно-східного Лісостепу України (рис. 2, табл. 2).

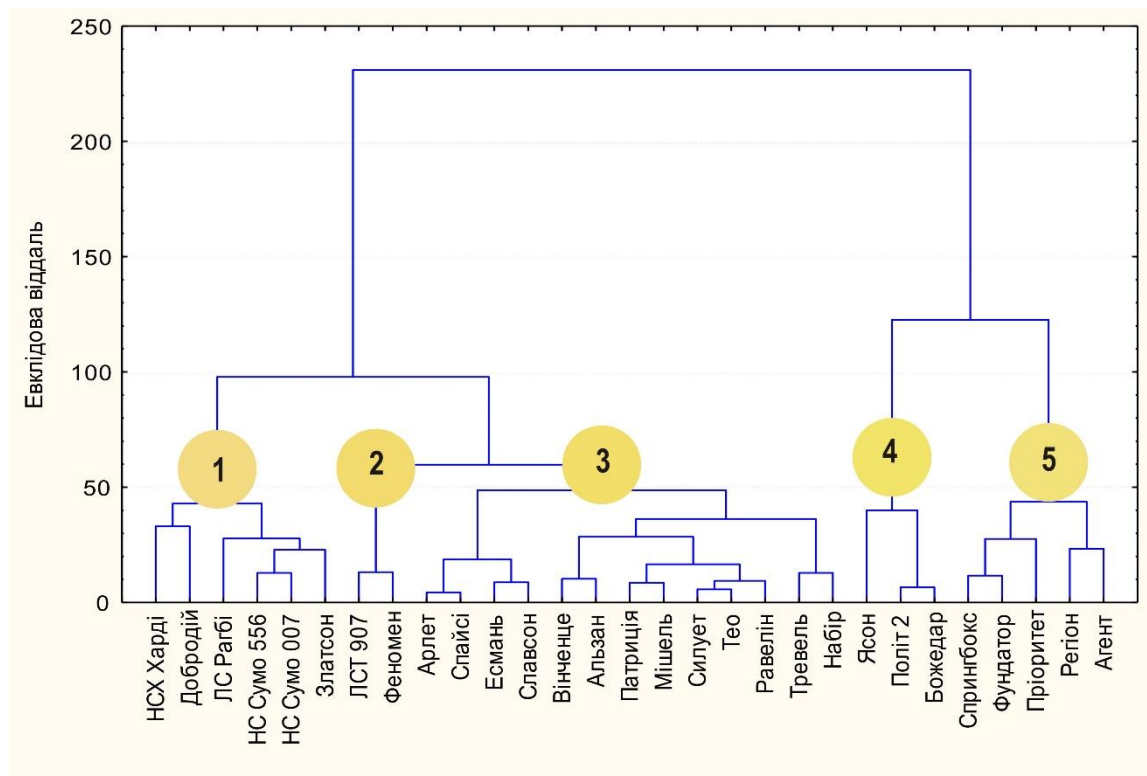


Рис. 2. Кластеризація гібридів соняшнику за урожайністю, структурою продуктивності та показниками розвитку листової поверхні рослин (2018–2019 рр.)

Таблиця 2

Середні значення показників для груп кластерів гібридів соняшнику, 2018–2019 рр.

Показник	Група кластерів				
	1	2	3	4	5
Урожайність, т/га	2,28±0,11	2,21±0,12	2,73±0,09	2,51±0,14	3,02±0,12
Реалізація потенціалу, %	89,72±2,34	92,81±4,17	102,38±1,41	102,21±2,26	114,32±2,41
Маса 1000 насіння, г	55,71±2,09	58,73±2,41	59,34±1,71	68,15±3,88	61,37±2,36
Кількість насіння, шт./рослину	739,52±54,2	648,21±48,1	784,12±24,8	612,24±52,6	846,85±64,4
Коефіцієнт листової поверхні, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	2,51±0,08	1,82±0,05	3,11±0,03	3,54±0,06	3,12±0,12
Щільність листової пластинки, г/м <sup>2</sup>	393,08±5,84	404,21±7,60	455,22±3,39	593,44±8,17	504,60±7,54
Концентрація хлорофілу, г/м <sup>2</sup>	0,56±0,04	0,60±0,09	0,65±0,04	0,89±0,09	0,76±0,09
Ярусність листового пологю, м <sup>2</sup> /м	0,29±0,04	0,23±0,05	0,36±0,03	0,48±0,06	0,42±0,05
Площа одного листка, дм <sup>2</sup>	2,06±0,09	1,66±0,07	2,48±0,05	3,02±0,11	2,57±0,08

Найменш ефективним за роки досліджень був алгоритм, визначений для груп 1 та 2, представлених вітчизняними гібридами: Добродій, Златсон, Феномен та гібридами зарубіжної селекції: НС Сумо 556, НС Сумо 007, НСХ Харді, ЛС Рагбі. Спільним для обох груп були менші за

середні (у досліді) показники КЛП та показники щільності листової пластинки й концентрації хлорофілу на одиницю листової поверхні. Обидві групи мали мінімальні у досліді показники маси 1000 насіння, та нижчі або наближені до середніх показники кількості насіння у кошику. Фактична

урожайність гібридів у цих групах була суттєво меншою від розрахункової. Залежно від природи гібридів це може вказувати на недостатній рівень генетичного контролю таких важливих показників як кількість насіння в кошику та маса 1000 насінин, так і відсутність умов для реалізації вегетативного потенціалу рослин, що автоматично обмежило розвиток генеративних органів.

Задовільний рівень адаптованості до умов зони забезпечував алгоритм, присутній у групі 3. Ця група була представлена вітчизняними гібридами: Есмань, Славсон, Силует, Тревель, Набір та гібридами іноземної селекції Арлет, Спайсі, Вінченце, Альзан, Патриція, Мішель, Тео, Равелін. Особливістю групи були близькі до середніх у досліді значення показників вмісту хлорофілу та щільності листової пластинки при вищих за середні показниках КЛП, а також ярусності пологю. Останній визначався як відношення площі листової поверхні окремих рослин до їх висоти. Важливою характеристикою групи був низький рівень варіювання більшості показників розвитку рослин, що вказує на відносну стабільність цього алгоритму в межах групи та можливість його реалізації в різні за погодними умовами роки.

Третій алгоритм характеризується як специфічний, що реалізувався за рахунок окремих генетично детермінованих ознак генотипів (група 4) або, навпаки, мав ознаки пристосованості до погодних умов років досліджень (група 5).

Група 4, представлена гібридами Ясон, Політ 2 та Божедар, мала ознаки екотипів із підвищеним рівнем тінновитривалості. Рослини характеризувалися високими показниками площі одного листка та максимальним у дослідженні показником концентрації хлорофілу на одиницю площі. Така структура забезпечувала можливість формування та збереження вищих за критичний для більшості гібридів рівень розвитку листової поверхні посіву, а саме  $3,54 \text{ м}^2/\text{м}^2$ , при цьому ярусність листового пологю рослин в цій групі складала  $0,48 \text{ м}^2/\text{м}$ . Додатковою характеристикою групи був тривалий період функціонування всього спектру ярусів (включно до середини фази наливу

насіння), що забезпечувало реалізацію генетичної схильності гібридів до формування крупного, добре виповненого насіння із середньою масою 1000 насінин – 68,05 г.

Група 5 була представлена гібридами Спрингбокс, Фундатор, Пріоритет, Регіон, Агент. Загалом, алгоритм розвитку листової поверхні та реалізації генетичного потенціалу гібридів у групі був подібним до групи з задовільним рівнем адаптованості. Однак більш широка норма реакції на погодні умови забезпечувала формування та підтримку кількох ознак із вищими за середні значення показниками, а саме: концентрації хлорофілу –  $0,76 \text{ г}/\text{м}^2$ , площі одного листка –  $2,57 \text{ дм}^2$ , щільності листової пластинки –  $504,60 \text{ г}/\text{м}^2$ . Високі показники розвитку листової листового апарату гібридів цієї групи забезпечували умови для реалізації їх генеративного потенціалу: найвищого у досліді рівня урожайності –  $3,02 \text{ т}/\text{га}$ .

Таким чином одним із факторів успішної реалізації генеративного потенціалу гібридів соняшнику в умовах північно-східного лісостепу України є здатність зберігати, а в окремих випадках покращувати структуру зв'язків між динамікою та параметрами розвитку листового апарату рослин та параметрами їх генеративного розвитку.

**Висновки.** За результатами досліджень розвитку листової поверхні гібридів соняшнику та показників структури їх урожайності в північно-східному Лісостепу України встановлено що для поширених у зоні гібридів максимальним є формування листової поверхні з коефіцієнтом  $3,3\text{--}3,55 \text{ м}^2/\text{м}^2$ . У методиках із визначення загального стану посіву та оцінки його потенційної урожайності доцільним є використання у якості додаткового (уточнюючого) параметра показника концентрації хлорофілу на одиницю площі. Ефективність алгоритму реалізації генетичного потенціалу гібридів визначається достатнім рівнем генетичного контролю основних показників продуктивності рослин, підкріплених наблизеними до максимальних у зоні показниками розвитку листової поверхні та рівнем концентрацією хлорофілу  $\geq 0,65 \text{ г}/\text{м}^2$ .

#### Бібліографічні посилання:

1. Kirichenko, V. V. (2005). Selekcija i semenovodstvo podsolnechnika (*Helianthus annuus* L.) [Selection and seed production of sunflower (*Helianthus annuus* L.)]. Magda, Harkiv (in Russian).
2. Zelenskij, M. I., & Agaev, M. G. (2007). Nekotorye tendencii jevoljucionnoj izmenchivosti fotosinteza kul'turnyh rastenij [Some trends in the evolutionary variability of photosynthesis of cultivated plants]. Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii, 164, 361–377 (in Russian).
3. Zelenskij, M. I. (1995). Fotosinteticheskie harakteristiki vazhnejshih selskohozajstvennyh kultur i perspektivy ih selekcionnogo ispolzovanija [Photosynthetic characteristics of the most important agricultural crops and prospects for their selective use]. Teoreticheskie osnovy selekcii, II. Ch.II, 466 – 554 (in Russian).
4. Nichiporovich, A. A. (1996). Fotosintez i voprosy povyshenija urozhajnosti rastenij [Photosynthesis and issues of increasing plant productivity]. Vestnik selskohozajstvennoj nauki, 19(2), 1–12 (in Russian).
5. Musiyenko, M. M., Parshikova, T. V., & Slavnij, P. S. (2001). Spektrometrichni metodi v praktici fiziologii, biohimii ta ekologiji roslin [Spectrometric methods in the practice of plant physiology, biochemistry and ecology]. Fitocentr, Kyiv (in Ukrainian).
6. Careno, O. M., Zlobin, Ju.A., Skljar, V. G., & Panchenko, S. M. (2000). Kompjuterni metodi v silskomu gospodarstvi ta biologii [Computer Methods in Agriculture and Biology]. Universitetska kniga, Sumi (in Ukrainian).
7. Zhemchuzhin, V. Ju. (2009). Formuvannja urozhaju sonjashniku riznih naprjamiv vikoristannja zalezchno vid umov mineralnogo zhivlennja [Formation of sunflower crop of different directions of use depending on the conditions of mineral nutrition]. Visnik Lvivskogo NAU: Agronomija, 13, 367–371 (in Ukrainian).
8. Melnik, A. V. (2004). Porivnjalnij analiz koreljacij morfologichnih oznak ta produktivnosti sonjashniku [Comparative analysis of correlations of morphological features and sunflower productivity]. Visnik Sumskogo NAU, Vip.1 (8), 82-84 (in

Ukrainian).

9. Trocenko, V. I., & Zhatova, G. O. (2015). Etapi formuvannya produktivnosti roslin ta urozhajnist posiviv sonjashniku [Stages of formation of plant productivity and yield of sunflower crops]. *Visnik centru naukovogo zabezpechennja APV Harkivskoi oblasti*, 18, 165–173 (in Ukrainian).

10. Terentev, P. V. (1959). Metod korrelyacionnyh plejad [Correlation Pleiad Method]. *Vestnik Leningradskogo universiteta*, 9, 137–141 (in Russian).

11. Rostova, N. S. (2002). Korrelyacii: struktura i izmenchivost [Correlations: structure and variability]. *Izdatelstvo S-Peterb. Un-ta, SPb* (in Russian).

12. Lakin, G. F. (1980). *Biometrija [Biometrics]. Vysshaja shkola, Moscov* (in Russian).

13. Trocenko, V. I., & Zhatova, G. O. (2018). Parametri fotosintetichnogo aparatu sonjashniku v modeljah sortiv dlja zoni pivnichno-shidnogo Lisostepu ta Polissja [Parameters of photosynthetic sunflower apparatus in varieties models for the area of the northeast Forest-Steppe and Polissia]. *Visnik Sumskogo NAU*, 8(35), 53–58 (in Ukrainian).

14. Zhuchenko, A. A. (1990). *Adaptivnoe rastenievodstvo (jekologo-geneticheskie osnovy) [Adaptive crop production (ecological and genetic basis)]. Shtiinca, Kishinev* (in Russian).

**Sakhoshko M. M.**, PhD (Agricultural Sciences), Director, Sumy Regional State Expert Center for Plant Varieties, Sumy, Ukraine

**Kravchenko M. I.**, PhD (Chemistry Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Yatsenko V. M.**, Postgraduate Student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Kolosok I. O.**, Postgraduate Student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

#### **DEVELOPMENT OF THE LEAF AREA AND THE PRODUCTIVITY STRUCTURE OF THE SUNFLOWER HYBRIDS IN THE NORTH-EASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE**

*At the present stage, the model of leaf plant development is increasingly considered as the main element of genotypes adaptation to specific cultivation conditions, geographical area, etc. Under these conditions, the potential of the hybrid, the range of its adaptation to environmental conditions is determined by the level of interaction between the development of the assimilation apparatus and the generative organs. An urgent task aimed at improving the productivity of sunflower crop due to the use of genotypes adapted to the conditions of the north-eastern Forest-Steppe and Polysysya of Ukraine is to identify typical schemes of interaction of photosynthetic potential and parameters of plant productivity and crop yields.*

*The studies were conducted in accordance with the program for the development of a variety model for the conditions of the north-eastern Forest-Steppe and Polysysya of Ukraine. Field experiments were carried out in 2016–2019 at the Sumy National Agrarian University and the Institute of the Agriculture of North East of Ukraine. In the studies, 28–56 hybrids of different originators were tested annually. Sunflower was cultivated according to the technology recommended for the area, with pre-harvesting density of 60 thousand plants / ha. Harvesting was done manually, from two central rows of a 4-rows plot. The results were processed using the Statistics package.*

*The data on yield indices and values of leaf area coefficient (LAC) of crop for groups of varieties separated by the duration of growing season were analyzed. It was found that the increasing of leaf area was accompanied by an increasing of yield in case of comparing groups with dates of technological maturation until 20 August, 1 September and 10 September. In all cases, the maximum value of the leaf area index ranged from 3.12–3.52 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. These dynamics of indicators indicated to the regulatory nature of the values of leaf area coefficient (LAC) of modern sunflower crop and the absence of genotypes (or conditions) capable of maintaining these values at the level of more than 3.3–3.5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.*

*According to the analysis of correlation pleiades, the presence of several levels was found and the relative independence of the relationships between the group of parameters, determining the morphological structure of plants and the vertical structure of crop and the group of parameters, characterizing the content of chlorophyll and its concentration per unit area of leaf surface. In practical terms, the results of the analysis indicated the potential informative nature of the complex use of parameters characterizing the morpho-structure of plants, primarily the index of leaf area and the index of chlorophyll concentration per unit area.*

*In order to isolate the typical schemes characteristic of different levels of adaptation to the conditions of the zone, data on 29 sunflower hybrids distributed in the region were clustered. The results of the analysis allowed to distinguish three significantly different algorithms for the realization of the vegetative and generative potential of sunflower hybrids in the area of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine. It has been established that one of the factors for successful realization of the generative potential of sunflower hybrids in the conditions of the zone is the ability to preserve and (in some cases) to improve the structure of relations between the dynamics and parameters of the plant leaf apparatus and the parameters of their generative development.*

**Key words:** sunflower, adaptation mechanism, leaf area, chlorophyll content, yield.

**Сахошко Н. Н.**, кандидат сельскохозяйственных наук, директор, Сумской областной государственной экспертный центр сортов растений, г. Сумы, Украина

**Кравченко М. И.**, кандидат химических наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Яценко В. Н.**, аспирант, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Колосок И. А.**, аспирант, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

#### **РАЗВИТИЕ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ И СТРУКТУРА ПРОДУКТИВНОСТИ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В**

## **УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ**

На современном этапе модель развития листового аппарата растений все чаще рассматривается как основной элемент адаптации генотипов к конкретным условиям выращивания, зоны географического районирования и др. В этих условиях потенциал гибрида, диапазон его адаптации к условиям среды определяются уровнем взаимодействия между развитием ассимиляционного аппарата и генеративных органов. Актуальной задачей, направленной на повышение продуктивности культуры подсолнечника за счет использования генотипов, адаптированных к условиям северо-восточной лесостепи Украины является выявление наиболее типичных схем взаимоотношений между показателями развития листового аппарата растений и параметрами их продуктивности.

Исследования проводились в рамках программы по разработке модели сорта для условий северо-восточной лесостепи и полевых опыты были выполнены в 2016–2019 гг. в Сумском национальном аграрном университете и Институте сельского хозяйства северо-востока НААН Украины. В исследованиях ежегодно тестировалось 28–56 гибридов различных учреждений. Выращивание подсолнечника проводили по рекомендованной для зоны технологии, с предуборочной густотой 60 тыс. растений/га. Сбор урожая проводился вручную, с двух центральных рядков 4-х рядной площадки. Результаты обработаны с использованием пакета программ Statistica 6.

Проанализированы данные по показателям урожайности и значений коэффициента площади листовой поверхности (КЛП) посева для групп гибридов, выделенных по показателю продолжительности вегетации. Установлено, что увеличение площади листовой поверхности сопровождалось увеличением урожайности лишь при сравнении групп с датами технологического созревания до 20 августа, до 1 сентября и до 10 сентября. Так в 2016, 2017 и 2018 гг. значение показателя КЛП были максимальными (3,12; 3,62 и 3,31 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> соответственно) в группе с датами технологического созревания до 20 сентября. В более позднеспелых группах наблюдалось его снижение до 2,86; 3,54 и 3,0 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>. В засушливом (со значительным дефицитом осадков во второй половине июня и июля) 2019 году, стабилизация значений КЛП наблюдалась на уровне 3,0–3,3 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> начиная с групп с датами созревания до 10 сентября. Во всех случаях максимальное значение показателя площади листовой поверхности колебалось в диапазоне 3,12–3,52 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>. Такая динамика показателей указывает на регулятивный характер значений коэффициента листовой поверхности (КЛП) современной культуры подсолнечника и отсутствие генотипов (или условий), способных поддерживать эти значения на уровне более 3,3–3,5 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

По результатам анализа корреляционных плеяд установлено наличие нескольких уровней и относительную независимость связей между группой параметров, определяющих морфологическое строение растений и группой параметров, характеризующих содержание хлорофилла и его концентрацию в единице площади листовой поверхности. В практическом аспекте, результаты анализа указывают на потенциальную информативность комплексного использования параметров, характеризующих морфоструктуру растений, прежде всего показателя площади листовой поверхности и показателя концентрации хлорофилла на единицу площади.

С целью выделения типовых схем, характерных для различных уровней адаптированности к условиям зоны, было проведено кластеризацию данных 29 гибридов подсолнечника, распространенных в условиях региона. Результаты анализа позволили выделить три существенно разных алгоритма реализации вегетативного и генеративного потенциала гибридов подсолнечника. Установлено, что одним из факторов успешной реализации генеративного потенциала гибридов подсолнечника в условиях северо-восточной лесостепи Украины является способность сохранять в новых условиях, а в отдельных случаях улучшать структуру связей между динамикой и параметрами развития листового аппарата растений и параметрами их генеративного развития.

**Ключевые слова:** подсолнечник, механизм адаптации, площадь листьев, содержание хлорофилла, урожайность.

Дата надходження до редакції 07.07.2019 р.

**БІОРИЗНОМАНІТТЯ ПРОЕКТОВАНОГО ЗАКАЗНИКА "ГОВОРУНІВСЬКИЙ"**

**Скляр Вікторія Григорівна**

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

**Мельничук Сергій Дмитрович**

доктор біологічних наук, професор  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
serge.melnichuk@gmail.com

**Скляр Юрій Леонідович**

кандидат біологічних наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-5790-1331  
sul\_bio@ukr.net

**Бондарєва Людмила Миколаївна**

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

**Баштовий Микола Григорович**

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

**Зубцова Інна Володимирівна**

асистент  
Сумський національний аграрний університет м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0001-6339-931X  
i\_zubtsova@ukr.net

За результатами польових досліджень охарактеризований стан природних комплексів території (площею близько 140 га) в межах Ямпільського адміністративного району Сумської області, визначена доцільність створення на досліджуваній території ландшафтного заказника місцевого значення «Говорунівський».

На основі аналізу флори та рослинності встановлено, що більшу частину території пропонованого заказника займає торф'яниста лука із домінуванням *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv. та низки типових лучних та лучно-болотних видів. На більш посушливих ділянках, що розташовані смугою вздовж північної межі проектного заказника та, відповідно, масиву соснового лісу, сформувалися трав'янисті угруповання із домінуванням *Agrostis canina* L. або *Nardus stricta* L.

Відмічено, що по всій площі пропонованого заказника відбувається досить активне природне відновлення деревних видів, таких як: *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth, *Pyrus communis* L.

Показано, що соцологічна цінність заказника полягає у наявності типових для заплавл малих річок Полісся природних комплексів, а також присутності у складі флори виду Червоної книги України – *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo, ряду цінних лікарських рослин (*Valeriana exaltata* J. C. Mikan, *Sanguisorba officinalis* L., *Achillea submillefolium* Klock. et Krytzka, *Mentha arvensis* L., *Thymus marschallianus* Willd., *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. тощо).

**Ключові слова:** природно-заповідний фонд, ландшафтний заказник, види Червоної книги України, заплавні луки, малі річки Полісся.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.1-2.6>

**Вступ.** Державною стратегією регіонального розвитку на період до 2020 року, затвердженою постановою Кабінету Міністрів України від 6 серпня 2014 року № 385, передбачено збільшення частки заповідних територій в Україні до 10,8 % у 2018 та до 15 % у 2020 роках. На території Сумської області – відсоток заповідності до 2020 року – 18 %. На теперішній

час він становить – 7,48 % [1, 2].

У зв'язку із вищезазначеним, є актуальним проведення заходів, спрямованих на створення нових територій природно-заповідного фонду (ПЗФ) [3, 4], а також оптимізацію вже існуючої мережі об'єктів з природоохоронним статусом [5]. У Сумській області цьому



питанню приділяється значна увага. В останній час щорічно оголошується декілька нових територій ПЗФ.

З цієї точки зору досить перспективною є територія проєктованого заказника «Говорунівський», яка розташована у Ямпільському районі Сумської області в околицях с. Говорунове, де представлені типові природні комплекси заплави малих річок Полісся, виявлені популяції виду рослин, занесеного до Червоної книги України та популяції цінних лікарських рослин.

За попередній період часу, до початку досліджень, пов'язаних із проєктуванням та створенням ландшафтного заказника місцевого значення «Говорунівський», наукові дослідження природничого та соціологічного напрямку на його території не проводились. Література, в якій би характеризувалась ця місцевість, відсутня. Виключенням є лише видання енциклопедичного характеру або данні про районування України, в яких надається інформація про природні умови Ямпільського адміністративного району [6], а також узагальнена інформація про геоботанічне районування і, зокрема, про Шосткинський район Чернігівсько-Новгород-Сіверського округу Поліської підпровінції Східноєвропейської провінції Європейської широколистяно-лісової області [7].

Метою даної публікації є: за результатами аналізу наявних літературних даних та, насамперед, власних польових спостережень надати інформацію про стан природних комплексів проєктованого ландшафтного заказника місцевого значення «Говорунівський», а також визначити вимоги щодо його режиму охорони.

**Матеріали і методи досліджень.** В основу публікації покладено матеріали польових досліджень, проведених авторами протягом 2018 р. Вивчення біорізноманіття базувалося на використанні комплексу загальноприйнятих флористичних та геоботанічних методів, у тому числі рекогносцирувального та детально-маршрутного [8–10]. Рослинність вивчали з використанням еколого-ценотичних підходів [11].

Пропонована природоохоронна територія простягається від південної околиці с. Говорунове (Ямпільський район Сумської області) вздовж р. Шостка вниз за течією на відстань близько 6,5–7,0 км (до рівня с. Гремячка). Ця територія охоплює частину заплави річки Шостка. Вона має нахил із півночі на південь. На півночі природною межею заказника є масив соснового лісу та с. Говорунове, на півдні – власне прибережна смуга лівого берега р. Шостка. Площа обстеженої ділянки складає близько 140 га.

Відповідно до фізико-географічного районування, пропонована природоохоронна територія відповідає Ямпільсько–Середньо-Будському району, області Новгород-Сіверського Полісся, Поліському краю зони мішаних лісів Східно-Європейської рівнини [6]. За геоботанічним районуванням вона належить до Шосткинського району Чернігівсько-Новгород-Сіверського округу Поліської підпровінції Східноєвропейської провінції Європейської широколистяно-лісової області [7].

Характерною ознакою Ямпільського району є те, що його поверхня являє собою погорбовану моренно-зандрову рівнину, розчленовану ярами та балками. Пересічна температура січня у цьому регіоні дорівнює  $-8^{\circ}\text{C}$ , а температура липня  $+18^{\circ}\text{C}$ . Період з показниками понад  $+10^{\circ}\text{C}$  становить 157 днів. Опадів близько 578 мм на рік.

Висота снігового покриву – до 25 см [6]. Зазначені особливості ландшафтів та клімату проявляють себе і у межах території пропонованого заказника «Говорунівський».

**Результати та їх обговорення.** Аналіз флори та рослинності досліджуваної території показав, що більшу частину території пропонованого заказника займає торф'яниста лука із домінуванням *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv (щучника дернистого). Тут також зростають *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. (гадючник в'язолистий), *Lysimachia vulgaris* L. (вербозілля звичайне), *Veratrum lobelianum* Bernh. (чемериця Лобелієва), *Cicuta virosa* L. (цикута отруйна), *Valeriana exaltata* J. C. Mikan (валеріана висока), *Sanquisorba officinalis* L. (родовик лікарський), *Alopecurus pratensis* L. (китник лучний), *Festuca pratensis* Huds. (костриця лучна), *Juncus conglomeratus* L. (ситник скупчений). Зазначені види формують перший ярус трав'яного покриву. У другому ярусі зростають *Agrostis canina* L. (мітлиця собача), *Carex hirta* L. (осока шершава), *Ranunculus acris* L. (жовтець їдкий), *Achillea submillefolium* Klok. et Krytzka (деревій майже звичайний), *Epilobium palustre* L. (зніт болотний), *Geum urbanum* L. (гравілат міський). У складі третього ярусу зростають *Galium mollugo* L. (підмаренник м'який), *Stellaria graminea* L. (зірочник злаковидний), *Mentha arvensis* L. (м'ята польова), *Thymus marschallianus* Willd. (чебрець Маршаллів), *Potentilla anserina* L. (перстач гусячий), *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. (перстач прямостоячий (калган)). Позаярусна рослинність представлена *Humulus lupulus* L. (хміль звичайний).

У межах описаного вище фітоценозу, виявлена популяція *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo (пальчатокорінника Фукса, зозульки Фукса). Під час обстеження території виявлено 26 особин, більшість з яких досягли генеративного онтогенетичного стану. Разом з тим у складі цієї популяції наявні і догенеративні рослини (ювенільні, іматурні та віргільні).

На більш сухих ділянках, що тягнуться смугою вздовж північної межі проєктованого заказника та, відповідно, масиву соснового лісу, сформувалися трав'янисті угруповання із домінуванням *Agrostis canina* L. (мітлиці собачої) або *Nardus stricta* L. (біловусу стиснутого). У формуванні фітоценозу також беруть участь: *Dactylis glomerata* L. (грястиця збірна), *Juncus conglomeratus* L. (ситник скупчений), *Hypericum perforatum* L. (звіробій звичайний), *Phalacrochloa annuum* (L.) Dumort. (тонколучник однорічний), *Galium verum* L. (підмаренник справжній) (перший ярус), *Carex hirta* L. (осока шершава), *Achillea submillefolium* Klok. et Krytzka (деревій майже звичайний), *Ranunculus acris* L. (жовтець їдкий), *Scrophularia nodosa* L. (ранник вузлуватий), *Thymus marschallianus* Willd. (чебрець Маршаллів), *Plantago lanceolata* L. (подорожник ланцетолистий).

По всій площі пропонованого заказника відбувається досить активне природне відновлення низки деревних видів: *Pinus sylvestris* L. (сосни звичайної), *Betula pendula* Roth (берези повислої) (рис. 1), *Pyrus communis* L. (груші звичайної) (рис. 2). Воно представлене різновіковими рослинами від категорії сходів до молодих генеративних особин. Також тут трапляються поодинокі кущі *Frangula alnus* Mill. (крушини ламкої), калини звичайної (*Viburnum opulus* L.). Загальна зімкнутість деревно-чагарникового ярусу варіює від 0,1 до 0,2.



Рис. 1. Ділянка території проектного заказника «Говорунівський»



Рис. 2. Природне відновлення деревно-чагарникової рослинності на досліджуваній території

У напрямку до русла р. Шостка у складі ярусу трав зростає частка *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Humulus lupulus* L., *Veratrum lobelianum* Bernh. З'являється *Briza media* L. (трясучка середня), *Urtica dioica* L. (кропива дводомна), *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott (щитник чоловічий).

Безпосередньо біля русла сформована смуга вільхово-вербового лісу (рис. 3) із *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. (вільхи клейкої (В. чорної)), *Salix fragilis* L. (верби ламкої),

*Salix caprea* L. (верби козячої) та *Salix triandra* L. (верби тритичинкової) у підліску.

З трав'янистих видів тут переважає кропива дводомна (*Urtica dioica* L.). У складі угруповань значною є пилома вага осоки гострої (*Carex acuta* L.), череди трироздільної (*Bidens tripartita* L.) та череди пониклої (*Bidens cernua* L.), розхідника звичайного (*Glechoma hederacea* L.). Трапляється чистець болотний (*Stachys palustris* L.) та

кропива жабрійолиста (*Urtica galeopsifolia* Wierzb. ex Opiz).



Рис. 3. Смуга вільхово-вербового лісу вздовж русла р. Шостка

Власне водна рослинність р. Шостка досить бідна. На розширених ділянках, з майже відсутньою течією, зростають угруповання з домінуванням ряски малої (*Lemna minor* L.) за участю спіродели багатокореневої (*Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid.) та куширу зануреного (*Ceratophyllum demersum* L.). Крім того на дослідженій ділянці русла виявлені угруповання латаття білого (*Nymphaea alba* L.) – виду рослин, що перебуває під особливою охороною на території Сумської області.

Територія пропонованого заказника є місцем існування бобра європейського (*Castor fiber*). Гризун занесений до Додатку III Бернської конвенції та має охоронний статус рівня LC Міжнародного союзу охорони природи [12].

**Висновки.** За результатами досліджень встановлено, що на даній території представлені типові природні комплекси заплав малих річок Полісся, є популяція виду, занесеного до Червоної книги України (*D. fuchsii*), популяції низки цінних лікарських рослин (*V. exaltata*, *S. officinalis*, *A. submillefolium*, *M. arvensis*, *T. marschallianus*, *P. erecta* та ін.) та мешкає вид тварин, що охороняється на міжнародному рівні [12].

Таким чином, зазначені особливості природних комплексів та біорізноманіття, а також необхідність збереження малих річок, забезпечення стабілізації їх водного режиму та покращення якості води, об'єктивно доводять необхідність створення зазначеній території ландшафтного заказника місцевого значення «Говорунівський».

#### Бібліографічні посилання:

1. Derzhavna stratehiya rehional'noho rozvytku na period do 2020 roku, zatverdzhena postanovoyu Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 6 serpnia 2014 r. № 385 [State strategy for regional development for the period up to 2020, approved by the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of August 6, 2014 № 385]. [Electronic resource]. Access mode: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/385-2014-%D0%BF> (in Ukrainian).

2. Pryrodno-zapovidnyy fond Sums'koyi oblasti (2016). Nature reserve fund of Sumy region]. Atlas-dovidnyk. TOV «Ukrayins'ka Kartohrafichna Hrupa», Kiev (in Ukrainian).

3. Sklyar, V. H., & Sklyar, Yu. L. (2014). Stvorennya novykh terytoriy pryrodno-zapovidnoho fondu yak vazhlyvyi skladnyk rozbudovy strukturnykh elementiv ekomerezhi Poliss'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 an ecological 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).

4. Sklyar, M. Yu., & Sklyar, Yu. L. (2016). Ukriplennya strukturnykh elementiv ekomerezhi skhidnoyi chastyny Novhorod-Sivers'koho Polissya za rakhunok stvorennya novykh pryrodno-zapovidnykh ob'ektiv [Strengthening the structural elements of the eco-network of the eastern part of the Novgorod-Seversky Polissya by creating new nature-protected objects]. Visnyk Cherkas'koho universytetu. Seriya: Biologichni nauky, 1, 90–97 (in Ukrainian).

5. Sklyar, V. H., & Sklyar, Yu. L. (2003). Systemnyy pidkhid do optymizatsiyi okhorony pryrodnykh kompleksiv [Integrated approach to optimization of protection of natural complexes]. Ukraïns'kyj botanichnyj zhurnal, 60(4), 388–396 (in Ukrainian).

6. Marynych, O. M., Parkhomenko, H. O., Petrenko, O. M., & Shyshchenko, P. H. (2003). Udoskonalena skhema fizyko-heohrafichnoho rayonuvannya Ukrainy. [Improved physical and geographical zoning of the Ukraine]. Ukr. heohraf. zhurn., 1, 16–20 (in Ukrainian).
7. Heobotanichne rayonuvannya Ukrayins'koyi RSR (1977). [Geobotanical zoning of the Ukrainian SSR]. AN URSR, In-t botaniky im. M. H. Kholodnoho. Nauk. dumka, Kyiv (in Ukrainian).
8. Sheyko, V. M., & Kushnarenko, N. M. (2003). Orhanizatsiya ta metodyka naukovo-doslidnyts'koyi diyal'nosti [Organization and methodology of research activities]. Znannya – Pres, Kiev (in Ukrainian).
9. Polevaya geobotanika (1959). [Field geobotany]. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Moskva, 1 (in Russian).
10. Polevaya geobotanika (1964). [Field geobotany]. Nauka, Moskva-Leningrad, 3 (in Russian).
11. Heobotanika: metodychni aspekty doslidzhen' (2018). [Geobotany: methodological aspects of research]. Vyd-vo Lira-K, Kyiv (in Ukrainian).
12. The IUCN Red List ver. 2017-1. [Electronic resource]. Access mode: <http://www.iucnredlist.org>

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

**Melnytschuk S. D.**, Doctor (Biological Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Skliar Yu. L.**, PhD (Biological Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

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

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

**Zubtsova I. V.**, Assistant, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

#### **BIODIVERSITY OF THE PROJECTED ZAKAZNYK «GOVORUNIVSKY»**

According to the results of the field researches, the state of the natural complexes of the territory (about 140 hectares) within the Yampil administrative district of Sumy region is characterized, the expediency of creation of a landscape reserve of the local value "Govorunovsky" in the studied territory is determined.

Based on the analysis of flora and vegetation, it has been established that most of the territory of the proposed reserve is occupied by peaty meadows dominated by *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv and a number of typical meadow and meadow-swamp species. They are also growing here *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Lysimachia vulgaris* L., *Veratrum lobelianum* Bernh., *Cicuta virosa* L., *Alopecurus pratensis* L., *Festuca pratensis* Huds., *Juncus conglomeratus* L., *Carex hirta* L., *Ranunculus acris* L., *Achillea submillefolium* Klok. et Krytzka, *Epilobium palustre* L., *Geum urbanum* L., *Galium mollugo* L., *Stellaria graminea* L., *Potentilla anserina* L., *Humulus lupulus* L. In the more dry areas which are strip-shaped along the northern boundary of the projected reserve and, accordingly, the pine forest, grassy groups formed with the dominance of *Agrostis canina* L. or *Nardus stricta* L.

It is noted that quite active natural restoration of tree species, such as *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth, *Pyrus communis* L., occurs throughout the area of the proposed reserve.

It has been shown that the zoological value of the reserve lies in the presence of typical for the floodplains of small rivers of Polissya natural complexes, as well as the presence in the flora of the species of the Red Book of Ukraine – *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo, a number of valuable medicinal plants (*Valeriana exaltata* J. C. Mikan, *Sanquisorba officinalis* L., *Achillea submillefolium* Klock. et Krytzka, *Mentha arvensis* L., *Thymus marschallianus* Willd., *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. etc.).

**Key words:** nature reserve fund, landscape reserve, species of the Red Book of Ukraine, floodplain meadows, small rivers of Polissya.

**Скляр В. Г.**, доктор биологических наук, профессор, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Мельничук С. Д.**, доктор биологических наук, профессор, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Скляр Ю. Л.**, кандидат биологических наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Бондарева Л. Н.**, кандидат биологических наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Баштовой Н. Г.**, кандидат биологических наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Зубцова И. В.**, ассистент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

#### **БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПРОЕКТИРУЕМОГО ЗАКАЗНИКА «ГОВОРУНОВСКИЙ»**

По результатам полевых исследований охарактеризовано состояние природных комплексов территории (площадью приблизительно 140 га) в пределах Ямпольского административного района Сумской области, определена целесообразность создания на исследуемой территории ландшафтного заказника местного значения «Говоруновский».

Анализ флоры и растительности показал, что большую часть исследуемой территории занимают торфянистые луга с доминированием *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv и ряда типичных луговых и лугово-болотных видов. На более засушливых участках, которые размещены полосой вдоль северной границы проектируемого заказника и, соответственно, массива соснового леса, сформировались травянистые сообщества с доминированием *Agrostis canina* L. или *Nardus stricta* L.

Отмечено, что по всей площади проектируемого заказника происходит достаточно активное естественное возобновление древесных видов, таких как: *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth, *Pyrus communis* L.

Показано, что зоологическая ценность заказника заключается в наличии типичных для пойм малых рек Полесья природных комплексов, а также в присутствии в составе флоры вида Красной книги Украины – *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo и ряда ценных лекарственных растений (*Valeriana exaltata* J. C. Mikan, *Sanquisorba officinalis* L., *Achillea submillefolium* Klock. et Krytzka).

et Krytzka, *Mentha arvensis* L., *Thymus marschallianus* Willd., *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. u др.).

**Ключевые слова:** природно-заповедный фонд, ландшафтный заказник, виды Красной книги Украины, пойменные луга, малые реки Полесья.

Дата надходження до редакції 28.06.2019 р.

## СОРТОВА РЕАКЦІЯ ГРЕЧКИ НА КОМПЛЕКСНЕ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА ДОБРИВ

**Страхоліс Іван Миколайович**

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник  
Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН України, с. Сад, Сумський район, Сумська область, Україна  
siarpv@ukr.net

**Бердін Сергій Іванович**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-2337-4107  
serdantes00@gmail.com

**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

За результатами досліджень встановлено, що комплексне застосування біологічних препаратів та мінеральних добрив накладає істотний відбиток на формування врожайності зерна гречки. Отримані результати свідчать про те, що сорт Селяночка краще, ніж сорт Слобожанка реагував на застосування інокуляції насіння та внесенням хелатних форм добрив. Приріст від цього заходу лежить у межах 0,05–0,27 т/га, у середньому 0,14 т/га. А при підвищенні доз мінеральних добрив приріст врожайності сорту Селяночка був на 0,01 т/га менший за сорт Слобожанка, а саме від 0,06 до 0,45 т/га, у середньому 0,22 т/га.

При порівнянні сортів різного морфотипу між собою за врожайністю виявилось, що середня врожайність за 2016–2018 роки по сорту Селяночка була на рівні 1,96 т/га та коливалася в межах від 1,75 до 2,20 т/га. У сорту Слобожанка середня врожайність за цей же період була сформована нижче за сорт Селяночка на 0,23 т/га, а саме 1,73 т/га і була в межах 1,51–1,92 т/га. Таким чином, при формуванні технології вирощування культури необхідно враховувати сортову реакцію на застосування різних форм та видів добрив.

**Ключові слова:** гречка, біопрепарати, мінеральні добрива, врожайність, сортова реакція.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.1-2.7>

**Вступ.** Формування продуктивності гречки залежить від багатьох факторів. Найбільш впливовими є погодні умови та запас елементів живлення у ґрунті. Слід зазначити, що підвищення продуктивності рослин можна досягти не лише методами селекції, а й за рахунок внесення необхідних доз добрив та включення біологічних препаратів до комплексу послідовних технологічних операцій вирощування культур. Це пояснюється тим, що стійкість рослин до несприятливих умов обумовлюють не лише сортові особливості культури, а і ґрунтові мікроорганізми, які формують так звану ризосферу. Поживний фон, на якому вирощується гречка, у свою чергу, впливає на ці фактори [1].

В останні роки у посівах гречки стали використовувати мікробні препарати при передпосівній обробці насіння. Враховуючи, що вагому роль у регулюванні елементів живлення врожаю відіграють добрива сільськогосподарських культур, то залишається питання їхньої взаємодії з мікробними препаратами та впливу останніх на продуктивність гречки. Комплексна ефективність застосування препаратів та добрив залежить від ступеня відповідності біологічним вимогам сорту в конкретних

ґрунтово-кліматичних умовах [2].

В літературних джерелах наводяться дані про позитивний вплив комплексного застосування мікробіологічних препаратів та регуляторів росту рослин на формування врожайності зернових культур. Тому схема внесення добрив повинна розглядатися не тільки як внесення визначених доз NPK, а також включати у себе регулятори росту, мікродобрива та гумінові препарати [3].

За дії біопрепаратів наростає потужна коренева система рослин, яка слугує середовищем для розвитку корисних мікроорганізмів, що, з одного боку, забезпечує покращення водообміну та мінерального живлення, а з іншого – активізує фізіолого-біохімічні процеси у рослинах, що впливає на врожайність посівів [4].

Одним із інноваційних способів підвищення рівня врожайності сільськогосподарських культур є застосування біопрепаратів, які поліпшують умови використання елементів мінерального живлення як із добрив, так і ґрунту. При використанні мікробних препаратів забезпечується постачання корисних мікроорганізмів у необхідній кількості і у потрібну для рослин фазу росту та розвитку [5]. Створення

осередку домінування агрономічно корисних бактерій у зоні коріння культурних рослин сприяє забезпеченню комфортності мінерального живлення. При цьому мікробні препарати, маючи у своєму складі фізіологічно активні речовини бактеріального походження (своєрідні стимулятори росту, але не хімічні), активно впливають на розростання кореневої системи, формування значної поглинальної площі, що, в цілому, сприяє зростанню ступеня використання добрив іноккульованими рослинами. Крім того, при вегетативних обробках активізується загальний розвиток рослин з орієнтацією на підвищення їх продуктивності та покращення якості продукції [6].

Листки у гречки великі і залишаються зеленими, фотосинтезуючими до кінця вегетації, однак накопиченими ними пластичних речовин не вистачає для забезпечення всіх генеративних органів. Тому багато бутонів, квіток і навіть зав'язаних плодів засихають і опадають. Збільшити урожайність культури можна, перш за все, підвищенням продуктивності фотосинтезу через збільшення листової поверхні та її ефективності [7].

А. А. Ничипорович дійшов висновку, що для оптимального проходження фотосинтезу посів мусить мати певну площу листової поверхні. Так, площа листової поверхні близько 30–40 тис. м<sup>2</sup>/га достатня для отримання високих врожаїв. Подальше її збільшення може негативно вплинути на фотосинтез, оскільки погіршується освітленість листків, вони нераціонально використовують елементи мінерального живлення [8].

Таким чином, спираючись на літературні джерела, можемо стверджувати, що дія мінеральних добрив, регуляторів росту мікродобрив, біопрепаратів направлена на стимулювання проростання насіння, фотосинтезу, транспорту речовин, формують процесу (покращення виповненості та розміру плодів), стійкості до абіотичних (нестача води, низькі або високі температури повітря) та біотичних факторів (ураження хворобами, пошкодження шкідниками). Регулятори росту рослин, які ще називають біостимуляторами, є своєрідним видом "допінгу", за допомогою якого посіви сільськогосподарських культур набувають більшої життєвої сили для формування врожаю. При застосуванні на посівах Гумату калію, не так небезпечні приморозки, тривала посуха, занадто великі дози азоту або пестицидів, недолік кисню в ґрунті при затяжних зливах.

Мета досліджень – визначити сортову реакцію гречки на комплексне застосування біологічних препаратів та схему удобрення культури.

**Матеріали і методи досліджень.** Досліди проводили на протязі 2016–2018 років на базі Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України, який розміщений у північно-східному Лісостепу України. Ґрунти дослідних ділянок – чорнозем типовий малогумусний слабовилугуваний крупнопилувато-середньосуглинковий на лесі, орний шар якого характеризується наступними основними показниками: вміст гумусу – 4,1 %, рН сольове – 6,3, сума ввібраних основ – 31 мг-екв., вміст рухомих форм фосфору – 11,3 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 9,2 мг/100 г ґрунту, вміст легкогідролізованого азоту за Корнфілдом – 11,2 мг/100 г.

Погодні умови вегетаційного періоду 2016–2018 рр. досліджень були різними, вони мали суттєвий вплив на формування врожайності гречки, що дало можливість

дослідити реакцію сортів, на агротехнічні прийоми, що вивчалися у дослідях. Особливості погодних умов наведені нижче в розрізі років досліджень.

Період проведення досліджень 2016 року характеризується підвищенням середньодобових температур у весняно-літній період та нерівномірністю розподілу опадів за декадами місяців.

В умовах 2017 року період посів-сходи був забезпечений основними метеофакторами для формування сходів на рівні оптимальних, або близьких до їх параметрів. В період цвітіння-плодоутворення гречки критична температура повітря вище 25 °С становила 13 днів у червні місяці (а у другій та третій декадах вона досягала 26–31 °С). Відносна вологість повітря знижувалась в деякі години до 43–30 %. Травень був помірно теплим. Середньодобова температура повітря становила 15,0 °С, що на 0,6 °С менше багаторічної. Опадів випало 31,4 мм (58 %) при багаторічній 54 мм.

В період сівба-сходи 2018 року спостерігалися приморозки на поверхні ґрунту силою від -1 °С до 0 °С. Таких днів з приморозками у травні було 3. Останній приморозок на поверхні ґрунту зареєстровано 29 травня, а дослід було посіяно 25 травня. Аномальним в червні було те, що на поверхні ґрунту спостерігалася в деякі дні мінусова температура силою від -3 °С до 0 °С (4 дні). Середньодобова температура повітря за літній період становила 22,4 °С, що на 3 °С вище багаторічного. Опадів випало 100,1 мм, а це 50 % при багаторічному показнику 200 мм. Всього за літній період було 14 днів з опадами. Сума активних температур повітря вище +10 °С за літній період склала 2683 °С, при багаторічній – 2247 °С.

Слід відмітити, що у липні дуже часто була хмарна погода, яка супроводжувалася туманами та мрякою, в деякі дні спостерігали поривчасті вітри змінних напрямків, все це перешкождало льоту бджоли, призвело до "вильягання" рослин гречки та відповідно негативно вплинуло на продуктивність рослин. Особливо факт вильягання негативно вплинув на формування врожайності у сортів детермінантного типу, у нашому досліді таким був сорт Слобожанка.

Методи досліджень – польові досліді, які включали фенологічні, біометричні спостереження та структурний аналіз рослин. Дослідження з гречкою проводили в умовах північно-східного Лісостепу України у коротко-ротаційній польовій сівозміні Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України.

Дослідження з гречкою проводили у трьохфакторному досліді впродовж 2016–2018 рр., де:

– фактор А – сорти різного морфотипу (Селяночка, Слобожанка),

– фактор В – дози мінеральних добрив (без добрив, N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>; N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>+N<sub>15</sub>; N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub> в рядки; N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub>+N<sub>15</sub>);

– фактор С – біопрепарат (Мікрогумін – 200 г/га (контроль)),

мікродобриво (Реакон "Зерновий" 0,5 л/га),

регулятор росту (Гумат натрію – 1,0 л/га).

Повторність варіантів чотирикратна, площа посівної ділянки – 30 м<sup>2</sup>, облікової – 25 м<sup>2</sup>.

Аміачна селітра (N<sub>15</sub>) була використана для підживлення у фазу бутонізації, інші мінеральні добрива

вносили під передпосівну культивуацію ( $N_{30}P_{45}K_{45}$ ) та при сівбі у рядки –  $N_{16}P_{16}K_{16}$ .

В дослідженнях використовувалися наступні методики:

- закладка дослідів, їх розташування в натурі згідно методичних рекомендацій ("Методичні вказівки щодо проведення польових досліджень і вивчення технології вирощування зернових культур", ННЦ "Інститут землеробства" НААН, 2001) [6] з урахуванням усіх вимог методики дослідної справи за Б. О. Доспеховим [4];

- фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин за методикою Державної служби з охорони прав на сорти рослин (2003 р.)

- біометричні показники рослин визначалися за основними етапами органогенезу рослин за методикою Державної служби з охорони прав на сорти рослин (2003 р.);

- аналіз структури врожаю проводили згідно методики Державної служби з охорони прав на сорти рослин (2003 р.) [5];

Статистичну обробку результатів дослідів проводили дисперсійним методом. При цьому використовували пакети прикладних програм Statistica 6,0, Microsoft Excel.

**Результати та їх обговорення.** Для формування врожаю зерна першочергове значення має площа асиміляційного апарату рослини. Первинно створені у процесі фотосинтезу органічні речовини становлять близько 90–95 % сухої маси врожаїв. Це збільшує потребу рослин у пластичних речовинах, а їх нестача веде до зниження врожаю. Крім того, у рослин гречки на одну квітку припадає значно менша листкова поверхня, ніж у інших зернових культур. Покращення мінерального живлення сприяє збільшенню площі листового апарату, підвищенню фотосинтетичної активності, що в свою чергу, відображається на утворенні квіток.

Дослідженнями встановлено вплив мінеральних добрив біопрепарату, мікродобрива, регулятора росту на утворення суцвіть і їх забезпечення фотосинтетичною листковою поверхнею рослин гречки.

Найбільший приріст листкової поверхні спостерігається у період масового цвітіння–початку плодоутворення. В подальшому листкова поверхня продовжувала збільшуватися, але інтенсивність її наростання була низькою.

Максимальна листкова поверхня рослин гречки сорту Селяночка спостерігалась на варіанті комплексного застосування інокуляції насіння біопрепаратом у поєднанні з регулятором росту та внесенням мінерального добрива

(залежно від дози добрива вона коливалася в межах 230,5–271,3 см<sup>2</sup>).

За цього ж варіанту по сорту гречки Слобожанка максимальна площа листової поверхні залежно від дози добрива становила 308,4–321,4 см<sup>2</sup>.

Очевидно, що комплексне використання біопрепарату для передпосівної обробки насіння забезпечувало покращення розвитку як надземної біомаси, так і кореневої системи рослин, особливо за дії регулятора росту, що в свою чергу, сприяло зростанню колонізаційної ризосферної поверхні для інтродукованих мікроорганізмів, а отже, відбувалося покращення мінерального забезпечення рослинного організму, що є важливою умовою формування врожаю.

Якщо розглянути вплив досліджуваних факторів на структуру врожаю, то встановлені наступні закономірності по кількості зерен. Так, у середньому за 2016–2018 роки по сорту Селяночка найбільша кількість зерен з однієї рослини (48 шт.) була у варіанті з обробкою рослин регулятором росту – Гумат натрію 1,0 л/га (рослини оброблені у фазу бутонізації) за внесення мінеральних добрив  $N_{16}P_{16}K_{16}$  в рядки. По сорту Слобожанка найбільша кількість зерен з однієї рослини (48 шт.) була отримана у варіанті біопрепарат + мікродобриво + регулятор росту (рослини оброблені у фазу бутонізації) та нормою добрив  $N_{30}P_{45}K_{45}$  та за обробки рослин регулятором росту Гумат натрію та добривами в дозі  $N_{16}P_{16}K_{16}+N_{15}$ .

Вагові показники насіння – маса 1000 зерен відзначалася високими показниками по сорту гречки Селяночка у варіанті з комплексною інокуляцією насіння біопрепаратом, мікродобривом та обробкою рослин регулятором росту Гумат натрію (в межах 26,3–27,5 г), найвищий показник при внесенні мінеральних добрив в дозі  $N_{16}P_{16}K_{16}+N_{15}$ , відповідно 27,5 г. За такої маси 1000 зерен було отримано масу зерен з однієї рослини – 1,27 г, що є найвищим показником. У сорту Слобожанка найвищий показник маси 1000 зерен був у варіанті із застосуванням регулятора росту Гумат натрію при внесенні добрив в дозі  $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$  – 25,9 г, при цьому показник маса зерен з однієї рослини був на рівні 1,12 г. При комплексному застосуванні препаратів маса зерен з однієї рослини була в межах 1,21–1,18 г, але маса 1000 зерен 25,6–25,1 г.

Дослідження залежності врожайності зерна при комплексному застосуванні біопрепаратів та добрив наведені на рис. 1 та рис. 2.



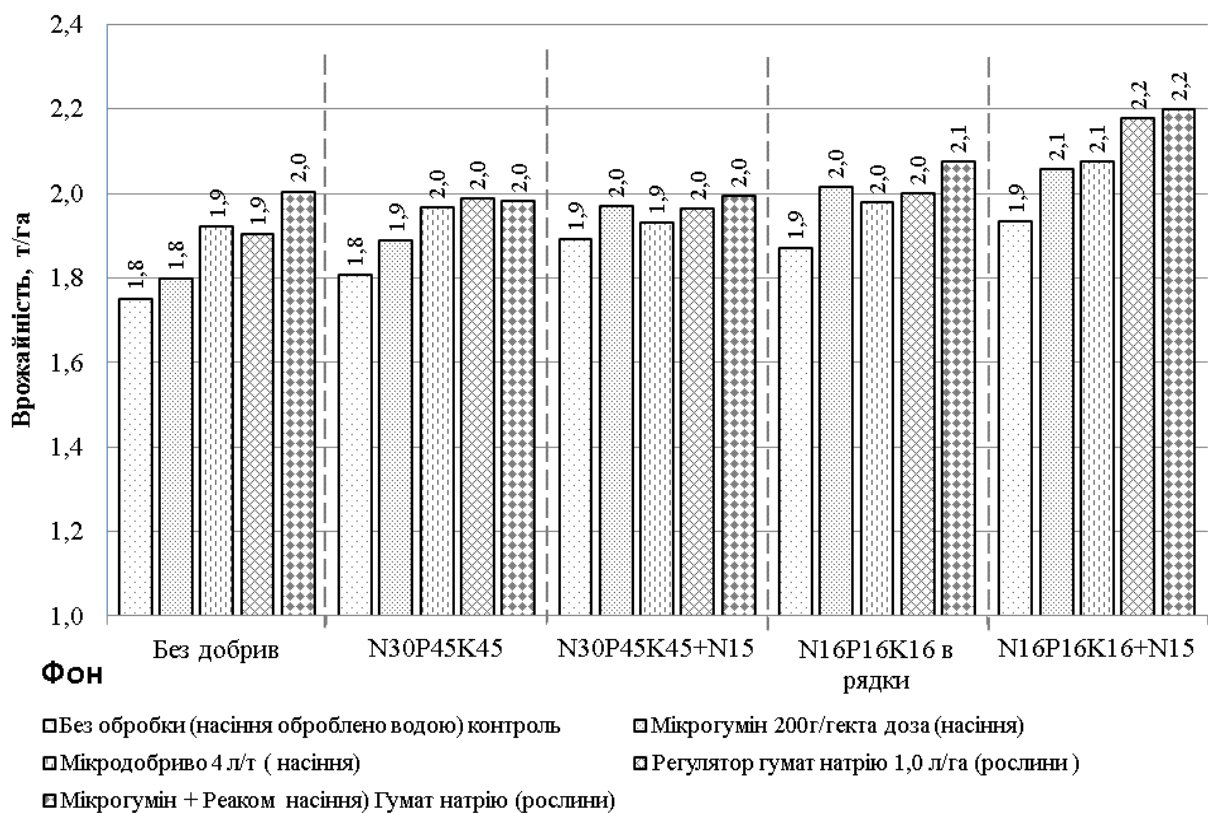


Рис. 1. Врожайність зерна гречки сорту Селяночка залежно від схеми комплексного застосування біологічних препаратів та добрив (т/га), середнє за роки досліджень

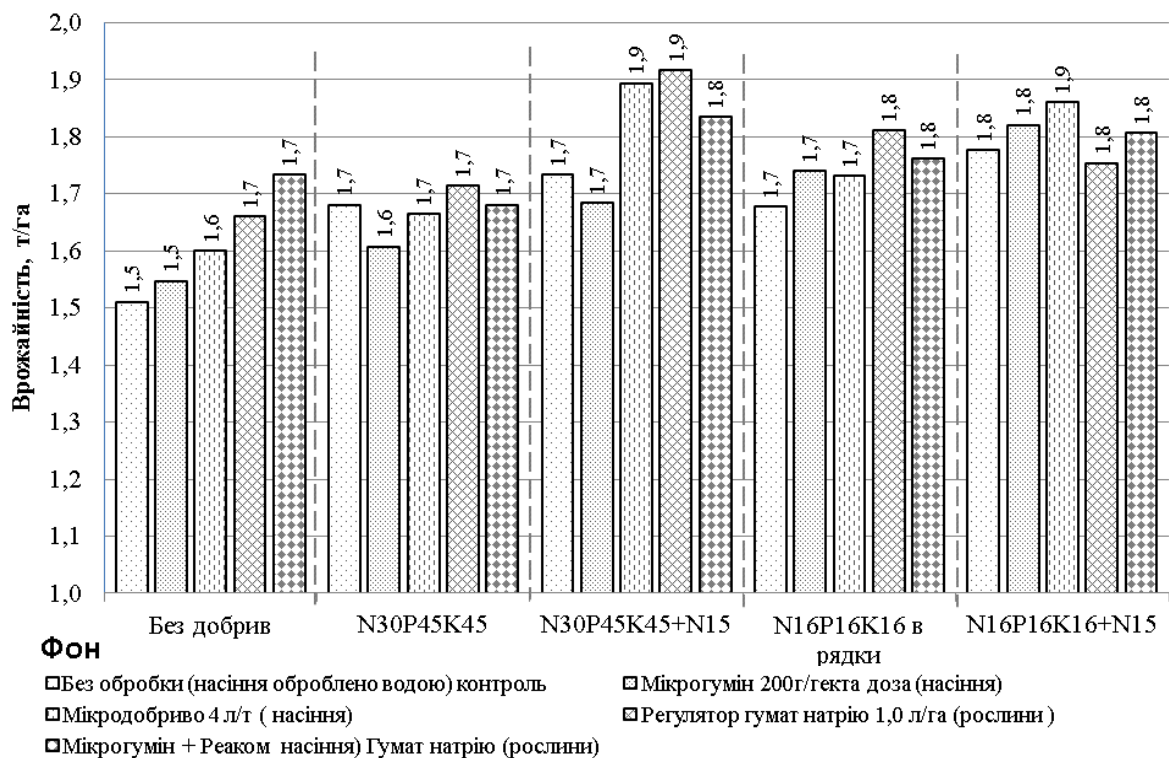


Рис. 2. Врожайність зерна гречки сорту Селяночка Слбозжанка залежно від схеми комплексного застосування біологічних препаратів та добрив (т/га), середнє за роки досліджень

Отримані результати свідчать про те, що сорт Селяночка краще, ніж сорт Слбозжанка реагував на застосування інокуляції насіння та внесенням хелатних форм добрив. Різниця між сортами від цього заходу була в межах 0,05–0,27 т/га (в середньому 0,14 т/га). Розглядаючи окремо реакцію кожного сорту бачимо,

що по сорту Селяночка, варіант з комплексним використанням обробок насіння біопрепаратом, мікродобривом та внесенням регулятора росту в фазу "бутонізації" рослин гречки, на фоні використання мінеральних добрив із розрахунку  $N_{16}P_{16}K_{16}+N_{15}$  дозволило отримати максимальну врожайності – 2,20 т/га. Приріст від застосування добрив склав 0,42 т/га, від комплексного застосування біопрепарату, мікродобрива та регулятора росту – 0,27 т/га.

Вивчаючи реакцію на інокуляцію насіння сорту Селяночка мікродобривом або біопрепаратом в чистому вигляді без внесення добрив встановлено, що врожайність в цих варіантах була майже однаковою на рівні 1,9 т/га. Сумісне застосування інокуляції насіння Мікрогуміном та внесенням добрив забезпечує найвищий показник приросту врожайності (0,31 т/га) у варіанті з внесенням мінеральних добрив за схемою  $N_{16}P_{16}K_{16}+N_{15}$ , що дозволяє отримати врожайність на 0,13 т/га вище порівняно з контролем варіанту без обробки насіння при цьому ж внесенні мінерального добрива.

У сорту Слобожанка застосування інокуляції насіння та внесенням хелатних форм добрив в фазу бутонізації рослин сприяло підвищенню врожаю не у всіх варіантах, у середньому результат був позитивний, приріст на 0,06 т/га. Натомість прибавка від застосування мінеральних добрив по всіх варіантах була позитивною та становила від 0,04 до 0,41, у середньому – 0,23 т/га.

Найвищий показник урожайності (1,92 т/га) було отримано на варіанті з внесенням мінерального добрива в рядки  $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$ , приріст – 0,41 т/га до контролю. Від застосування регулятора росту Гумат натрію, приріст – 0,19 т/га.

Дещо менші показники врожайності по фоні  $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$  з інокуляції насіння гречки Мікродобривом, що забезпечило врожайність – 1,89 т/га, яка на 0,38 т/га більше, ніж на фоні без внесення мінеральних добрив та на 0,16 т/га порівняно з варіантом без обробки насіння при цьому ж

внесенні мінерального добрива.

У варіанті з комплексним застосуванням біопрепарату, мікродобрива та регулятора росту Гумат натрію забезпечило врожайність – 1,83 т/га, приріст до контролю (без добрив та при обробці насіння водою) склав – 0,32 т/га, у тому числі за рахунок обробки насіння та рослин – 0,10 т/га.

За інокуляції насіння гречки сорту Слобожанка Мікрогуміном найвищу врожайність отримано за внесення мінеральних добрив  $N_{16}P_{16}K_{16}+N_{15}$  – 1,82 т/га, що на 0,04 т/га більша, ніж у варіанті без інокуляції насіння з внесенням даної дози мінеральних добрив.

При порівнянні сортів різного морфотипу між собою за врожайністю встановлено, що середня врожайність за 2016–2018 роки по сорту Селяночка була на рівні 1,96 т/га та коливалася в межах від 1,75 до 2,20 т/га. У сорту Слобожанка середня врожайність за цей же період була сформована нижче, ніж у сорту Селяночка на 0,23 т/га, а саме 1,73 т/га та була в межах 1,51–1,92 т/га.

**Висновки.** Встановлено, що комплексне застосування біологічних препаратів та добрив на врожайність гречки залежить від біологічних особливостей сорту.

Так по сорту Селяночка на варіанті з комплексним використанням обробок насіння біопрепаратом, мікродобривом та внесенням регулятора росту в фазу "бутонізації" рослин гречки, при використанні мінеральних добрив з розрахунку  $N_{16}P_{16}K_{16}+N_{15}$  отримано максимальну врожайність – 2,20 т/га, приріст від застосування добрив – 0,45 т/га, від біопрепарату, мікродобрива та регулятора росту – 0,27 т/га

Найвищий показник урожайності по сорту Слобожанка (1,92 т/га) було отримано на варіанті застосування регулятора росту Гумат натрію з внесенням мінерального добрива  $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$ .

#### **Бібліографічні посилання:**

1. Onichko, V. I., Berdin, S. I. & Tkachenko, O. M. (2015). Vpliv udobrennja ta norm visivu nasinnja na vrozhajnist' riznih za morfotipom sortiv grechki [Effect of fertilizer and seed sowing rates on the yield of buckwheat varieties of various morphotypes], *Visnik Sums'kogo NAU, Sumi*, 3, 25–29.
2. Gavriljančik, R. Ju. (2001). Produktivnist' grechki zalezno vid poperednikiv ta bakterial'nih dobriv [Buckwheat productivity depending on predecessors and bacterial fertilizers]. *Zb. nauk. pr. Podil's'koї derzhavnoї agrarno-tehničnoї akademii. Abetka, Kam'janec'-Podil's'kij*, 9, 140–142.
3. Volkogon, V. V. (2006). Mikrobnii preparati jak faktor pidvišhennja zasvojuvanosti roslinami mineral'nih dobriv [Microbial preparations as a factor in increasing the digestibility of mineral fertilizers by plants]. *Sil's'kogospodars'ka mikrobiologija. Mizhvid. temat. nauk. zb., Chernigiv*, 4, 21–30.
4. Alekseeva, E. S., Kvashuk, S. V., & Voroneckij, S. I. (1992). Biogumus pod grechihu [Biohumus under buckwheat]. *Tez. dokl. II Mezhdun. Kongressa "Biokonversija organičeskikh othodov narodnogo hazajajstva i ohrana okruzhajushhej sredy, Ivano-Frankovsk*, 67.
5. Sharafetdinov, U. I. (2003). Vlijanie biologičeskikh preparatov na urozhajnost' i kachestvo zerna jarovoj pshenicy v uslovijah Volgo-Vjatskogo regiona [The influence of biological products on the yield and quality of spring wheat grain in the conditions of the Volga-Vyatka region]. *Avtoferat dis. na soisk. uch. step. kand. s.-h. nauk: 06.01.09 «Rastenievodstvo». Nizhnij Novgorod*.
6. Shevchenko, A. O. & Tarasenko, V. O. (1998). Reguljatori rostu. Principovo novij visokoefektivnij element sil's'kogospodars'kih tehnologij [Growth regulators. A fundamentally new high-performance element of agricultural technology]. *Zahist roslin*, 1, 17–19.
7. Shkurihina, A. K. & Girfanov, V. K. (1971). Formirovanie urozhaja i mineral'noe pitanie rastenij [The harvesting and mineral nutrition of plants]. *Trudy Instituta biologii, Ufa*, 228.
8. Nichiporovich, A. A. (1956). Fotosintez i teorija poluchenija vysokih urozhaev [Photosynthesis and the theory of high yields]. *Izd-vo AN SSSR, Moskva*.

9. Fedorova, N. A., Kornijchuk, M. S., & Kamins'kij, V. F. (2001). Metodichni vказivki shhodo provedennja pol'ovih doslidzen' i vivchennja tehnologii viroshhuvannja zernovih kul'tur [Guidance on conducting field research and the study of technology growing crops]. NNC «Institut zemlerobstva» NAAN, Chabani. 4–18.

10. Dospheov, B. A. (1985). Metodika polevogo opyta [The field experience technique]. Kolos, Moskva, 42–117.

11. Tkachik, S. O. (2016). Metodika provedennja ekspertizi sortiv roslin grupi zernovih, krup'janih ta zernobobovih na pridatnist' do poshirennja v Ukraїni [Methodology for the examination of plant varieties of the group of cereals, cereals and legumes for suitability for distribution in Ukraine]. Ukraїns'kij institut ekspertizi sortiv roslin, Vinnicja, 4–14.

**Straholis I. M.**, PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Institute of Agriculture of the North-East of NAAS of Ukraine, Sumy region, Ukraine

**Berdin S. I.**, PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

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

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

#### **SORT REACTION OF BUCKWHEAT TO COMPLEX APPLICATION OF BIOLOGICAL PREPARATIONS AND FERTILIZERS**

Buckwheat is a valuable food crop. However, its low yield in comparison with other cereal crops leads to high prices for the cereal realization of this crop. Therefore, the development of techniques for increasing the buckwheat yield is relevant. One way to increase the buckwheat yield is to optimize the nutrition regime of the crop through the use of biologicals, macro- and microfertilizers.

The researches devoted to the study of the complex application of biologicals and mineral fertilizers were being conducted during 2016–2018 at the Institute of Agriculture of the North-East of the National Academy of Agrarian Sciences.

The weather conditions of the growing seasons varied significantly over the years of research, which made it possible to study more fully the response of varieties to the factors studied.

The studies were conducted in a three-factor field experiment where:

- factor A – the varieties of different morphotype;

- factor B – doses of mineral fertilizers (without fertilizers;  $N_{30}P_{45}K_{45}$ ;  $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{15}$ ;  $N_{16}P_{16}K_{16}$  in the rows;  $N_{16}P_{16}K_{16}+N_{15}$ )

- factor C – biological preparation Microgumine – 200 g/ha; microfertilizer Reakom "Zernovyj" 0,5 l/ha; growth regulator Sodium humate – 1.0 l/ha.

According to the results of our research, it was found that Selyanochka variety was better than Slobozhanka variety by responding to the use of seed inoculation and application of chelated fertilizer forms, with a yield increase of 0.05–0.27 t/ha. With the increase of mineral nutrition, the yield increase was 0.01 t/ha less than in the Slobozhanka variety, namely from 0.06 to 0.45 t/ha.

By Selyanochka variety, the variant with complex use of seed treatment with biological preparation, microfertilizers and application of growth regulator in the phase of "budding" of buckwheat plants, on the background of the use of mineral fertilizers at the rate of  $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{15}$  the maximum yield of 2.20 t/ha was obtained. However, the yield increase after fertilizer application was 0.42 t/ha, from the use of biological products, microfertilizers and growth regulator – 0.27 t/ha.

In Slobozhanka variety, inoculation of seeds and application of chelated forms of fertilizers in the budding phase of plants also favoured to increase the yield, but not in all variants. On the other hand, the increase from the use of mineral fertilizers in all variants was positive from 0.04 to 0.41 t/ha.

The comparison of the studied varieties of different morphotypes by yield showed that in Selyanochka variety it was of the average 1.96 t/ha during the research years, at fluctuations from 1.75 to 2.20 t/ha, by Slobozhanka variety – 1.73 t/ha and 1.51–1.92 t/ha respectively.

**Key words:** buckwheat, biological products, mineral fertilizers, productivity, varietal reaction

**Страхолис И. Н.**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Институт сельского хозяйства северо-востока НААН Украины, г. Сумы, Украина

**Бердин С. И.**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Оничко В. И.**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Оничко Т. А.**, старший преподаватель, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

#### **СОРТОВАЯ РЕАКЦИЯ ГРЕЧКИ НА КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ И УДОБРЕНИЙ**

В результате проведенных исследований установлено, что комплексное применение биологических препаратов и минеральных удобрений накладывает существенный отпечаток на формирование урожайности зерна гречихи. Полученные результаты свидетельствуют о том, что сорт Селяночка в большей мере, чем сорт Слобожанка, реагировал на применение инокуляции семян с совместным внесением удобрений в хелатной форме. Прибавка урожая от этого приема была в пределах 0,05–0,27 т/га, средний показатель составлял 0,14 т/га. При повышении доз минеральных удобрений прирост урожайности у сорта Селяночка был на 0,01 т/га меньше, чем у сорта Слобожанка. Разница составляла от 0,06 до 0,45 т / га, при среднем показателе в 0,22 т/га.

При сравнении урожайности сортов различного морфотипа установлено, что средняя урожайность посевов сорта Селяночка в среднем за 2016–2018 годы была на уровне 1,96 т/га и колебалась в пределах от 1,75 до 2,20 т/га. У

сорту Слобожанка за этот же период средняя урожайность в 1,73 т/га уступала сорту Селяночка 0,23 т/га. Колебания урожайности по вариантам составили 1,51–1,92 т/га. Таким образом, при формировании технологии выращивания культуры необходимо учитывать сортовую реакцию на применение различных форм и видов удобрений.

**Ключевые слова:** гречка, биопрепараты, минеральные удобрения, урожайность, сортовая реакция

Дата надходження до редакції 25.05.2019 р.

**ІРЖА ГРУШІ В УМОВАХ  
ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

**Татарінова Валентина Іванівна**

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

**Жатов Олексій Гнатович**

доктор сільськогосподарських наук, професор  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
O\_Zhatov@ukr.net

**Троценко Володимир Іванович**

доктор сільськогосподарських наук, професор  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0001-8101-084  
vtrosenko@ukr.net

**Бурдуланюк Алла Олександрівна**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-9258-745  
Allasnau@rambler.ru

**Рожкова Тетяна Олександрівна**

кандидат біологічних наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-0791-9736  
Rozhkova8@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

**Горбась Сергій Миколайович**

завідувач лабораторії садівництва та виноградарства  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0003-3768-8833  
Sergejusg@ukr.net

*Виявлено масове поширення іржі на груші в умовах північно-східного Лісостепу України. Обстежені сорти груші Лимонка, Петровська, Медова, Осіння Яковлева, Чижовська, Ноябрьська, Бере Десятова, Улюблениця Клаппа уражувалися іржею різною мірою. Стійких до іржі сортів груші не виявлено. Найбільш істотно (5 балів) хвороба проявлялась на сортах Улюблениця Клаппа і Бере Десятова. Жоден із сортів не виявив високої стійкості до хвороби. Найменше уражувався сорт груші Чижовська (3 бали). У період досліджень спостерігали на листках груші лише ецідіальну стадію розвитку збудника. Проведено обстеження насаджень ялівцю козацького в районі досліджень. Видимих ознак хвороби на ялівці не виявлено. Теліостадію розвитку патогена на ялівці в наших умовах не зафіксовано.*

**Ключові слова:** *груша, сорти, іржа, гриб, патоген, життєвий цикл, симптоми, грибна хвороба, ялівець, стійкість сорту.*

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.1-2.8>

**Вступ.** Іржасті гриби – дуже поширені паразити деревних, чагарникових і трав'янистих рослин північно-східної частини лівобережного Лісостепу України. Серед садових культур у цій зоні серйозної шкоди вони завдають смородині, малині і сливі. Останнім часом у плодкових садах

все частіше можна спостерігати іржу на груші. Раніше маловідома і непомітна, нині ця хвороба значною мірою поширена у садах. Ще п'ять років тому іржа не створювала проблем. Починаючи з 2012 року істотно прискорився розвиток іржі в Україні, особливо в останні роки [1]. Не

винятком стали і плодови сади північно-східної частини Лісостепу України. Спочатку хвороба з'явилась у приватних плодкових садах, а потім поширилась і у промислових. Тому деякі вчені вважають, що іржа – хвороба «присадібна». Справа, в тому, що для розвитку збудника хвороби обов'язково потрібні два «господарі» – груша і ялівець козацький (*Juniperus sabina* L.). На кожній з рослин утворюється певна стадія гриба.

Іржа на листках груш знижує інтенсивність фотосинтезу, що звичайно послаблює дерево і не дозволяє йому нормально розвиватися. До того ж дрібнішають плоди. Тому високого врожаю від груш, уражених іржею, чекати не варто. А іноді груша, яка перехворіла, взагалі не плодоносить. В інфікованих патогеном рослин, знижується природний імунітет, погіршується загальний стан. Через передчасну втрату листя рослина слабшає і виснажується. Такі рослини легко уражуються іншими хворобами, а також шкідниками. Через зниження зимостійкості уражені дерева не можуть витримати морозів: на них з'являються морозобоїни і тріщини, а потім на їх місці – і глибокі дупла, які можуть знищити дерево [1]. У зв'язку з великою небезпекою масового поширення іржі на груші та її високою шкідливістю актуальним є дослідження оцінки стійкості сортів груші до ураження збудником хвороби та вивчення його біологічних особливостей в умовах північно-східного Лісостепу України.

Іржасті хвороби відомі досить давно, але відчутної шкоди завдавали лише на певній території та в певні періоди. Як відмічає А. М. Черній [1], основними зонами поширення і шкідливості іржі груші є Крим, Краснодарський край Росії, райони Східної Грузії. Висока шкодочинність іржі (1 раз у 2 роки, ураження становить 50–100 %) спостерігається в Криму та в Чорноморській зоні Краснодарського краю. Середній розвиток захворювання (1 раз у 3 роки, ураження 30–50 %) характерний для районів Східної Грузії. Меншою мірою (1 раз у 5 років, ураження становить 15–30 %) хвороба проявляється у центральних і південних частинах Ставропольського і Краснодарського країв Росії [1].

Низка закордонних дослідників також відмічають поширення іржі груші у різних регіонах Північної Америки та Західної Європи [2–4]. Збудник хвороби колись майже обмежувався материковою Європою і дуже рідко реєструвався у Великобританії, але в останні роки хвороба стала більш поширеною з незрозумілих причин [2].

Вчені різних країн фіксують в останні роки значне поширення іржі груші і в Нечорноземній зоні Росії, в Дагестані, Білорусі, що мабуть пов'язано зі змінами клімату, розширенням площ насаджень і сортового складу культури [6–8]. Швидкому поширенню патогена могло сприяти і активне використання у декоративному садівництві, озелененні та ландшафтному дизайні ялівців, первинних господарів збудника хвороби [7]. Погіршення загального фітосанітарного стану плодкових садів також сприяє розповсюдженню хвороби. Відомо, що попелиці, білокрилка і кліщі здатні переносити іржу з одного дерева на інше [5].

Іржа груші все частіше почала нагадувати про себе і у регіонах України, де раніше майже ніколи не проявлялася. Як стверджують деякі дослідники [9–10], останнім часом на Поділлі, як і скрізь в Україні, частіше стала траплятися іржа груші. Це також пов'язують з розширенням практики вирощування як декоративної рослини ялівцю козацького –

теліального господаря цього виду гриба.

Збудник іржі – *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter відноситься до класу базидіальних грибів, який налічує кілька тисяч видів. Паразит має дворічний цикл розвитку. Основним живителем для нього є різні види ялівцю – козацький, віргінський, колючий, південний, високий та інші. Проміжний господар – груша. Перші ознаки прояву іржі на листках груші виявляються в кінці квітня – початку травня у вигляді дрібних округлих зеленувато-жовтих плям. Вони поступово збільшуються в розмірі, уражена тканина листка здувається. Через 2–3 дні після появи перших ознак хвороби на поверхні плям стають помітними спермогонії. Вони розвиваються на верхньому боці листка, наполовину занурені у тканину. З нижнього боку листка утворюються еції. В них формуються еціоспори. Еціоспори розсіюються вітром і, потрапивши на гілки і хвою ялівцю, при наявності вологи проростають, утворюючи міцелій. Міцелій поширюється у корі і деревині, викликаючи посилений ріст клітин, у результаті чого гілки ялівцю в ураженому місці товщають. Навесні, через 1,5–2,5 роки після зараження на пагонах, гілках, стовбурах ялівцю з'являється величезна кількість теліоспор у вигляді конусоподібних виростів. Теліоспори проростають в базидії, які навесні заражують грушу, проникаючи в паренхіму і дають початок міцелію [1, 10]. Розвиток іржі відбувається в широкому температурному діапазоні від 3 до 30 °С (оптимальною температурою є 18 °С) і відносної вологості повітря 84,9 % [1].

Гриб, що викликає іржу груші, як і всі іржасті, є біотрофом. Він харчується живими клітинами рослини-господаря протягом тривалого періоду, не вбиваючи його. Паразит не здатний виживати на мертвому рослинному матеріалі, тому повинен або чергуватися з іншим багаторічним господарем, або виробляти спори спокою. Іржа груші чергується між грушами і ялівцями. Однак не завжди цей взаємозв'язок очевидний. Трапляються випадки, коли на ялівці видимі ознаки хвороби не відзначаються, а груша сильно уражена патогеном [6].

Отже, тенденція до стрімкого поширення і зростання шкідливості іржі груші в регіонах України, де хвороба ніколи не становила загрози, вимагає пильної уваги з боку науковців і потребує подальших наукових досліджень.

Метою досліджень була оцінка стійкості сортів груші до ураження збудником іржі та вивчення його біологічних особливостей в умовах північно-східного Лісостепу України.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводились упродовж 2017–2019 рр. на базі навчальної лабораторії садівництва та виноградарства Сумського національного аграрного університету (СНАУ), що входить до північно-східної частини лівобережного Лісостепу України. Зона проведення досліджень за багаторічними даними характеризується помірним, континентальним кліматом з не дуже холодною зимою з відлигами і теплим літом. За багаторічними середніми даними найбільш холодними місяцями є січень і лютий, а теплим – липень і серпень. Абсолютний мінімум температур повітря, як правило, за роками має місце у січні, а максимум – у серпні. Середньодобова (середньорічна) температура повітря упродовж 2017–2019 рр. коливалась від +7,8 до +9,6 °С, а тривалість безморозного періоду у межах 230 днів. За середнім багаторічним показником випадає 597–600 мм

опадів, причому більша частина припадає на теплий період (квітень–жовтень). Загалом, погодні умови за період проведення досліджень відхилялися від середньобогаторічних показників за кліматичною нормою, опадами та їх розподілом упродовж календарного року. Можна відмітити перевищення температур до середнього багаторічного показника, а також незначне збільшення опадів.

Методика досліджень була загальноприйнята для зони обстежень [11]. У ході дослідження проводили візуальну оцінку ступеня ураження груші іржею. Для уточнення симптомів прояву збудника хвороби в саду відбирали рослинні проби для діагностики у лабораторних умовах за допомогою бінокюляра. Ступінь ураження іржею оцінювали за шестибальною системою умовно за відсотком ураженої поверхні листків: 0 балів – немає плям; 1 бал – до 1 %; 2 бали – 1–10 %; 3 бали – 11–25 %; 4 бали – 26–50 %; 5 балів – від 50 % і більше.

**Результати та їх обговорення.** Дослідженнями, які проводились упродовж 2017–2019 рр. на базі навчальної лабораторії садівництва та виноградарства СНАУ, встановлено, що груша масово уражується іржею – грибною хворобою, яка раніше майже не зустрічалась у плодових садах лівобережної частини північно-східного Лісостепу України.

У попередні роки іржа проявлялась дуже рідко, нами виявлялись поодинокі плями на листках груші. Починаючи з 2015 року, з року в рік помітно прискорювався розвиток хвороби. В 2019 році спостерігалось масове ураження груші іржею у північно-східному регіоні. Поширеність хвороби досягла 100 % практично на всіх сортах. Уражувалось переважно листя, в незначній мірі – пагони, але на плодах

зовнішніх ознак захворювання не виявлено.

Як відомо, однією з причин масового розвитку іржі є зміна погодно-кліматичних умов. У роки досліджень погодні умови були оптимальними для розповсюдження грибних хвороб. Розвитку іржі сприяли оптимальна температура і висока вологість повітря травня–вересня. Волога весняна погода прискорювала розвиток первинної інфекції і поширення спор, які вітром розносились на великі відстані, заражаючи груші. Потрапляючи на молоде листя, спори починають проростати і дають початок новому поколінню хвороби.

На листках з верхнього боку перші ознаки хвороби спостерігали в кінці травня–початку червня у вигляді округлих, дрібних, опуклих жовтих плям з маленькими чорними крапочками, які поступово збільшувалися і змінювали забарвлення на жовто-помаранчеве. Наприкінці літа з нижньої сторони листків формувались ецидії у вигляді конусоподібних виростів, які розташовувались групами. З часом ецидії набували характерного іржавого забарвлення. Також відомо, що уредостадія у біологічному циклі розвитку цього гриба відсутня [1]. На груші спостерігали тільки ецидіальну стадію гриба, яка і є найбільш шкідливою, оскільки призводила до передчасного опадання ураженого листя, позбавляючи тим самим дерево нормального живлення.

Нами проведено вивчення розвитку іржі груші на сортах Лимонка, Петровська, Медова, Осіння Яковлева, Чижовська, Ноябрьська, Бере Десятова, Улюблениця Клаппа. Обстеження показали, що всі вони були уражені іржею різною мірою, стійких сортів нами не виявлено (табл. 1).

Таблиця 1

Ураженість груші іржею в умовах Сумського НАУ, 2017–2019 рр.

Сорти	Роки	Поширеність, %	Розвиток хвороби, %	Бал ураження, бал	НІР <sub>05</sub> (для розвитку хвороби)
Лимонка	2017	100	41,2	4	5,2
Петровська		100	44,5	4	
Бере Десятова		100	51,7	5	
Улюблениця Клаппа		100	54,4	5	
Чижовська		100	18,8	3	
Медова		100	38,1	4	
Осіння Яковлева		100	23,3	3	
Ноябрьська		100	22,0	3	
Лимонка	2018	100	50,5	5	6,4
Петровська		100	52,8	5	
Бере Десятова		100	61,3	5	
Улюблениця Клаппа		100	65,2	5	
Чижовська		100	32,3	4	
Медова		100	46,6	4	
Осіння Яковлева		100	39,1	4	
Ноябрьська		100	37,7	4	
Лимонка	2019	100	59,1	5	4,9
Петровська		100	61,9	5	
Бере Десятова		100	68,5	5	
Улюблениця Клаппа		100	72,3	5	
Чижовська		100	44,1	4	
Медова		100	53,7	5	
Осіння Яковлева		100	46,8	4	
Ноябрьська		100	46,0	4	

Найбільший прояв іржі спостерігали на груші сорту Улюблениця Клаппа. Розвиток хвороби на цьому сорті

становив 54,4 % у 2017 році, 65,2 % у 2018 році і 72,3 % у 2019 році, що відповідало 5 балам. Сильно уражувались

патогеном дерева груші сортів Бере Десятова, Петровська, Лимонка та Медова. Розвиток іржі на груші сорту Бере Десятова становив 51,7 % у 2017 році, 61,3 % і 68,5 % у 2018–2019 рр., що також відповідає 5 балам. Найвищий бал ураження також мали сорти груші Петровська (відсоток розвитку хвороби становив 44,5; 52,8; 61,9 відповідно за роками), Лимонка (відповідно – 41,2; 50,5; 59,1 у 2017–2019 рр.) і Медова (відповідно – 38,1; 46,6; 53,7). Дещо меншими показники розвитку іржі були на сорті Ноябрьська (22,0 %, 37,7 %, 46,0 %) і Осіння Яковлева (23,3 %, 39,1 %, 46,8 %), відповідно за роками. Найменше з досліджених нами сортів уражувалась груша сорту Чижовська з балом 3 (18,8 %) у 2017 році та балом 4 (32,3 % і 44,1 %) у 2018–2019 рр.

В наших дослідженнях збудником іржі найбільш істотно уражувалися (5 балів) листки дерев сортів Улюблениця Клаппа, Бере Десятова (табл. 1), що

підтверджується результатами досліджень інших науковців [12]. Найменший бал ураження (3–4 бали) упродовж трьох років зафіксований на сорті груші Чижовська. Жоден з досліджених сортів не проявив стійкості до збудника іржі.

Аналіз ураження груші за роками досліджень свідчить про стрімке зростання динаміки розвитку хвороби на фоні традиційної для даної зони системи захисту від хвороб (рис.1). Так, найбільший показник розвитку іржі (54,4 %) зафіксований на сорті Улюблениця Клаппа у 2017 році зріс до 72,3 % у 2019 році. На груші сорту Бере Десятова відсоток розвитку хвороби з 51,7 % у 2017 році збільшився до 68,5 % у 2019 році. Аналогічна тенденція прослідковується й на інших досліджених сортах, що викликає велике занепокоєння і загрозу епіфітотії іржі у плодкових садах регіону північно-східного Лісостепу України.

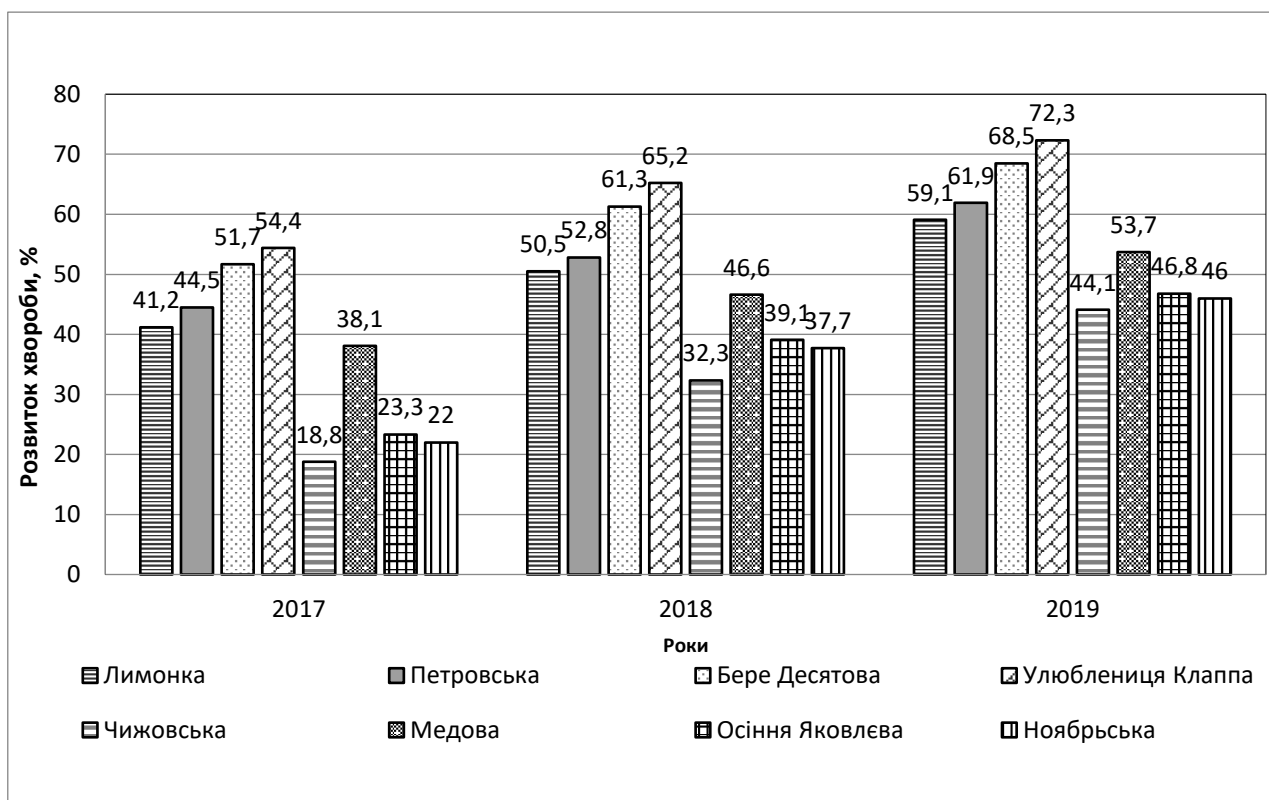


Рис.1. Розвиток іржі на сортах груші в умовах Сумського НАУ, 2017–2019 рр.

Відомо також, що причиною масового поширення хвороби є активне завезення і використання в ландшафтному дизайні ялівцю козацького та інших інтродукованих видів. При цьому життєвий цикл паразитного гриба – збудника іржі – відбувається на двох рослинах: груші і ялівцю. Грушу уражує переважно ялівець козацький, а також віргінський, колючий, південний і високий. Збудник з ялівцю переходить на грушу і навпаки, а дерева груші один від одного не заражуються.

Нами детально обстежені насадження ялівцю козацького та інших видів на прилеглий до плодового саду Сумського НАУ території. Видимих ознак хвороби на ялівці не виявлено, проте дерева груші були сильно уражені патогеном. Як відмічає Зейналов А. С. [6], спори можуть далеко розповсюджуватися за допомогою повітряних потоків. Але разом з тим можливі й зміни у життєвому циклі збудника

в умовах певного регіону [12]. З'ясування цієї обставини вимагає більш поглиблених досліджень.

**Висновки.** Інтенсивний розвиток іржі на груші в умовах північно-східного Лісостепу України в останні роки вимагає пильної уваги до цієї хвороби. Обстеження, проведені на базі навчальної лабораторії садівництва та виноградарства Сумського НАУ на сортах груші Лимонка, Петровська, Медова, Осіння Яковлева, Чижовська, Ноябрьська, Бере Десятова, Улюблениця Клаппа показали, що всі вони були уражені іржею різною мірою, стійких сортів нами не виявлено. Найбільш істотно уражувалися (5 балів) сорти Улюблениця Клаппа, Бере Десятова. Жоден із сортів не проявив високої стійкості до хвороби. Найменшою мірою уражувався сорт Чижовська з балом ураження (3–4 бали) упродовж трьох років. У період досліджень спостерігали на листках груші лише ецідіальну стадію розвитку збудника.



Теліостадію розвитку збудника на ялівці в наших умовах не зафіксовано. При обстеженні насаджень ялівцю козацького та інших видів видимих ознак хвороби на ялівці не виявлено,

що є свідченням можливих змін у життєвому циклі збудника в умовах північно-східного регіону. З'ясування цієї обставини потребує більш глибоких подальших досліджень.

#### Бібліографічні посилання:

1. Chernij, A. M. (2019). Irzha grushi: osoblyvosti biologii' zbudnyka hvoroby, zahody zahystu j profilaktyky. [Pear rust: features of the biology of the causative agent of the disease, measures of protection and prevention]. *Karantyn i zahyst roslyn*, 9–10, 20–28 (in Ukrainian).
2. European pear rust. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.rhs.org.uk/advice/profile?pid=236>
3. Chatfield, J. (2016). Pear Rust Revisited. [Electronic resource]. Access mode: <https://bygl.osu.edu/node/530>
4. Rosenberger, D. (2016). Rust diseases of apples and pears. *Plant Pathology*, Highland, 25(7), 134–140.
5. Pear Rust. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.garden.eco/pear-rust>
6. Zejnalov, A. S. (2016). Jepifitotija rzhavchiny na grushe v Podmoskov'e i sposoby ee ogranichenija. [Epiphytobia of rust on pear in the Moscow Region and methods for its restriction]. *Sadovodstvo i vynogradarstvo*, 6, 23–28 (in Russian).
7. Gazyev, M. A., & Asadulaev, Z. M. (2014). Ustojchivost' mestnyh sortov jabloni i grushi Dagestana k rzhavchine [Resistance of local varieties of apple and pear of Dagestan to rust]. *Vestnik zashhity rastenij*, 1, 21 (in Russian).
8. Tamkovich, I. V. (2019). Kak spasti grushu ot rzhavchiny. [How to save a pear from rust]. *Zvezda*, 22(29136), 3 (in Belorussian).
9. Kovalevs'kyj, C. B., & Shepeljuk, M. O. (2016). Osnovni chynnyky poshkodzhennja ta urazhennja derevnyh vydiv zelenyh nasadzen' mista Luc'k [The main factors of damage to tree species of green spaces of the city of Lutsk]. *Perspektyvy rozvytku lisovogo ta sadovo-parkovogo gospodarstva: P27 mater. Vseukr. nauk.-prakt. konf. (14 grudnja 2016 roku). VPC «Vizavi», Uman'*, 132–133 (in Ukrainian).
10. Geljuta, V. P., Gajova, V. P., & Tyhonenko, Ju. Ja. (2014). Vydova riznomanitnist' grybiv Nacional'nogo pryrodnogo parku "Podil's'ki Tovtry". [Species diversity of mushrooms of the National Natural Park "Podolsk Tovtry"]. *Regional'ni aspekty florystychnyh i faunistychnyh doslidzen': mater. Pershoi' mizhnar. nauk.-prakt. konf. (10-12 kvitnja 2014 r., m. Hotyn). Chernivci*, 23–27 (in Ukrainian).
11. Trybel', S. O., Babych, A. G., & Babych, O. A. (2011). *Metodyky vyprovuvannja pestycydiv* [Test methods for pesticides]. Kyi'v, 54 (in Ukrainian).
12. Hodakivs'ka, Ju. B. (2015). Sortovyvchennja grushi (Pirus communis L.) v umovah pivnichnoi' chastyny lisostepu Ukrai'ny [Variety study of pear (Pirus communis L.) in the northern part of the forest-steppe of Ukraine]. *Sadivnyctvo*, 69, 29–33 (in Ukrainian).

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

**Zhatov O. G.**, Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Trotsenko V. I.**, Doctor (Agricultural Sciences), 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

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

**Horbas S. M.**, Head of the Laboratory of Horticulture and Viticulture, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

#### **PEAR RUST IN THE CONDITIONS OF NORTH-EASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE**

Studies were conducted during 2017–2019 based on the training laboratory of horticulture and viticulture of the Sumy National Agrarian University in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine. It was found that the pear was massively affected by rust. This is a fungal disease that was rarely found in fruit orchards of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine.

Rust infected pear trees very rarely in previous years. Only single spots were found on the leaves of the pear. Since 2015, the development of the disease has noticeably accelerated from year to year. There was a massive rust damage of the pear in the region in 2019. The prevalence of the disease reached 100 % in almost all varieties. Mostly the leaves were affected, not to a large extent the shoots of the pear. On the fruits of the external signs of the disease were not detected.

During the years of research, weather conditions were optimal for the spread of fungal diseases. Only the aecial stage of the fungus was observed on the pear. The aecial stage of the pathogen is the most harmful. Affected pear leaves fall prematurely. Studies were conducted on pear varieties Lymonka, Petrovska, Medova, Osinnia Yakovlieva, Chyzhovska, Noiabrsk, Bere Desiatova, Uliublenytsia Klappa, which showed different degrees of rust damage. The disease manifested itself most significantly (5 points) on the varieties, Uliublenytsia Klappa and Bere Desiatova. Not one of the varieties did not show high resistance to the pathogen. The pear of the Chyzhovska variety was less affected, with a defeat score of 3 (18.8 %) in 2017 and 4 (32.3 % and 44.1 %) in 2018–2019.

It is known that the life cycle of the rust pathogen *Gymnosporangium sabiniae* (Dicks.) G. Winter occurs on two plants: pear and juniper. The pathogen from juniper goes on the pear and vice versa. Pear trees do not become infected from each other. On the territory adjacent to the fruit garden of Sumy National Agrarian University, a survey of plantings of different types of juniper was conducted. There were no visible signs of the disease on the juniper. At the same time, pear trees were highly infected with the pathogen. Perhaps the spores of the fungus can spread far through air currents. But at the same time, possible changes in the life cycle of the pathogen in the conditions of this region. Clarification of this circumstance requires deeper further research.

**Key words:** pear, varieties, rust, fungus, pathogen, life cycle, symptoms, fungal disease, juniper, variety resistance.

**Татарінова В. І.**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Сумської національний аграрний університет, г. Суми, Україна

**Жатов А. І.**, доктор сільськогосподарських наук, професор, Сумської національний аграрний університет, г. Суми, Україна

**Троценко В. І.**, доктор сільськогосподарських наук, професор, Сумської національний аграрний університет, г. Суми, Україна

**Бурдуланюк А. А.**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Сумської національний аграрний університет, г. Суми, Україна

**Рожкова Т. А.**, кандидат біологічних наук, доцент, Сумської національний аграрний університет, г. Суми, Україна

**Емец А. М.**, кандидат біологічних наук, доцент, Сумської національний аграрний університет, г. Суми, Україна

**Горбась С. Н.**, завідувач лабораторією садівництва і виноградарства, Сумської національний аграрний університет, г. Суми, Україна

#### **РЖАВЧИНА ГРУШИ В УМОВАХ СЕВЕРО-ВОСХОДНОЇ ЛЕСОСТЕПІ УКРАЇНИ**

Дослідженнями, які проводилися в період 2017–2019 рр. на базі навчальної лабораторії садівництва і виноградарства Сумського національного аграрного університету, встановлено, що груша масово поразилася ржавчиною – грибною хворобою, яка раніше майже не зустрічалася в плодівих садах лівобережної частини північно-східної лісостепі України.

В останні роки ржавчина проявлялася дуже рідко, нами виявлялися єдиничні плями на листках груші. Починаючи з 2015 року, з року в рік помітно прискорювалося розвиток хвороби. В 2019 році спостерігалося масове ураження груші ржавчиною в даній області. Розповсюдженість хвороби досягла 100 % практично на всіх сортах. Уражалися переважно листки, в незначительній мірі пагоди. На плодах зовнішніх ознак захворювання не виявлено. В роки досліджень кліматичні умови були оптимальними для поширення грибних хвороб. На груші спостерігали тільки ецидіальну стадію гриба, який є найбільш шкідливою, оскільки призводить до передчасного опадання уражених листків, позбавляючи тим самим дерево нормального живлення.

Дослідження, проведені на сортах груші Лимонка, Петровська, Медова, Осіння Яковлева, Чижовська, Ноябрьська, Бере Десятова, Любимица Клаппа показали різну ступінь ураження ржавчиною. Не уражені сорти не виявлено. Найбільш суттєво (5 балів) хвороба проявлялася на сортах Любимица Клаппа і Бере Десятова. Ні один з сортів не проявив високої стійкості до збудника хвороби. В меншій мірі поразилася груша сорту Чижовська з балами ураження 3 (18,8 %) в 2017 році і 4 (32,3 % і 44,1 %) в 2018–2019 рр.

Відомо, що життєвий цикл збудника ржавчини *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter починається на двох рослинах: груші і можжевелнику. Збудник з можжевелника переходить на грушу і навпаки, а дерева груші між собою не заражаються. Проведено дослідження насаджень можжевелника казачого і інших видів на прилеглому до садівництва території Сумського національного аграрного університету. Видимих ознак хвороби на можжевелнику не виявлено, а дерева груші виявилися суттєво інфіковані патогеном. Ймовірно, спори здатні далеко розповсюджуватися з допомогою повітряних потоків, але разом з тим можливі і зміни в життєвому циклі збудника в умовах даної області. Роз'яснення цього фактору потребує більш глибоких подальших досліджень.

**Ключові слова:** груша, сорт, ржавчина, гриб, патоген, життєвий цикл, симптоми, грибна хвороба, можжевелник, стійкість сорту.

Дата надходження до редакції 15.07.2019 р.

**ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ ІНТРОДУКЦІЇ *PINUS RIGIDA* MILL.  
ТА ЗАХОДИ ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ ГЕНЕТИКО-СЕЛЕКЦІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ  
ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ВИКОРИСТАННЯ ВИДУ У ПІВНІЧНО-СХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

**Ярошук Роман Анатолійович**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0003-2591-5592  
jaroschukr@ukr.net

**Жердецька Світлана Василівна**

кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0001-6125-1979  
svitlana.zh.ua@ukr.net

**Казанцев Юрій Вікторович**

викладач кафедри іноземних мов  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-0711-8277  
kazantsevyuriy@yahoo.com

В ході літературного аналізу щодо інтродукції *Pinus rigida* Mill. зроблені висновки, які вказують на доцільність продовження досліджень в області оптимізації структури лісонасінної бази для подальшого використання виду у північно-східному Лісостепу України. Зокрема, виявлено, що результати експериментальних досліджень біолого-екологічних властивостей *P. rigida* в умовах ареалу та Полісся характеризують її як швидкоростучу та високопродуктивну породу, яка адаптувалась у даному регіоні до широкого діапазону умов зростання від борів до сугрудів. Цей вид є перспективним для подальшого використання у захисних лісових насадженнях, а враховуючи наслідки глобальної зміни клімату, що стають все більш відчутними в Україні, варто звернути увагу на цінність досліджуваного виду, яка, у тому числі, полягає у його здатності до порослевого поновлення на пні.

Запропоновано проект розвитку генетико-селекційних об'єктів *P. rigida*, в якому зазначається наступне: оптимізація структури лісонасінної бази досліджуваного виду в умовах північно-східного Лісостепу України на основі запропонованих рекомендацій дозволить пришвидшити перехід насінництва у регіоні на генетико-селекційні засади для подальшого використання виду у захисних лісових насадженнях; враховуючи значно вищу вітростійкість досліджуваного виду, порівняно з *Pinus sylvestris* L., його варто вводити як супутню породу у кількості до 20 % у лісові культури сосни звичайної для підвищення продуктивності та вітростійкості насаджень; у період рясного насіннюшення згідно наших рекомендацій щодо створення лісонасінної плантації *P. rigida* площею 1,0 га ми зможемо отримати 278 дерев. З одного дерева можна зібрати близько 30 кг шишок або 900 г насіння. Відповідно, враховуючи схожість насіння *P. rigida*, можливо з одного дерева отримати близько 35806 сіянців виду. Завдяки високій регенераційній здатності виду (поновлення порослю на пні) цей вид варто використовувати при створенні захисних лісових насаджень. Впровадження досліджуваного виду забезпечить зменшення витрат на доповнення.

**Ключові слова:** сосна жорстка, інтродуцент, північно-східний Лісостеп України, випробувальні культури.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.1-2.9>

**Вступ.** Вітчизняні та зарубіжні науковці стверджують, що лісосмуги довкола полів та водойм підвищують врожайність та зупиняють ерозію ґрунтів. Вони наголошують, що для максимального ефекту мережа лісонасаджень має бути в кілька разів гущішою, ніж вона є зараз в Україні. Як зазначає В. Ю. Юхновський, за останнє десятиріччя захисні лісосмуги зазнали різких змін, внаслідок антропогенних впливів і призупинення фінансування на агролісомеліоративні програми. Середня розораність території України складає 55,2 %, а у степових районах – 80–90 %, що виходить далеко за межі допустимих норм високої культури землеробства. Майже 40 % земель України охоплені ерозійними процесами [1].

Багаторічний світовий досвід інтродукції свідчить, що внаслідок введення нових рослин не лише збагачується

флора регіону, але й істотно підвищується продуктивність його фітоценозів. На сьогодні важко уявити повноцінне функціонування міських насаджень і парків без постійного поновлення зелених зон новими видами. І захисні лісосмуги не є винятком. Процесу інтродукції рослин завжди передують детальне вивчення їх біологічних та екологічних особливостей, за допомогою яких встановлюється перспективність конкретного використання.

Зі зміною клімату важливим завданням є збереження лісових насаджень та підвищення їх стійкості до впливу несприятливих біотичних та абіотичних факторів. Підвищення стійкості лісів можна досягти при використанні в них господарювання, наближеного до природного, тобто забезпечити відтворення насаджень, подібних за структурою до природних. Проте, під час переформування таких деревостанів

виникатимуть проблеми, які пов'язані зі значною тривалістю у часі – 70–80 років (вік стиглості більшості лісотвірних деревних порід); великими площами одновікових деревостанів – близько 90 %; тривалим періодом повторності рясних урожаїв лісотвірних порід; неукомплектованістю висококваліфікованими кадрами та недостатньою розвиненістю лісотранспортних мереж. Однак, враховуючи середньорічну температуру досліджуваного регіону, період із температурою понад +10 °С та річну суму опадів (527–600 мм на півночі та 460–520 мм – на решті території) можна стверджувати, що в цілому кліматичні умови Сумщини є помірно комфортними. Тому, не завжди є можливість природно відновлювати лісові насадження [2, 3]. Саме з цією метою необхідно проводити дослідження щодо адаптації цінних лісотвірних деревних інтродуцентів, для яких дані умови будуть сприятливими і завдяки чому вони будуть здатні підвищити стійкість лісів Сумської області до впливу несприятливих природно-кліматичних чинників, а також дії біотичних та абіотичних факторів.

Сучасний стан досліджень біології та екології інтродукованих в Україні порід, незважаючи на майже 160-річну історію їх вивчення лісівниками-науковцями, є ще неповним. У насадженнях зростає ще ряд порід, які слабо вивчені науковцями і недостатньо використовуються у практиці лісового господарства. Однією з таких порід є *Pinus rigida* Mill. Комплексні дослідження стану та продуктивності насаджень за участю сосни жорсткої мають особливу актуальність, адже в літературних джерелах даних про цю породу дуже мало і вони часто є суперечливими [4].

Типовим представником трьоххвойних з родини соснових (*Pinaceae*) є *P. rigida*, що походить, за думкою американських учених, з штату Пенсільванія, досягаючи там найкращого росту і займаючи значний ареал на сході США. В оптимальних для росту умовах у середньому її висота коливається від 18 до 22 метрів, а діаметр від 30 до 60 см. Максимальна зареєстрована висота – 30 м, а діаметр – 93 см. Г. Крюссман (1986) описує *P. rigida* як породу східної частини Північної Америки, яка росте, в основному, на твердих та болотних ґрунтах [5]. *P. rigida* у межах ареалу, як правило, росте на сухих відкритих гірських схилах, рідше у перезволожених, низинних місцях. У межах природного розповсюдження досліджуваний вид витримує як довге спекотне літо з порівняно теплими зимами і великою кількістю опадів, які випадають в основному влітку, так і порівняно холодний клімат у північній частині ареалу при середній січневій температурі –6 °С і з абсолютним мінімумом –35,6 °С. *P. rigida* вимоглива до вологості повітря [4]. К. Тюбеф (1902) згадує про *P. rigida* як породу, яка зустрічається на континентальних просторах сходу Північної Америки між 44 та 38 градусами північної широти, займаючи там піщані та болотисті місцевості від Нової Англії до Вірджинії і утворюючи суцільні ліси в Аллеганських горах [6]. Згідно Ц. Ф. Брокмена (1986) *P. rigida* є досить поширеним видом у північно-східній частині Північної Америки від штату Нью-Джерсі до Джорджії. Західна межа її ареалу проходить від північної частини озера Онтаріо через штати Огайо, Кентуккі Теннесі і Алабаму аж до Флориди, що свідчить про надзвичайну екологічну пластичність виду. *P. rigida* однаково добре росте як на сухих піщаних ґрунтах, де формує ліси на значних площах, так і на суглинках та торф'яниках [7]. К. Вандер, (1973) також відмічає, що

*P. rigida* – одна з рідкісних деревних порід Канади з "цікавими особливостями характеру росту та фенологічного розвитку" [8].

У сухих гіротопах *P. rigida* є стійкішою до клімату. Дерево має дві різновидності – північну та південну. Північна різновидність головна у США і широко культивується в інших країнах. Д. Райт (1978) стверджує, що північна різновидність сосни жорсткої для максимального росту вимагає порівняно холодного клімату. У себе на батьківщині північна різновидність досліджуваного виду заходить у південну частину зони тайги і утворює там, на сході континенту, мішані хвойно-листяні ліси за участю *Picea rubens* Sarg., *Pinus strobus* L., *Pinus resinosa* Ait., *Betula lutea* Michx., *Acer saccharum* March. та інших видів [9].

На атлантичному узбережжі штату Массачусетс сосново-дубові ліси за участю досліджуваного виду та *Quercus alba* L. переважають у лісовій рослинності регіону. Підлісок у цих лісах складається з *Quercus laurifolia* Michx. Так, разом з *Quercus rubra* L., порода формує низькопродуктивні насадження на моренових пісках узбережжя Атлантичного океану. На скелях прибережних островів штату Мен *P. rigida* разом з *Thuja occidentalis* L., *Abies balsamea* Mill. та *Pinus strobus* L. утворює темнохвойні ліси. У штаті Нью-Йорк на правобережжі річки Гудзон, а також у долині річки Мохок *P. rigida* зростає на гранітах разом з *Tsuga canadensis* L. та *P. strobus*, причому плоскі вершини вкриті виключно рідколіссям сосни жорсткої [4].

Для досліджуваного регіону, в період стрімкої зміни клімату цінністю є те, що насадження *P. rigida* мають високі таксаційні показники у понижених місцях, на піщаних та заболочених ґрунтах. Важливим є й те, що вона як вид невибаглива до родючості ґрунту та зростає як на відносно сухих піщаних ґрунтах, так і на глинистих ґрунтах з надлишком вологи [10, 11, 12].

Дослідження географічних культур сосни жорсткої, закладених у 1965 році, проводилось Торрейським Ботанічним Клубом (Torrey Botanic Club). Клони плюсових дерев сосни жорсткої з 28 регіонів вивчались за наступними параметрами: висота стовбура; діаметр на висоті 60 см; об'єм стовбура; кривизна стовбура; розгалуження стовбура (двійчатість); наявність пророслих сплячих бруньок; терміни дозрівання шишок. Найкраще зарекомендували себе у географічних культурах дерева півдня штату Нью-Джерсі. Власне там рекомендовано підбирати плюсові дерева сосни жорсткої для закладки державного насінного резерву США [4].

У лісових насадженнях ДП «Бродівське лісове господарство» Львівського обласного управління лісового та мисливського господарства виявлені і досліджені М. М. Гузем та О. Т. Данчуком п'ять ділянок змішаних 71-річних культур сосни жорсткої з сосною звичайною, Веймутовою, Банкса і дубом звичайним у суборевих і судібровних типах лісорослинних умов на загальній площі 16,4 га [13, 14]. Зокрема, *P. rigida* у складі досліджуваних культур представлена від однієї до трьох одиниць. Середній діаметр сосни жорсткої в умовах свіжого субору складає  $29,8 \pm 0,9$  см при висоті 23,1 м. Бонітет І. В умовах вологого субору середній діаметр сосни жорсткої  $33,4 \pm 1,0$  см при середній висоті 23,4 м, що порівняно з відповідними показниками сосни звичайної вище відповідно на 22,8 і

8,3 %. У свіжій і вологій судіброві середній таксаційний діаметр сосни жорсткої підвищується до 35,0–39,5 см при середній висоті 26,5–28,2 м, що не тільки значно вище порівняно з наявними про *P. rigida* уявленнями, але і на 10–15 % більше відповідних показників сосни звичайної, яка сумісно зростає разом з нею. На всіх досліджуваних ділянках дерева сосни жорсткої мають хорошу форму стовбура, високу стійкість до хвороб і ентомошкідників, вітру і снігу та високу декоративність. За основними фізико-механічними показниками деревини *P. rigida* переважає сосну звичайну. На досліджуваних ділянках *P. rigida* плодоносить і дає природне насінне поновлення [15].

Аналіз росту і стану досліджуваних культур сосни жорсткої на Львівщині дозволяє припустити можливість

розширення її інтродукції у інші, подібні за своїми екологічними умовами райони України, зокрема і у лісові насадження північно-східного Лісостепу України.

У лісових культурах Західного та Малеого Полісся України *P. rigida* досягає висоти 20–32 м. Найбільшої висоти дерево досягає на свіжих та вологих добре дренованих родючих ґрунтах. В насадженнях діаметр коливається від 14 до 60 см [4]. Кора молодих дерев тонка, червонувато-коричнева, в старшому віці лускоподібна з переходом до глибокобороздчатої. Хвоя довжиною 6–10 см (іноді до 16 см), ширина до 2,5 мм, жовто-зелена або темно-зелена, розміщена на вкорочених пагонах у пучках по 3 шт. (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Зовнішній вигляд хвої (а) та стиглих шишок (б) *P. rigida* (фото Харачка Т. І.)

Вегетаційний період починається у першій-другій декаді квітня. Період росту триває 30–40 днів. Чоловічі стробіли – продовгуваті жовті колоски з'являються у третій декаді квітня при основі молодих пагонів. Жіночі стробіли – маленькі червонуваті шишечки з'являються з бруньок між мутовками на минулорічних та позаминулорічних пагонах. Запилення відбувається у першій-другій декаді червня. Насіння дозріває 17–20 місяців. Шишки дозрівають, у середньому, у третій декаді жовтня. Шишки коричневого, жовтувато-бурого кольору, довжиною 6 та шириною 3 см, мають яйцеподібну, довгасто-овальну та довгасту форми (рис. 1.2). Розміщуються під прямим кутом по кілька, іноді по кілька десятків чи навіть кільканадцять десятків штук, утворюючи так звані "гнізда". Зберігаються шишки на дереві по декілька років [5, 16].

Насіння темного (чорного) кольору, гостротригранне з довгою крилаткою, загальною довжиною до 16 мм. Вихід насіння з лісонасінної сировини 1,8–4,5 %. *P. rigida* починає

плодоносити з віку 7–8 років, масово з 10–12 років. Плоди досягають щорічно, але середнє та сильне плодоношення відбувається з періодом у 3–5 років. Середня довжина шишки становить 59,6 мм при максимальній довжині 74,4 та при мінімальній 49,3–51,1 мм. Ширина шишки сосни жорсткої коливається від 27,1–27,5 до 41,6–42,1 мм при середній ширині 33,6 мм. Мінімальна маса шишки 11,45 г, максимальна – 37,00 г, середня маса – 18,60 г. Середня маса 1000 шт. чистого насіння 6,18 г, а необезкриленого – 7,57 г. Середній вихід насіння становить 4,78 % [4, 5, 16].

Природне поновлення насінневого походження трапляється лише в насадженнях середнього та старшого віку в свіжих та вологих умовах місцезростання (рис. 1.2). Самосів більше скупчений у розріджених місцях та мікропониженнях. Деякі екземпляри самосіву плодоносять з дев'яти років.



**Рис. 1.2.** П'ятирічне порослеве поновлення сосни жорсткої  
(Зіболківське лісництво, ДП «Жовківське лісове господарство», кв. 66, вид. 11  
(фото Харачка Т. І.)

Унікальною природною біологічною особливістю сосни жорсткої є здатність утворювати поросль від пня після зрубання дерев та після пожеж.

Прикладом може бути відновлення лісів на згаріщах, що виникли після масштабних лісових пожеж у Херсонській області у 2007 році. Для того щоб швидко засадити їх, лісівники мусили використовувати садивний матеріал завезений з усієї України, нехтуючи лісгосподарським районуванням. В результаті чого результат отримали негативний результат, оскільки був великий відсоток відпаду. Саме тоді *P. rigida* проявила свої позитивні якості – відсоток приживлюваності був одним з найвищих серед висаджених видів.

Оскільки, здатність виду формувати вегетативне і насіннєве потомство переконливо свідчить, що *P. rigida* в умовах Західного та Малеого Полісся досягла найвищого ступеня акліматизації-натуралізації, природно відновлюючись у даній місцевості насіннєвим і вегетативним шляхом, тому варто продовжувати дослідження щодо особливостей росту виду. З цією метою варто розробити проект випробувальних культур для подальшого використання виду у захисних лісових насадженнях північно-східного Лісостепу України.

*P. rigida* інтенсивніше збільшує продуктивність при зменшенні вологості гіротопів з вологих до свіжих, ніж при збільшенні багатства трюфотопів від суборових до сугрудових і від борових до суборових.

Метою дослідження є аналіз особливостей росту *P. rigida* у лісових насадженнях України та розробка проекту заходів щодо оптимізації структури лісонасінної бази (ЛНБ).

Програма досліджень передбачала вивчення наступних блоків питань: 1) аналіз літературних джерел щодо наявних насаджень за участю інтродуцента; 2) вивчення особливостей росту та продуктивності *P. rigida* у регіоні досліджень; 3) розробка проекту випробувальних культур досліджуваного виду для подальшого використання його у захисних лісових насадженнях північно-східного Лісостепу України.

**Матеріали і методи досліджень.** У зв'язку із відсутністю лісових насаджень за участі досліджуваного виду в умовах північно-східного Лісостепу України та враховуючи його перспективність при створенні захисних лісових смуг, ми рекомендуємо розробити проект випробувальних культур,

щоб більш детально проаналізувати особливості росту виду в регіоні. Враховуючи цінність досліджуваного виду, ми пропонуємо створити лісонасінневу плантацію (ЛНП) другого порядку. Оскільки ЛНП другого порядку створюються лише вегетативним способом, то для початку необхідно закласти площадки під випробувальні культури.

Площа ділянки під випробувальні культури залежить від кількості варіантів (потомств), що потребують випробування. Всі відібрані за фенотипічними ознаками плюсові дерева і плюсові насадження перевіряють за їх насіннєвим потомством у випробувальних культурах. Дерев і насадження, які підтвердили свої високі показники росту, якості стовбурів, стану, варто використовувати для створення постійних лісонасінних ділянок (ПЛНД) підвищеного генетичного рівня. Ділянка під випробувальні культури повинна бути рівною за рельєфом, з нахилом не більше 3–4°, з однорідним ґрунтовим покривом. Тип умов місцезростання повинен відповідати екологічним вимогам породи, що випробовується. Потомства плюсових дерев (насаджень) висаджують ділянками прямокутної (квадратної) форми із трьох повторностей. На кожній ділянці висаджують не менше 100 шт. сіяncів. Розміщення сіяncів у рядах – через 1 м, між рядами – 3 м. Між сусідніми варіантами один ряд пропускаємо. Величина площі випробувальних культур визначається кількістю варіантів (потомства), що потребують випробування. Для закладання випробувальних культур плюсових насаджень і насінних плантацій використовують змішані зразки насіння, заготовлені у плюсових насадженнях – від усіх клонів або родин. Для закладання контрольного варіанту у випробувальних культурах плюсових дерев використовують сіяncі, вирощені із насіння від 50-ти і більше дерев того насадження, в якому відібрані плюсові дерева. Контроль у випробувальних культурах плюсових насаджень створюють сіяncями із насіння нормальних насаджень однойменного типу лісу. В однорічних випробувальних культурах визначають тільки їх приживлюваність. Вивчення росту, стану, якості стовбурів і потомства плюсових дерев (насаджень) розпочинається в трирічних культурах. Періодичність обмірів і обліків у випробувальних культурах: до 5 років – через один рік, з 5 до 20 років – через 3 роки, після 20 років – через 5 років [17, 18, 19].

Попередня короткострокова оцінка плюсових дерев і плюсових насаджень робиться на основі даних 5-річних

випробувальних культур, попередня середньострокова – 10–20-річних, кінцева довгострокова – пристигаючих і стиглих. Плюсові дерева, родини яких у віці до 20 років перевищують контроль за висотою на 10 % і за діаметром стовбурів на 30 % переводяться у кандидати в еліту. Плюсові дерева, родини яких відповідають цим критеріям і в більш старих випробувальних культурах, відносяться до елітних [17].

Після генотипної перевірки плюсових дерев за результатами випробування клонового потомства та оцінки росту насінного потомства у випробувальних культурах, виявлення дерев з генетично закріпленими цінними ознаками, тобто елітних, переходять до другого етапу плантаційного насінництва – створення плантацій другого покоління з матеріалу елітних дерев.

**Результати та їх обговорення.** Плантацію пропонуємо створювати площею 1,0 га в умовах вологого субору. Однак, необхідна мінімальна площа буде дещо іншою за рахунок особливостей, обумовлених застосованою схемою змішування клонів, та необхідністю пропорційного представництва клонів. Тому остаточною площею ЛНП буде визначена нижче.

В цих лісорослинних умовах досліджуваний вид характеризується позитивним ростом і добрим розвитком крони, тому відстань між рядами і крок садіння приймаємо 6 м. Отже кількість дерев на 1 га визначаємо за формулою:

$$N = \frac{10000}{a \cdot b},$$

де N – кількість садивних місць на 1 га;  
а – відстань між деревами в ряду, м;

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4
17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4
17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4
17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Рис. 1.3. Систематичне лінійне (регулярно повторюване) змішування для 20-ти клонів (за М. Гертихом) [20]

На лісонасінних плантаціях представлено 20 плюсових дерев у 14 повторностях. Приблизна площа плантації дорівнює 1,0 га. Таким чином ми можемо отримати лісонасінну плантацію другого порядку *P. rigida* площею 1,0 га. Ця плантація забезпечить необхідну кількість високоякісного насіння.

Для отримання необхідної кількості високопродуктивного, стійкого до несприятливих факторів садивного матеріалу сосни жорсткої з метою створення захисних лісових насаджень у досліджуваному регіоні потрібно встановити схожість насіння та вихід насіння з одного дерева.

Згідно лабораторних досліджень стосовно посівної

в – відстань між рядами, м.

$$N = 10000/6 \cdot 6 = 278 \text{ шт.}$$

На всю площу потрібно:

$$N = 278 \cdot 1,0 = 278 \text{ шт.}$$

На ЛНП потрібно представити 278 особин потомства плюсових дерев.

Розрахуємо потребу в живцях:

$$N = N_{\text{підщ.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

де  $N_{\text{підщ.}}$  – кількість підщеп, потрібних для забезпечення оптимальної кількості дерев,  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  – коефіцієнти, які враховують приживлювання прищеп [17, 18, 19].

Враховуючи те, що прищеплення проводимо в теплицях, коефіцієнт приймаємо 1,2.

$$N = 278 \cdot 1,2 = 334 \text{ шт.}$$

Для створення плантації потрібно заготовити 334 шт. живців.

Щеплені саджанці висаджують на відведену під плантацію ділянку за прийнятою схемою розміщення та змішування клонів. У кожне посадкове місце висаджують по одному клону.

При систематичному лінійному змішуванні клони розміщують у рядах послідовно згідно з присвоєними їм номерами. У кожному наступному ряді ця послідовність повторюється, але зі зміщенням на певну кількість посадкових місць; перший клон розміщують під тим же клоном, що і в першому ряду. Систематичне лінійне змішування 20-ти клонів відображене на рис. 1.3.

якості насіння, що проводили у лабораторії сучасних технологій вирощування декоративних рослин Сумського НАУ, з одного дерева можна зібрати близько 30 кг шишок або 900 г насіння, абсолютна схожість якого становить близько 87 %. При цьому ґрунтова схожість становить близько 74 %, маса 1000 насінин – 18,6 г. Відповідно, ми зможемо з одного дерева отримати 35806 сіянців.

Отже, в період рясного насінношення згідно нашим рекомендаціям по створенню ЛНП площею 1,0 га можна отримати 278 особин потомства плюсових дерев \* 35806 сіянців з одного дерева = 9954 тис. сіянців з 1 га.

При необхідності створення ЛНП площу можна розрахувати за формулою:

$$S = \frac{\Pi}{B} \cdot K,$$

де S – площа, га,

Π – планова потреба в насінні, кг;

B – врожайність плантації, кг;

K – періодичність плодоношення, років [17, 18, 19].

**Висновки.** На підставі виконаного літературного аналізу можна зробити наступні висновки. Результати експериментальних досліджень біолого-екологічних властивостей *P. rigida* в умовах ареалу та Полісся характеризують її як швидкоростучу та високопродуктивну породу, яка адаптувалась в даному регіоні до широкого діапазону умов зростання від борів до сугрудів, що може спонукати для продовження досліджень стосовно вирощування виду в умовах північно-східного Лісостепу України для подальшого використання у захисних лісових насадженнях. Наслідки глобальної зміни клімату стають все більш відчутними в Україні. Враховуючи існуючі проблеми, варто звернути увагу на цінність досліджуваного виду, яка полягає в тому, що він має здатність до порослевого поновлення на пні.

До рекомендацій слід віднести:

1. Оптимізація структури лісонасінної бази *P. rigida* в умовах північно-східного Лісостепу України на основі запропонованих рекомендацій дозволить пришвидшити перехід насінництва в регіоні на генетико-селекційні засади для подальшого використання виду у захисних лісових насадженнях.

2. Враховуючи значно вищу вітростійкість досліджуваного виду порівняно з *P. sylvestris*, її варто вводити як супутню породу у кількості до 20 % в лісові культури сосни звичайної для підвищення продуктивності та вітростійкості насаджень.

3. В період рясного насінношення згідно наших рекомендацій щодо створення ЛНП *P. rigida* площею 1,0 га ми зможемо отримати 278 дерев. З одного дерева можна зібрати близько 30 кг шишок або 900 г насіння. Відповідно, ми зможемо з одного дерева отримати близько 35806 сіянців *P. rigida*.

4. Враховуючи високу регенераційну здатність виду (поновлення порослю на пні) її варто використовувати при створенні захисних лісових насаджень. Використовуючи даний вид зменшаться витрати на доповнення.

#### Бібліографічні посилання:

1. Yukhnovs'kyi, V. Yu. (2003). Lisoaharni landshafty rivnyynnoi Ukrainy: optymizatsiya, normatyvy, ekolohichniaspekty [Forest-agricultural landscapes of the plain Ukraine: optimization, regulations, environmental aspects]. Instytut aharnoyi ekonomiky, Kyiv (in Ukrainian).
2. Ostapenko, B. F., & Tkach, V. P. (2002). Lisova tipologija [Forest typology]. HNAU, Harkiv (in Ukrainian).
3. Jaroshuk, R. A. (2016). Perspektiv i vikoristannja cinnih introducentiv pid chas stvorennja lisovih nasadzen' na Sumshhini [The perspectives of applying of the valuable introducents during creation of the forest plantations in Sumy region]. Visnik Sums'kogo natsional'nogo agrarnogo universitetu. Sumi, 2 (31), 3–8 (in Ukrainian).
4. Kozak, V. V. (2000). Sosna zhorstka (*Pinus rigida* Mill.) v lisovih kul'turah Zahidnogo i Malogo Polissja [Hard pine (*Pinus rigida* Mill.) in forest crops of the Western and Small Polesie], Ukrain'skij derzhavnij lisotekhnichnij universitet, L'viv (in Ukrainian).
5. Krjussman, Gerd. (1986). Hvojnye porody [Conifers]. Lesnaja promyshlennost'st', Moskva (in Russian).
6. Tjubef, K. (1902). Hvojnye drevesnye porody s bolee podrobnym obzorom vidov, zimujushhijh v gruntu v Srednej Evrope. Vvedenie k poznaniu hvojnyh drevesnyh porod dlja sadovnikov, ljubitelej landshaftnogo sadovodstva i lesovodov [Coniferous trees with a more detailed overview of species wintering in the ground in Central Europe. Introduction to the knowledge of coniferous trees for gardeners, landscape gardeners and foresters], Izdatel'stvo A.F. Devriena, Sank-Peterburg (in Russian).
7. Brockman, C. F. R. (1986). Marilees Trees of North America: A Guide to Field Identification, Revised and Updated (Golden Field Guide from St. Martin's Press). [Electronic resource]. Access mode: <https://www.abebooks.com/9781582380926/Trees-North-America-Guide-Field-1582380929/plp>.
8. Vander Kloet, SP. (1973). The biological status of pitch pine, *Pinus rigida* Miller, in Ontario and adjacent New York. Can. Field-Natur., 87, 249–253.
9. Rajt, Dzh. (1978). Vvedenie v lesnuju genetiku [Introduction to Forest Genetics]. Lesnaja promyshlennost', Moskva (in Russian).
10. Shlykov, G. N. (1963). Introdukcija i akklimatizacija rastenij vvedenie v kul'turu i osvoenie v novyh rajonah [Introduction and acclimatization of plants; introduction to culture and development in new areas]. Sel'hozizdat, Moskva (in Russian).
11. Kachalov, A. A., & Kolesnikov, A. I. (1970). Derev'ja i kustarnimi [Trees and Handicrafts] Lesnaja promyshlennost', Moskva (in Russian).
12. Kaluckij, K. K., Bolotov, N. A., & Kaluckij, K. K. (1986). Drevesnye jezkoty i ih nasazhdenija [Wood exotics and their plantings] Agropromizdat, Moskva (in Russian).
13. Guz', N. M., Danchuk, O. T., Kozak, V. V., Sharko, V. I., & Jacyk, P. O. (1977). Introducenty semejstva sosnovykh v lesnykh kul'turah zapada Ukrainy [Introducers of the pine family in forest cultures of the west of Ukraine] Gomeľ: NAN Belarusi (in Belorussian).
14. Guz', M. M. & Kozak, V. V. (2008). Sosna zhorstka (*Pinus rigida* Mill.) u lisovih kul'turah zahidnogo regionu Ukraini [Pine tree (*Pinus rigida* Mill.) in forest cultures of the western region of Ukraine] Vidavnicvo "Kolo", Drohobich (in Ukrainian).
15. Jus'kevich, T. V., Vicega, R. R. & Grinik, G. G. (2019). Zalezhnist' pokaznikov kron vid morfologo-taksacijnih parametriv derev introdukovanih vidiv sosen v umovah zahidnogo regionu Ukraini [Dependence of crown indices on the morphological and taxation parameters of trees of introduced pine species in the western region of Ukraine]. Naukovij visnik NLTU Ukraini. L'viv, 5, 75–80 (in Ukrainian).
16. Zajachuk, V. Ja. (2008). Dendrologija [Dendrology] NLTU Ukraini. Apriori, L'viv (in Ukrainian).
17. Bilous, V. I. (2003). Lisova selekcija [Forest breeding]. Uman' (in Ukrainian).



18. Ljubavskaja, A. Ja. (1982). Lesnaja selekcija i genetika [Forest breeding and genetics]. Lesnaja promyshlennost', Moskva (in Russian).
19. Pjatnickij, S. S. (1961). Praktikum po lesnoj selekcii [Forest Breeding Workshop] Sel'hozizdat, Moskva (in Russian).
20. Gordienko, M. I., Korec'kij, G. S., & Maurer, V. M. (1995). Lisovi kul'turi [Forestcultures]. Sil'gosposvita, Kiiiv (in Ukrainian).

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

**Zherdetska S. V.**, PhD (Agricultural Sciences), Senior Lecturer, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Kazantsev Y. V.**, Lecturer In Foreign Languages, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

#### **HISTORICAL ASPECTS OF PINUS RIGIDA MILL. INTRODUCTION MEASURES TO OPTIMIZE THE STRUCTURE OF GENETIC-SELECTION FACILITIES FOR THE FURTHER UTILIZATION OF THE SPECIES IN NORTH-EASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE**

In the course of the literature analysis on the introduction of *Pinus rigida* Mill. Conclusions that indicate the feasibility of continuing research to optimize the structure of the forest seed base for the further use of the species in the north-eastern forest-steppe of Ukraine has been made. Specifically, it has been found that the results of experimental studies on the biological and ecological properties of *P. rigida* in habitat and Polesie regions characterize it as a fast growing and highly productive plant that has adapted in this region to a wide range of growth conditions, which may induce growing the species under the conditions of the northeastern forest-steppe of Ukraine for further use in protective forest plantations; the effects of global climate change are becoming more pronounced in Ukraine, so given the problems showed, it is worth paying attention to the species under study, which lies in its ability to stool shoot.

The project of development of *P. rigida* genetic-selected objects has been proposed, which stated the following: optimization of the structure of the forest-seed base of the researched species in the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine, the proposed recommendations will allow to accelerate the transition of seed production in the region to genetic-selection grounds for utilization in protective forest plantations; given the much higher wind resistance of the species under study compared to *Pinus sylvestris* L., it should be introduced as an accompanying breed of up to 20 % in pine forests to increase productivity and wind resistance of plantations; we can produce 278 trees during the period of seeds production according to our recommendations to create 1.0 ha *P. rigida* plantation. About 30 kg of cones or 900 g of seeds can be harvested from one tree. Accordingly, given the germination of seeds of *P. rigida*, we will be able to get about 35806 seedlings from one tree. Due to the high regenerative ability of the species (stoolshoot), it should be used in the creation of protective forest plantations. Introduction of the species will reduce the cost of supplementation.

**Key words:** *Pinus rigida*, invasive plant, North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine, progeny test.

**Ярошук Р. А.**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Жердецкая С. В.**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Казанцев Ю. В.**, преподаватель кафедры иностранных языков, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

#### **ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТРОДУКЦИИ PINUS RIGIDA MILL. И МЕРЫ ПО ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ГЕНЕТИКО-СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИДА В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ**

Литературный анализ по интродукции *Pinus rigida* L. позволил сделать выводы, которые указывают на целесообразность продолжения исследований в области оптимизации структуры лесосеменной базы для дальнейшего использования вида в северо-восточном лесостепи Украины. В частности, выявлено, что результаты экспериментальных исследований относительно биолого-экологических свойств *P. rigida* в условиях ареала и полесья характеризуют ее как быстрорастущую и высокопроизводительную породу, которая адаптировалась в данном регионе к широкому диапазону условий роста от боров к сугрудам. Это может послужить стимулом для продолжения исследований в области выращивания данного вида в условиях северо-восточной лесостепи Украины, с целью ее дальнейшего использования при создании защитных лесных насаждений. А, учитывая последствия глобального изменения климата, которые становятся все более ощутимыми в Украине, целесообразно обратить внимание на ценность исследуемого вида, которая, в том числе, заключается в его способности к порослевому возобновлению на пне.

Предложен проект развития генетико-селекционных объектов *P. rigida*, в котором отмечается следующее: оптимизация структуры лесосеменной базы исследуемого вида в условиях северо-восточной лесостепи Украины на основе предложенных рекомендаций позволит ускорить переход семеноводства в регионе на генетико-селекционные основы для дальнейшего использования вида в защитных лесных насаждениях; учитывая значительно более высокую ветроустойчивость исследуемого вида. по сравнению с *Pinus sylvestris* L., данный вид следует вводить как сопутствующую породу в количестве до 20 % в лесные культуры сосны обыкновенной для повышения производительности и ветроустойчивости насаждений; в период обильного семеношения согласно нашим рекомендациям по созданию лесосеменной плантации *P. rigida* площадью 1,0 га мы сможем получить 278 деревьев. С одного дерева можно собрать около 30 кг шишек или 900 г семян. Соответственно, учитывая всхожесть семян *P. rigida*, возможно с одного дерева получить около 35806 семян вида; благодаря высокой регенерационной способности

*исследуемого вида (возобновления порослью на пне) его целесообразно использовать при создании защитных лесных насаждений. Внедрение исследуемого вида позволит уменьшить расходы на дополнения.*

**Ключевые слова:** сосна жесткая, интродуцент, северо-восточная лесостепь Украины, испытательные культуры.

Дата надходження до редакції 20.04.2019 р.

## STUDY OF MATHEMATICAL METHODS AND MODELS USAGE IN THE PESTICIDE DEGRADATION AND RESIDUE PREDICTION

**Li Fang**

Postgraduate Student

Sumy National Agronomy University, Sumy, Ukraine

School of Resources and Environment, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, China

lifangday@163.com

**Dubovyk Volodymyr**

PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor

Sumy National Agronomy University, Sumy, Ukraine

ORCID:0000-0002-2880-7047

dvi\_docent@ukr.net

**Liu Runqiang**

Doctor (Agricultural Sciences), Associate Professor

School of Resources and Environment, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, China

liurunqiang1983@126.com

*Pesticide was widely used in agriculture industry to ensure the crops' yield and quality, followed that pesticide pollution had become one of the most serious issues for public health in the world. Therefore, it's necessary to develop mathematical models for the prediction of pesticide degradation and residue. In this paper, we introduced four kinds of mathematical models in pesticide prediction, and offered the basis theories and practical applications for each model. Then we compared their advantages and disadvantages systematically by analyzing the roles of each one. Finally, present challenges and future perspectives in pesticide residue prediction fields were discussed.*

**Key words:** pesticide residues, pesticide degradation, mathematical model.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.1-2.10>

**Introduction.** As with the rapid development of modern agriculture, massive pesticides are utilized to prevent crops from weeds, pests and diseases, and to guarantee the crops' yield and quality. Pesticide residues perform bad influences on human beings and environment [0–0], and it can be absorbed by our body through digestive and respiratory systems or via the skin, so as contacting pesticides by eating pesticide-contaminated food [0]. Therefore, pesticide pollution has become one of the most serious problems of public health in the world [0]. The world health organization and the United Nations food and agriculture organization define maximum residue limits (MRLs) to protect foods in the process of production [0–0]. Therefore, it is of great significance to study the pesticide degradation law and select appropriate mathematical model to simulate the dynamic process of pesticide residues. Among the quantitative methods of pesticide residues, many mathematical analysis methods and modeling methods are afforded to predict the determination of pesticide degradation and residues. In this paper, we firstly introduced four famous models and other forefront mathematical prediction methods for pesticide degradation and residue, including basis theory, application examples, then we summarized their advantages and shortcomings in applications respectively, and offered the basis theories and practical application examples for each model. Then by analyzing the role of each model, we compared their advantages and disadvantages systematically. Finally, we concluded the mathematical prediction models in pesticide residues, and made expectation about the development way in the future.

**The classic mathematical models for pesticide residue prediction**

(1) Exponential degradation model

According to the pesticides degradation regularity, the disappearance of pesticides in soil or on plants is like the decay of radioactive substances, which can be expressed by the first-order reaction kinetics formula [0], if other factors can be ignored. The degradation rate of pesticides is proportional to their concentration:

$$\frac{dc}{dt} = -kc (k > 0), c(0) = a \quad (1.1)$$

The expressions (1.1),  $c = c(t)$  expressed as the concentration when time is  $t$ ,  $t$  is time after pesticide applied,  $k$  is constant proportionality.  $a$  is the pesticide residue concentration when time  $t = 0$  (initial concentration).

By solving differential equations (1.1), we get

$$c = ae^{-kt} \quad (1.2)$$

In the expressions (1.2) parameters  $a$  and  $k$  estimate from measured data, then we can gain the pesticide degradation exponential model. The half-life is  $t_{\frac{1}{2}} = \ln 2 / k$ .

Lourdes et al. [0] studied the degradation of phosphorus in soil by this exponential model, and calculated the half-life. The experiment results were rather closest to predict results, and this model was the simplest one. Song et al. [0] proposed an adaptive nonlinear exponential model for pesticide degradation through a variety of mechanisms such as exponential decay, linear and nonlinear effects, and constructed a nonlinearly effective function

of biotic and abiotic factors,  $1 - a(c/c_0)^\theta$ .

Exponential degradation model has the advantages including simple calculation, directly-viewed and easy understanding, which has important influence on the prediction of pesticide degradation. But the basic model is proposed in a relatively ideal situation, ignoring the nature environmental factors. Also, the predict results just describe the situation that the degradation rate is a monotonically decreasing function over time, which can't change following the special environments. It is limited in actual application due to its extremely idealization and simplification.

(2) Bivariate pesticide residue function model

Considering the influence of environmental factors,

pesticide residue model not only is related to time, but also is concerned to several variables' functions including beginning dosing, daily average temperatures, daily average illumination time objectively and daily average rainfall and so on.

$$\text{Let } y_{rs} = f(t_r, x_s) (r = 0, 1, \dots, u; s = 0, 1, \dots, v) \quad (2.1)$$

$t$  is the time after pesticide;  $y$  is composite factor value, according to beginning dosing, daily average temperatures, daily average illumination time objectively and daily average rainfall,  $y$  is pesticide residues for variables  $t, x$ . Let the value of bivariate pesticide residue function  $y_{rs} = f(t_r, x_s)$  shows as following Table 1.

**Table 1**

The value of bivariate pesticide residue function  $y_{rs} = f(t_r, x_s)$

$t$	$x$			
	$x^0$	$x^1$	...	$x^v$
$t_0$	$y_{00}$	$y_{01}$	...	$y_{0v}$
.....	.....	...	...	...
$t_u$	$y_{u0}$	$y_{u1}$	...	$y_{uv}$

According to the value, we set the bivariate function as following:

$$Q_{m,n}(t, x) = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n a_{ij} p_i(t) q_j(x) \quad (2.2)$$

And make

$$I_{m,n} = \sum_{r=0}^u \sum_{s=0}^v [f(t_r, x_s - Q_{m,n})(t_r, x_s)] \quad (2.3)$$

to solve  $\min(I_{m,n})$ .

Wang et al. [0-0] studied the digestion process of BHD in rice paddy water, and designed a bivariate function model including environment factors according functional approximation theory. The half-life of pesticide residues was related to the initial dosage. The larger the initial dosage, the longer the half-life and vice versa. So, we could get the half-life by solving the function. The experiment results showed that this function is practical and useful in the prediction of pesticide residues.

Generally, the error case of pesticide residue function is related to the selection of  $m, n$  and the size of the interval between  $x$  and  $y$ . The smaller interval between  $x$  values, the smaller the relative error. The smaller interval between  $y$  values, the smaller the relative error, too. The value of  $m$  and  $n$  are larger, so that the error are smaller, but they should not be too large, because of rapidly increasing calculation, and increasing overall error. So it's difficult to choose the suitable value of  $x, y, m, n$ .

3) Rayleigh dynamic Model

Rayleigh dynamic Model is:

$$c = at^\alpha e^{bx^2} \quad (3.1)$$

The expressions (3.1),  $c = c(t)$  expressed as the concentration when time is  $t$ ,  $t$  is time after pesticide application,  $a, b$  is undetermined coefficients. After the logarithm based on (3.1), we will get

$$\ln c = \ln a + \alpha \ln x + bx^2 \quad (3.2)$$

Then, let  $y = \ln c, x_1 = \ln x, x_2 = x^2$ , the formula of (3.2) can be translated into a binary linear regression equation, as following:

$$y = a + a_1 x_1 + a_2 x_2 (a_0 = \ln a, a_1 = \alpha, a_2 = b) \quad (3.3)$$

Fang et al. [0] studied the degradation of methamidophos on rice leaves, mimicking the dynamic mathematics model. The regression of this model is remarkable and conform to the law of degradation, then they proposed three modified Rayleigh models to predict the pesticide residues, which showed better results. Zhu et al. [0] proposed a modified Rayleigh mathematics model for the degradation law of pesticide. In their study, parameter estimation method of modified Rayleigh model was introduced, which offered theoretical basis for the study on pesticide residue law.

Compared with exponential degradation model, Rayleigh dynamic model has more advantages like precision error, easy-to-use and high fitting accuracy, which avoid complicated calculations and range of independent variables in polynomials. Rayleigh dynamic model performs effective results and it's a utility model.

(3) Grey prediction GM (1.1) Model

Grey prediction is that the model using not the original data sequence but the generated data sequence. Based Grey Model, Grey prediction is a method that generates the approximate exponential law through accumulation (or other methods) of the original data and then carries out modeling.

Let pesticide residue sequence as

$$X^0 = (x^0(1), x^0(2), \dots, x^0(n)) \quad (4.1)$$

The original data sequence is accumulated once to obtain the new data sequence as

$$X^1 = (x^1(1), x^1(2), \dots, x^1(n)) \quad (4.2)$$

$$\text{in which } x^1(k) = \sum_{i=1}^k x^0(i), (k = 1, 2, \dots, n) \quad (4.3)$$

$z^{(1)}(k)$  is the adjacent to mean-generated sequence of  $x^{(1)}(k)$ , then

$$z^1(k) = \frac{1}{2}(x^{(1)}(k) + x^{(1)}(k-1)), (k = 2, 3, \dots, n) \quad (4.4)$$

Building the GM (1,1) model for pesticide residue sequence as

$$x^0(k) + az^1(k) = u \quad (4.5)$$

If  $a = (a, u)^T$  is parameters sequence, then  $a$  is development coefficient and  $u$  is Grey action. Let the differential equation satisfying the data sequence generated by once accumulation as

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = u \quad (4.6)$$

So parameter  $a$  and  $u$  can structure a matrix  $B, Y_n$

$$B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2), 1 \\ -z^{(1)}(3), 1 \\ \dots \\ -z^{(1)}(n), 1 \end{bmatrix} \quad Y_n = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \dots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix} \quad (4.7)$$

Then the least squares estimation parameter column of  $\hat{a}$  satisfies  $\hat{a} = (B^T B)^{-1} B^T Y_n$ . Let  $\hat{a}$  into differential equation (10) to solve the time response function as

$$\hat{x}^{(1)}(t) = (x^{(1)}(1) - \frac{u}{a})e^{-at} + \frac{u}{a} \quad (4.8)$$

If  $x^{(1)}(1) = x^{(0)}(1)$ , then the time response sequence of GM (1,1) is

$$\hat{x}^{(1)}(t+1) = (x^{(0)}(1) - \frac{u}{a})e^{-at} + \frac{u}{a} \quad (4.9)$$

Then formula (4.9) is pesticide residue model in isometric time.  $t$  takes the natural numbers like 1, 2.

Wu et al. [0] set up three mathematical models including the gray GM (1,1) model on the basis of the observation of the amount of chlorpyrifos residues in peaches. The degradation process of chlorpyrifos could be regarded as some parts of information known, some parts of information unknown as uncertain gray system. Experiment results proved that the degradation process was simulated well by gray GM (1.1) degradation model. Yang et al. [0] established a IEA-GM (1.1) prediction model of the pesticide degradation according to immune evolutionary algorithm (IEA) and gray system theory.

And the degradation of residual quinalfthosion in cowpea, the degradation of residual mancozeb in *Lycopersicon esculentum* miller, the degradation dynamics of triadimefon in ear of wheat and the dynamic dispelling of pirimicarb residue in cucumber fruit were predicted based on the IEA- GM (1.1) prediction model.

GM (1.1) model has good accuracy in simulation and prediction, existing high practical application value. However, the solution of GM (1,1) model parameters involves matrix transpose, matrix multiplication and matrix inversion, which is too complex and not easy to apply, and has the characteristics of chaos.

#### 4) Other Recent research models

In addition, many innovative research methods emerged for pesticide residues prediction. In 2016 Zuo et al. [0] studied the pesticide residue prediction based on fuzzy system. The mathematic Fuzzy System was established by using the MRL values (maximum residue limits of all kinds of pesticides in food) of Matlab Fuzzy. Taking chlorpyrifos as an example, the analysis results showed that the application of fuzzy system for pesticide residue prediction was feasible and reasonable, and it was conducive to solve the problem of the using amounts of pesticides in the process of agricultural. In 2018, Li et al. [0] proposed a multi-section model based on principal components analysis (PCA) and neural network. They solve the problem that the modeling data characteristics changes obviously and experimental results show that the multi-section models built by Back Propagation(BP)/Radial Basis Function (RBF) network can significantly reduce the prediction error compared with the single models, and reduce the output error to 0.8 % and 0.4 % for establishing multi-section models BP and RBF respectively.

**Conclusions.** Pesticides provide a strong guarantee for the large-scale incremental production of crops, but excessive and continuous usage of pesticides have aroused much fear in our life [0]. With the development of science and our environmental awareness being strengthened, the harmful impact of pesticide residues and their degradation behavior have attracted more and more attention. The pesticide degradation and residue are a highly complex physical and biochemical processes. Even though variety dynamic models with high fitting degree for the residual degradation process of different pesticide are established, they could not meet the requirement of universality [0]. Therefore, it is of great practical significance to study the pesticides degradation law, and select appropriate mathematical models to describe the dynamic process of pesticide residues, then to do the analyse and prediction works. This paper summarizes four kinds of classic mathematics models in pesticide residues prediction, and compare their strengths and weaknesses based on mathematics theory and experiments results for each other. It turns out that there still exist more works to do in the future. As the development of computer technology, digital simulation and molecular biotechnology technologies, the studies on pesticide degradation and residues will continue to be further developed [0–22].

#### References:

1. RishiKesh, K. T., Shikha, S., Ravi, S. P., & Bechan, S. (2016). Enzymes of Earthworm as Indicators of Pesticide Pollution in Soil. *Advances in Enzyme Research*, 4, 113–124.
2. Merete, G., Yan L., Hua, Z., Anne, O. S., Jun, H., Gan, Z., & Thorjorn, L. (2015). Pesticide levels and environmental risk in aquatic environments in China – A review. *Environment International*, 81, 87–97.
3. Sandrine, P., Nicolas, M., Vincent, B., & Bockstaller, C. (2015). Ecological intensification through pesticide reduction: weed control, weed biodiversity and sustainability in arable farming. *Environmental Management*, 56, 1078–1090.
4. Xu, M. L., Yu, G., & Xiao, X. X. (2017). Detection of Pesticide Residues in Food Using Surface-Enhanced Raman

pectroscopy: A Review. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 7, 1–38.

5. Liu, M., Khan, A., Wang, Z. F., Liu, Y., Yang, G. J., Deng, Y., & He, N. Y. (2019). Aptasensors for pesticide detection. Biosensors and Bioelectronics, 130, 174–184.

6. Jin, X. T., Yu, X. Y., & Zhu, G. Y. (2016). Conditions Optimizing and Application of Laccase-mediator System (LMS) for the Laccase-catalyzed Pesticide Degradation. Scientific Reports, 10, 1–7.

7. Appendix, D. (2011). Guidelines on comparability, extrapolation, group tolerances and data requirements for setting MRLs. European Commission, 6. 7525.

8. Robert, Go. (1996). Organic pesticides in the environment Washing to n D. C: American Chem. Soc. Pub, 122–131.

9. Lourdes, S., Aranzazu, P., & Francisco, S. (2003). Methidathion degradation in soil amended with biosolids and a cationic surfactant: use of different kinetic models. Biology and fertility of soils, 37(5), 319–323.

10. Song, P., Hong, W., & Wu, C. Z. (2015). Modification of the kinetic model for degradation of pesticides. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 13(2), 68–70.

11. Wang, Z. H., An, X. Z., & Li, C. H. (1992). Study on the mathematical method of pesticide residue law. Agricultural environmental protection, 11(6), 283–285.

12. Wang, Z.H., Fu, L., & Zhang, D. K. (1994) Research on the mathematical approach to the quantitative prediction of pesticide degradation, 9(3), 177–180.

13. Fang, Y. P., & Zhang, Q. G. (1995). The Application of Rayleigh Model on Study of Chemical Remains. Journal of Anhui Agricultural University, 22(4), 461–463.

14. Zhu, C. L. (2008). Parameter Estimation of the Degradation Model of pesticide residue. Journal of Anhui Agri, 36(17), 7053–7056.

15. Wu, C. G., Guan, L., & Zhou, J. (2015). Mathematical model for prediction of pesticide residues. Journal of Agricultural University of Hebei, 38(2), 135–139.

16. Yang, H. J., Ye, Z. X., & Xu, C. H. (2007). The GM (1.1) Prediction Model of Pesticide Degradation Optimized by IEA. Journal of Agro-Environment Science, 4, 1469–1472.

17. Zuo, S., Sun, J. J., & Yu, X. R. (2016). Study on Prediction of Pesticide Residues based on Fuzzy System. Agricultural Science & Technology, 17(7), 1928–1732.

18. Li, W., Li, Z. M., & Sun, M. (2018). Study on Prediction Model of Pesticide Residue Content Based on PCA and Artificial Neural Network. Measurement and control technology, 37(12), 34–37.

19. Fewell, Jr., & Lawrence, E. (2019). Natural pesticide structure and methods of fabrication there of United States Patent, 5, 1–14.

20. Holger, V., Bircher, S., Rapp, I., & Kerlin, N. (2015). Degradation of Chlorotriazine Pesticides by Sulfate Radicals and the Influence of Organic Matter. American Chemical Society, 49(3), 1673–1680.

21. Augustune, C., Chaudhuri, M., & Wong, C. C. (ICCEE 2018) Artificial Neural Network (ANN) Modeling for Prediction of Pesticide Wastewater Degradation by FeGAC/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Process. International Conference on Civil and Environmental Engineering, 65.

22. Li, Y., Hou, J., Chang-jun, Le, Jin-can, Bo, Deng, Huang Jing & Yang, Mei (2016). Detection of Organophosphorus Pesticides with Colorimetry and Computer Image Analysis. Analytical Sciences, 32(7), 719–724.

**Лі Фанг**, аспірант, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна; Школа ресурсів й оточуючого середовища, Хенанський інститут науки і технології, м. Хенань, КНР

**Дубовик В. І.**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

**Ліу Рункіанг**, доктор сільськогосподарських наук, доцент, Школа ресурсів й оточуючого середовища, Хенанський інститут науки і технології, м. Хенань, КНР

### **ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ І МОДЕЛЕЙ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДЕГРАДАЦІЇ ПЕСТИЦИДІВ ТА ПРОГНОЗУ ЇХ ЗАЛИШКІВ**

*Пестициди широко застосовуються в сільському господарстві для підвищення врожаю та якості сільськогосподарських культур. Внаслідок масового використання пестицидів, забруднення ними стало серйозною проблемою для екології та охорони здоров'я населення у світі. Тому необхідно застосовувати пестициди з урахуванням їх деградації у навколишньому середовищі. Незважаючи на те, що розраховані різноманітні динамічні моделі, що описують процес деградації залишків різних пестицидів, вони не відповідають вимозі універсальності. Тому важливим залишається практичне значення вивчення закономірності деградації пестицидів та вибору відповідної математичної моделі для опису динамічного процесу деградації залишків пестицидів.*

*У роботі розглянуто чотири види класичних математичних моделей для прогнозування залишків пестицидів.*

1. Експоненціальна модель деградації. Згідно з нею швидкість деградації пестицидів пропорційна їх концентрації. Ця модель є найпростішою. Експоненціальна модель деградації має такі переваги: простий розрахунок, безпосередній перегляд та розуміння, що має суттєвий вплив на прогнозування деградації пестицидів. Але ця модель застосовується у відносно ідеальній ситуації, ігноруючи природні фактори навколишнього середовища. Також результати прогнозування описують ситуацію, згідно з якою швидкість деградації є лінійно зменшуваною функцією з часом, яка не може змінюватися внаслідок різних факторів. Вона обмежена у практичному використанні внаслідок ідеалізації та спрощення.

2. Біваріативна модель функціонування залишків пестицидів. Враховує вплив факторів навколишнього середовища,

пов'язана з часом, а також використовує декілька змінних функцій, а саме – початок обробки, середньодобові температури, тривалість світлового дня та середньоденну кількість опадів.

3. Динамічна модель Релея. Порівняно з експоненціальною деградаційною моделлю, динамічна модель Релея має більше переваг, таких як точність, простота у використанні та висока точність пристосування, що дозволяє уникнути складних обчислень та діапазону незалежних змінних у поліномах. Динамічна модель Релея дає ефективні результати.

4. Модель Грея. Модель GM має високу точність в моделюванні та прогнозуванні, а також практичну цінність застосування. Однак рішення параметрів моделі GM передбачає формування матриць, їх множення та інверсію, що є занадто складним і непротим у застосуванні, має характеристики хаосу.

5. Інші новітні моделі. У 2016 році Zuo та ін. вивчали прогнозування залишків пестицидів на основі нечіткої системи. Математична нечітка система була створена за допомогою значень MRL (максимальні межі залишків усіх видів пестицидів у їжі) MatlabFuzzy. У 2018 році Li та ін. запропонували модель муті-секцій на основі аналізу основних компонентів (PCA) та нейронної мережі. Вони вирішують проблему зміни даних моделювання. Експериментальні результати показують, що моделі мутісекцій, побудовані за допомогою мережі BackPropagation (BP)/RadialBasisFunction (RBF), можуть значно зменшити помилку прогнозування порівняно з окремими моделями. Похибка зменшується до 0,8 % і 0,4 % для встановлення мутісекційних моделей BP та RBF відповідно.

З розвитком комп'ютерних технологій, цифрового моделювання та молекулярних біотехнологічних технологій дослідження деградації залишків пестицидів будуть продовжуватись.

**Ключові слова:** залишки пестицидів, деградація пестицидів, математичні моделі.

**Ли Фанг**, аспірант, Сумской національний аграрний університет, г. Сумы, Украина; Школа ресурсов и окружающей среды, Хенаньский институт науки и технологии, г. Хенань, КНР

**Дубовик В. И.**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Сумской национальной аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Лиу Рункианг**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Школа ресурсов и окружающей среды, Хенаньский институт науки и технологии, г. Хенань, КНР

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ, КОТОРЫЕ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕГРАДАЦИИ ПЕСТИЦИДОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИХ ОСТАТКОВ**

Пестициды широко используются в сельском хозяйстве для повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур. После массового их использования загрязнение ими стало одной из наиболее серьезных проблем всемирного здравоохранения. Поэтому необходимо разработать математические модели для прогнозирования деградации пестицидов и их остатков. В этой статье мы представили четыре вида математических моделей, которые позволяют прогнозировать деградацию пестицидов и изложили базовые теории и практическое применения для каждой модели. Мы критически сравнили их преимущества и недостатки, анализируя роль каждой из них. Были рассмотрены существующие проблемы и перспективы в области прогнозирования остатков пестицидов.

**Ключевые слова:** остатки пестицидов, деградация пестицидов, математические модели.

Дата надходження до редакції 15.07.2019 р.