

ISSN 2077–4893 (Print)
ISSN 2077–4915 (Online)

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ



4•2021

Виходить чотири рази на рік

ЗАСНОВНИКИ

**Інститут агроекології і природокористування
Національної академії аграрних наук України**

Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України»

**Всеукраїнська громадська організація
«Асоціація агроекологів України»**

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

вул. Метрологічна, 12, Київ-143, 03143
тел. (044) 522-60-62 e-mail: agroecojournal@ukr.net
<http://journalagroeco.org.ua>

*Журнал внесено до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б»)
згідно з Наказом МОН України від 17.03.2020 № 409
для публікації основних результатів дисертаційних робіт та матеріалів
досліджень вчених теоретичного і практичного характеру з актуальних питань
за спеціальностями: 101 – Екологія; 201 – Агронімія; 091 – Біологія;
051 – Економіка; 205 – Лісове господарство;
204 – Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва.*

*Журнал включено до міжнародних інформаційних та наукометричних баз:
Research Bib Journal Database (Японія)
Index Copernicus (Республіка Польща)
Googk Scholar (США)
Ulrich's Periodicals Directory (США)*

Пристатейний список літератури продубльовано відповідно до вимог міжнародних систем транслітерації (зокрема, наукометричної бази SCOPUS)

Відповідальність за зміст і достовірність поданих матеріалів та точність наведених даних несуть автори наукових статей.
Редколегія не завжди поділяє думки авторів статей

**Журнал друкується і поширюється через мережу Інтернет
за рішенням вченої ради Інституту агроекології і природокористування НААН
(протокол № 10 від 28 жовтня 2021 р.)
Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 23578-13418 ПР від 27.09.2018.**

Підписано до друку 25.11.2021 р. Формат 70×100/16. Друк офсетний.
Ум. друк. арк. 12,26. Наклад 250 прим. Зам. № АЕ-04–21.
Оригінал-макет та друк ТОВ «ДІА». 03022, Київ-22, вул. Васильківська, 45

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

4 • 2021



КИЇВ • 2021

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief

FURDYCHKO O., Doctor of Economic and Agricultural Science, Professor,
Full member of NAAS

Executive Secretary

SHUMYHAI I., Candidate of Agricultural Science

BUSHTRUK M. , <i>Candidate of Agricultural Science, Docent (Ukraine)</i>	SYMOCHKO L. , <i>Candidate of Biological Science, Docent (Ukraine)</i>
VOVK N. , <i>Doctor of Agricultural Science, Prof. (Ukraine)</i>	SYCHOV M. , <i>Doctor of Agricultural Science, Prof. (Ukraine)</i>
GUDKOV I. , <i>Doctor of Biological Science, Prof., Full member of NAAS (Ukraine)</i>	SOLOMAKHA V. , <i>Doctor of Biological Science, Prof. (Ukraine)</i>
DEMYANYUK O. , <i>Doctor of Agricultural Science, Prof., Corresponding member of NAAS (Ukraine)</i>	TARARIKO O. , <i>Doctor of Agricultural Science, Prof., Full member of NAAS (Ukraine)</i>
DREBOT O. , <i>Doctor of Economic Science, Prof., Full member of NAAS (Ukraine)</i>	TERTYCHNA O. , <i>Doctor of Biological Science, Senior Researcher (Ukraine)</i>
YEHOROVA T. , <i>Doctor of Agricultural Science, Senior Researcher (Ukraine)</i>	TKACH Y. , <i>Candidate of Biological Science, Senior Researcher (Ukraine)</i>
KONISHCHUK V. , <i>Doctor of Biological Science, Prof. (Ukraine)</i>	CHOBOTKO G. , <i>Doctor of Biological Science, Prof. (Ukraine)</i>
KOPIY L. , <i>Doctor of Agricultural Science, Prof. (Ukraine)</i>	SHERSTOBOEVA O. , <i>Doctor of Agricultural Science, Prof. (Ukraine)</i>
KOSTENKO S. , <i>Doctor of Biological Science, Prof. (Ukraine)</i>	SHERSHUN M. , <i>Doctor of Economic Science, Senior Researcher (Ukraine)</i>
LESOVOY N. , <i>Doctor of Agricultural Science, Prof. (Ukraine)</i>	SHKURATOV O. , <i>Doctor of Economic Science, Prof. (Ukraine)</i>
MUDRAK O. , <i>Doctor of Agricultural Science, Prof. (Ukraine)</i>	YUKHNOVSKYI V. , <i>Doctor of Agricultural Science, Prof. (Ukraine)</i>
NAGORNIUK O. , <i>Candidate of Agricultural Science, Docent (Ukraine)</i>	WALAT W. , <i>Doctor of Humanities Science, Prof. (Poland)</i>
PALAPA N. , <i>Doctor of Agricultural Science, Senior Researcher (Ukraine)</i>	SOBCZYK V. , <i>Doctor of Agricultural Science, Prof. (Poland)</i>
PARFENYUK A. , <i>Doctor of Biological Science, Prof. (Ukraine)</i>	URUSHADZE T. , <i>Doctor of Biological Science, Prof. (Georgia)</i>

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

ФУРДИЧКО О.І., доктор економічних і сільськогосподарських наук,
професор, академік НААН

Відповідальний секретар

ШУМИГАЙ І.В., кандидат сільськогосподарських наук

- | | |
|---|--|
| БУШТРУК М.В. ,
канд. с.-г. наук, доцент (Біла Церква) | СИМОЧКО Л.Ю. ,
канд. біол. наук, доцент (Ужгород) |
| ВОВК Н.І. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Київ) | СИЧОВ М.Ю. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Київ) |
| ГУДКОВ І.М. ,
д-р біол. наук, проф., акад. НААН (Київ) | СОЛОМАХА В.А. ,
д-р біол. наук, проф. (Київ) |
| ДЕМ'ЯНЮК О.С. ,
д-р с.-г. наук, проф., чл.-кор. НААН (Київ) | ТАРАРІКО О.Г. ,
д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН (Київ) |
| ДРЕБОТ О.І. ,
д-р екон. наук, проф., акад. НААН (Київ) | ТЕРТИЧНА О.В. ,
д-р біол. наук, старш. наук. співроб. (Київ) |
| ЕГОРОВА Т.М. ,
д-р с.-г. наук, доцент (Київ) | ТКАЧ Є.Д. ,
канд. біол. наук, ст. досл. (Київ) |
| КОНЩУК В.В. ,
д-р біол. наук, проф. (Київ) | ЧОБОТЬКО Г.М. ,
д-р біол. наук, проф. (Київ) |
| КОПІЙ Л.І. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Львів) | ШЕРСТОБОЄВА О.В. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Київ) |
| КОСТЕНКО С.О. ,
д-р біол. наук, проф. (Київ) | ШЕРШУН М.Х. ,
д-р екон. наук, доцент (Київ) |
| ЛСОВИЙ М.М. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Київ) | ШКУРАТОВ О.І. ,
д-р екон. наук, проф. (Київ) |
| МУДРАК О.В. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Вінниця) | ЮХНОВСЬКИЙ В.Ю. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Київ) |
| НАГОРНЮК О.М. ,
канд. с.-г. наук, доцент (Київ) | ВАЛАТ В. ,
д-р педаг. наук, проф. (Республіка Польща) |
| ПАЛАПА Н.В. ,
д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб. (Київ) | СОБЧИК В. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Республіка Польща) |
| ПАРФЕНЮК А.І. ,
д-р біол. наук, проф. (Київ) | УРУШАДЗЕ Т.Ф. ,
д-р біол. наук, проф. (Грузія) |

**Фурдичко О.І., Нагорнюк О.М.,
Палапа Н.В., Тарасенко Г.С.,
Щерблюк А.Л.**

Підвищення екологічної культури сільського населення України в умовах децентралізації влади: порівняння з європейським досвідом

**Мудрак О.В., Ганчук М.М.,
Мудрак Г.В., Шевченко І.А.,
Зіновчук Н.В., Хаєцький Г.С.**

Збалансованість територіальної організації агроландшафтів Східного Поділля: науково-методичні і практичні підходи

Данькевич С.М.

Функціонування фінансово-економічного механізму збалансованого лісгосподарського землекористування

Тимочко І.Я.

Особливості розподілу нектароносних та пилюконосних рослин у лісових насадженнях Північно-Східного Лісостепу України

Ходинь О.Б., Чорнобров О.Ю.

Екологічна оцінка запасу мертвої деревини у грабово-дубових лісових насадженнях природного заповідника «Медобори»

Мудрак О.В., Магдійчук А.П.

Етапи досліджень еколого-ценотичних груп рослинності Поділля

**Наконечний І.В., Мельничук С.С.,
Серебряков В.В.**

Сучасна чисельність горлиці звичайної (*Streptopelia turtur*) у Північно-Західному Причорномор'ї

**Федоренко В.П., Мостов'як С.М.,
Мостов'як І.І.**

Екологічно безпечні методи контролю чисельності шкідників у сучасних агротехнологіях

**Пасічник Н.А., Опришко О.О.,
Тараріко О.Г.**

Дистанційне зондування агрофітоценозів із платформи БПЛА для оцінки рівня живлення рослин

**6 Furdychko O., Nagorniuk O.,
Palapa N., Tarasenko G.,
Shcherbliuk A.**

Increasing ecological culture of the rural population of Ukraine in conditions of decentralization of power

**12 Mudrak O., Ganchuk M.,
Mudrak H., Shevchenko I.,
Zinovchuk N., Hayetsky G.**

Balance of the territorial organization of agricultural landscapes of the eastern division: scientific-methodical and practical approaches

20 Dankevych S.

Functioning of the financial and economic mechanism of balanced forest land use

31 Tymochko I.

Peculiarities of distribution of nectarous and pollinating plants in forest plantations of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine

37 Khodyn O., Chornobrov O.

Ecological assessment of dead woodvolume in hornbeam-oak forest in «Medobory» Nature Reserve

47 Mudrak O., Mahdiichuk A.

Stages of research of ecological-coenotic vegetation groups of Podillya

**55 Nakonechnyi I., Melnychuk S.,
Serebrakov V.**

Turtledove *Streptopelia turtur* in the North Western Black Sea region

**64 Fedorenko V., Mostoviak S.,
Mostoviak I.**

Ecologically safe methods of pest control in modern agricultural technologies

**75 Pasichnyk N., Opryshko O.,
Tarariko O.**

Remote sensing of agrophytocenoses from the UAV platform to assess the level of plant nutrition

- Цвігун В.О., Сус Н.П., Мазур С.О., Мельничук О.П., Бойко А.Л.**
Поширення та біологічні особливості вірусних хвороб томатів у агроценозах України
- Васильченко А.В.**
Вплив наночастинок металів і неметалів, багатокомпонентного мікроелементного препарату «Аватар-2 захист» та мікробного препарату «Азогран» на ступінь ураження картоплі інфекційними хворобами та частоту їх виявлення
- Кирильчук А.М.**
Вміст клейковини в зерні тритикале озимого (*Triticosecale Wittmack* el. *Camus*) для використання в хлібопекарській промисловості
- Осадча Ю.В.**
Неспецифічні адаптивні реакції організму курей за впливу довжини світлової хвилі
- Яремко О.П.**
Стратегічні пріоритети збалансованого розвитку лісового сектору Подільського економічного регіону
- Коваль А.О.**
Економічні показники витрат сільськогосподарських підприємств на виробництво ягідних культур
- Павліченко А.І.**
Вплив різних систем удобрення та хімічної меліорації на фосфорний режим сірого лісового ґрунту
- 82 **Tsvigun V., Sus N., Mazur S., Melnychuk O., Boyko A.**
Distribution and biological features of tomato viral diseases in the agrocenoses of Ukraine
- 90 **Vasylchenko A.**
The effect of nanoparticles of metals and nonmetals of multicomponent trace element preparation «Avatar-2 protection» and microbial preparation «Azogran» on the incidence and severity of infectious diseases of potato
- 98 **Kirilchuk A.**
Gluten content in winter triticale grain (*Triticosecale Wittmack* el. *Camus*) for using in bakery industry
- 105 **Osadcha Yu.**
Nonspecific adaptive reactions of hen's body under the influence of light wavelength
- 115 **Yaremko O.**
Strategic priorities of balanced development of the forest sector of the Podilsk economic region
- 124 **Koval A.**
Economic figures of agricultural enterprises expenses on berry growing
- 131 **Pavlichenko A.**
Influence of different fertilization and chemical recruitment systems on the phosphorus regime of gray forest soil

НОВИНИ

- Повідомлення щодо круглого столу пам'яті акад. Бойка А.Л.
- Реферати
- Відомості про авторів
- Правила для авторів
- 139 Announcement of the Round table in memory of Acad. A.L. Boyko
- 141 Abstract
- 149 Information about the authors
- 151 Rules for the authors

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ СІЛЬСЬКОГО НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ В УМОВАХ ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ВЛАДИ: ПОРІВНЯННЯ З ЄВРОПЕЙСЬКИМ ДОСВІДОМ

О.І. Фурдичко¹, О.М. Нагорнюк¹, Н.В. Палапа¹,
Г.С. Тарасенко², А.Л. Щерблюк¹

¹ Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: agroecologynaan@gmail.com; ORCID: 0000-0002-1108-7733
e-mail: onagornuk@ukr.net; ORCID: 0000-0002-6694-9142
e-mail: palapa60@ukr.net; ORCID: 0000-0003-3748-6414
e-mail: alina.burenko9210@gmail.com; ORCID: 0000-0003-1606-4554

² КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти» (м. Вінниця, Україна)
e-mail: tarasenkogal@gmail.com; ORCID: 0000-0001-9394-2600

Село і його природа на сьогодні є першоосновою зміцнення державницьких векторів природокористування як в агроекологічному, так і в світоглядно-філософському вимірах. Агроекологічна освіта населення всіх категорій покликана відновити усвідомлення людей відчуття села як рідного дому, яку сучасні вчені-екологи назвали новою філософією життя. У статті проаналізований сучасний стан рівня екологічної культури сільського населення в умовах децентралізації влади як фактор збалансованого розвитку сільських територій. Наголошено на тому, що людина передусім як біологічна істота має бути свідомою того, що довкілля — це її дім, основний засіб для існування. Разом із тим, усвідомлення важливості стану якості життя людини, її добробуту повинні виховуватись із раннього дитинства. Сучасний стан переважної більшості сільських територій в Україні ми можемо назвати нині ганебним. Усі неапативні зміни ХХ ст. нині набувають в Україні значного прискорення. Тому збереження довкілля як середовища існування людини залежить як від якості освіти, так і від темпів формування рівня екологічної свідомості й культури у дітей та молоді, розуміння ними того факту, що саме їм жити завтра на планеті Земля. На основі аналізу наукових джерел розглянуто теоретичні основи екологічного та соціального аспектів розвитку сільських територій, узагальнено зарубіжний досвід їх розвитку, окреслено тенденції розвитку сільських територій України. Вірогідність і обґрунтованість одержаних результатів обумовлено використанням загальнонаукових і спеціальних статистичних методів. Сьогодні приділяється значна увага вивченню досвіду законодавчого забезпечення реформи місцевого самоврядування та територіальної організації влади тих країн, які за політичними, економічними, правовими, географічними, демографічними, соціальними, культурними та іншими умовами близькі до українських реалій. Поряд із цим, особливу увагу заслуговує практика європейських країн із традиційними децентралізованими системами збалансованого розвитку сільських територій. Децентралізація призвела до появи складного багаторівневого врядування. Запровадження децентралізації — складне завдання. Такі складні реформи проводяться у випадку, коли для них існує чітка мотивація. І саме високий ступінь політичної мотивації є найважливішим фактором успіху таких реформ в Україні.

Ключові слова: біогеоценоз, екосистеми, сільські території, об'єднані територіальні громади, збалансований розвиток, євроінтеграція, екологічна освіта і виховання, екологічна свідомість, екологічна безпека.

ВСТУП

Сучасний стан існування людства вчені називають кризовим. Однак нині став зрозумілим той факт, що поняття криза — це

не що інше, як проблема, яку обов'язково треба вирішити. Своєю чергою, проблема — це усвідомлена трудність, яка заважає діяти, і яку якщо не вирішити, так чи інакше призводить до катастрофи. Людина, як найбільш організована ланка біосфери,

зобов'язана вміти приймати рішення подолання будь-якої кризи, свідомо аналізувати свою діяльність, починати змінювати себе, а, як наслідок і своє довкілля [1; 2].

Нагадаємо, що найважливіша особливість біосфери — це надзвичайно велика у ній різноманітність живих організмів. Всі вони на різних рівнях (особини, популяції, біогеоценозу) постійно взаємодіють між собою і довкіллям, об'єднані в єдине ціле обміном речовин та енергії, безперервно забезпечують доступність запасів мінеральних речовин, які необхідні для власного існування. Біогеоценоз — складний збалансований механізм, здатний шляхом саморегуляції протидіяти змінам довкілля та кількісного складу біорізноманіття. Однак, ці можливості біосфери не безмежні.

Біогеоценоз як структурна одиниця біосфери в природних умовах встановлює гомеостаз і автоматично підтримує постійне співвідношення між живими організмами різних видів. Гомеостаз — це внутрішній стан динамічної рівноваги природної системи, яка здатна підтримувати свої властивості на відносно постійному рівні. Якщо зміни у довкіллі виходять за межі звичних періодичних коливань організмів, то рівновага екосистеми не зворотно порушується [3].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Згідно з Угодою про асоціацію з ЄС, Україна взяла на себе зобов'язання реформування екологічної політики і права. Екологічну політику можна визначити як організаційну та регулятивно-контрольну діяльність суспільства і держави, спрямовану на охорону, невиснажливе використання та відтворення природних ресурсів, оздоровлення довкілля, ефективне поєднання функцій природокористування та охорони природи, забезпечення норм екологічної безпеки. Неefективна екологічна політика або ж її відсутність є коренем усіх існуючих екологічних проблем, може спричиняти екологічні катастрофи різного масштабу (аж до глобальної), порушення екологічної рівноваги, що загрожує існуванню не лише

людини, а і інших живих організмів, Природі загалом [4]. Жодні зміни не можуть бути реалізованими без їх усвідомлення і практичного втілення у повсякденне життя суспільства.

Видатний американський футуролог О. Тоффлер у своїй знаменитій книзі «Шок майбутнього» зазначає, що суспільні зміни відбуваються настільки швидко і радикально, що шокують людину, котра втрачає розуміння сенсу життя, базових цінностей, світогляду. І справді відбувається новий поворот історії, дивовижна трансформація соціуму, всебічні зміни всіх форм соціального й індивідуального буття. Доки ми цілісно не усвідомимо того, що з нами відбувається, не сформуємо бодай теоретично, як говорять синергетики, «порядку із хаосу», ми ніколи не вибудуємо якісної системи освіти, яка б забезпечила ефективну підготовку людини до життя [5].

Значення терміна «культура» — це те найкраще, що культивується, оберігається, плекається, підтримується народом. Говоримо про дух, мудрість, честь, історію, екологію, красу... Про все, що робить нас шляхетнішими (тобто тими, хто знає свій шлях) [1].

Добробут людей тісно пов'язаний із розвитком господарства, станом довкілля й якістю життя людей. Усі ці фактори тісно пов'язані між собою, формують загальну екологічну культуру особистості і не можуть бути змінені незалежно від інших. Прийнято вважати, що добробут людини найважливіша складова соціального розвитку, в основі якого є здоров'я й матеріальне забезпечення. Нині незаперечним фактом для широких мас населення є те, що наш добробут, наше здоров'я повністю залежать від стану довкілля, в якому ми проживаємо, від якості повітря, яким ми дихаємо, їжі й води, які ми споживаємо, від здатності природи самоочищуватися і самовідновлюватися. Тому збереження чистого довкілля, активної функціонуючої біосфери — це гарантія нашого здоров'я, здоров'я наших нащадків, гарантія добробуту [6].

Екологічні свідомість та культура є необхідними умовами для подолання гло-

бальної екологічної кризи, яка загрожує існуванню людини як біологічного виду.

Виникнення понять екокультура, еко-свідомість, екоетика тощо — це виклик сучасної ситуації на взаємовідношення «людина — природа» є наслідком господарської діяльності (або бездіяльності) щодо довкілля і середовища власного існування.

Життєве середовище людей розглядають на основі двох суджень:

1) життєве середовище забезпечує насамперед життя організму людини і функціонування його психіки. Тому нині основним показником якості життєвого середовища виступає характер екологічної ситуації;

2) природними координатами функціонування і розвитку життєвого середовища є простір і час, що перетворюються у власність людей (володіння за правом народження і за нормами культури).

Однак, організація середовищ існування у різних суспільствах різна...

Всі негативні зміни минулого ХХ ст. набувають в Україні значного прискорення нині. Тому збереження довкілля як середовища існування людини залежить як від якості освіти, так і від темпів формування рівня екологічної свідомості і культури у дітей та молоді, розуміння ними того факту, що саме їм жити завтра на планеті Земля.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

При проведенні дослідження, зважаючи на поставлені завдання, застосовувалися загальнонаукові та специфічні методи дослідження. Серед них: метод наукової абстракції використовувався при систематизації теоретичних основ розвитку сільських територій, формування основ екологічної культури сільського населення та учнів у сільських школах; метод системно-структурного аналізу — при визначенні особливостей екологічного та соціального розвитку сіл України; метод логічного узагальнення — при дослідженні проблем екологічного та соціального розвитку сільських територій; метод аналізу і синтезу,

графічний метод — для розробки організаційних заходів екологічного та соціального розвитку сільських територій України.

На основі аналізу наукових джерел розглянуто теоретичні основи екологічного та соціального аспектів розвитку сільських територій, узагальнено зарубіжний досвід їх розвитку, окреслено тенденції розвитку сільських територій України. Вірогідність і обґрунтованість одержаних результатів обумовлено використанням загальнонаукових і спеціальних статистичних методів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Нині вирішення питання сучасного збалансованого розвитку сільських територій в Україні для теперішніх і майбутніх громадян надзвичайно важливі. Сільські території нашої держави займають близько 90% усієї площі. Однак, стан справ на більшості сільських територій дуже поганий, оскільки переважна кількість сільського населення відноситься досить пасивно щодо розвитку тієї території, на якій вони проживають [5; 7; 8].

З економічної точки зору як наслідок радянської політики щодо знищення поняття приватної власності, незначна частка сільського населення України немає ніяких доходів від власної виробленої чи зібраної продукції, що могла б стати власним бізнесом та реалізована з метою отримання прибутку і додатковим джерелом їх доходу.

Низький рівень екологічної культури і свідомості вкрай негативно впливають на стан і привабливість сільських територій, здоров'я їх мешканців, перешкоджають надходженню інвестицій до цієї території, що уповільнює можливості будь-яких позитивних змін та модернізації села.

Як свідчить європейський досвід, реформа місцевого самоврядування є складовою перетворень, які історично відбуваються у державі з метою забезпечення правових, соціальних, економічних, природоохоронних потреб сучасного суспільства. Місцеве самоврядування створює необхідні передумови унеможливлення узурпації влади, формує гнучку систему управління

у всіх сферах діяльності громадян всередині громади, можливість добре пристосовуватись до місцевих особливостей і умов, як природних так і соціально-етнічних, сприяє розвитку ініціативи та самоорганізації людей.

13 травня 2021 р. відбувся міжнародний вебінар «Культура школи, що підтримує успіх кожного учня» [9], організований Державною службою якості освіти України спільно з Асоціацією з міжнародних питань Чеської Республіки. На допомогу директорам шкіл у самооцінюванні управлінського й освітнього процесів та формуванні стратегій збалансованого розвитку сільських громад і виховання молоді, розроблені методичні рекомендації щодо розбудови внутрішньої системи забезпечення якості освіти та орієнтовні критерії оцінювання, що дають змогу отримати об'єктивну відповідь про реальний стан діяльності закладу та чітко окреслити очікування. Українська сільська школа в об'єднаній територіальній громаді не повинна стояти осторонь щодо розв'язання екологічних проблем довкілля.

Зокрема, цілеспрямовано і творчо в царині підвищення екологічної культури населення працюють педагоги сільських шкіл на Вінниччині. Вчителі, які проходять фахову перепідготовку на базі Вінницької академії безперервної освіти, сьогодні є активними провідниками ідей сталого розвитку на ґрунті культурологічного підходу до еколого-виховної роботи з учнями сільських шкіл. Вони забезпечують не лише нарощення екологічних знань учнів — їхні зусилля більшою мірою звернені до формування природничої компетентності школярів, складниками якої, окрім знань, є практичні уміння, оперті на етичні, естетичні, патріотичні цінності.

Вчителі опікуються проблемою створення «екошкіл» і використовують активні форми екологічного просвітництва серед сільського населення області. Зокрема, це організація екологічних акцій, трудових десантів на допомогу природі. Так, наприкінці жовтня 2020 р. учні сільських шкіл Вінниччини брали участь в екологічній

акції «Зелена хвиля», метою якої стало висадження школярами разом із вчителями та батьками рослин на територіях навчальних закладів. Навесні 2021 р. діти, які проживають у сільській місцевості разом з іншими мешканцями сіл залучались до акції «Чистий ліс: до і після». Школярі охоче включалися в екологічний флешмоб *Trashtag Challenge* (до і після).

Велику агітаційну роль виконують шкільні екологічні флешмоби «Вклонімося природі», «Збережемо первоцвіти», «Війна зі сміттям», «Птахи прилетіли — на крилах весну принесли», «Цікавою та екологічно плідною є нова форма флешмобів «Прощання зі школою». Випускники шкіл замість запуску повітряних куль у день останнього дзвоника саджають дерева або квіти. Школярі Вінниччини створили соціальний відеоролик із закликом відмовитися від шкідливої традиції запуску повітряних куль, оскільки вони осідають на землі або воді, завдаючи довікліллу значної шкоди. Такі кульки очевидно шкодять тваринам, риbam та птахам. Виготовлені з матеріалу, який довго розкладається, вони можуть створювати проблеми впродовж багатьох сотень років і, по суті, утворюють новий шар сміття на території області.

Екологічно плідним, розбудованим на засадах ідей сталого розвитку є позитивний педагогічний досвід Глибочанського закладу загальної середньої освіти I–II ступенів Тростянецької селищної ради Вінницької обл. (директор — Валентина Дригант). Сільська школа стала справжнім осередком трансформації навчального закладу в школу сталого розвитку. У цій школі все життя — і освітній процес, і громадянсько-виховна робота, і управлінська діяльність — підпорядковані втіленню стратегії сталого розвитку. Аналізуючи «маршрутизатор» уроків сталого розвитку, які запроваджені в школі, варто відзначити оптимальне поєднання освітніх цілей — загальної освіти і освіти для сталого розвитку. Розглянувши зміст, методи і форми еколого-виховної роботи з учнями школи, слід підкреслити чітко виражений компетентнісний підхід до формування екологічної свідомості

школярів із виходом в екологічно цінні поведінкові програми. Учні Глибочанської школи майстерно втілюють свої екологічні позиції в екологічних листівках, плакатах, буклетах, беруть активну участь в екологічних акціях з метою допомоги рослинному світу та мешканцям природи у важкі для них періоди життя та розвитку.

Великого схвалення заслуговує управлінська діяльність адміністрації школи, яка є зразком впровадження ідей сталого розвитку в освітню практику та життя сільської громади. У 16-му обласному конкурсі проектів розвитку територіальних громад школа здобула перемогу, вигравши грант на побудову сонячної електростанції (проект «Енергія сонця — шлях у майбутнє Глибочанської школи»). Знаменно, що обґрунтування доцільності використання альтернативних джерел енергії спирається на чіткі розрахунки, виконані в контексті сучасних підходів до енергозбереження. Адміністрація школи вказує на те, що для функціонування комп'ютерної техніки потрібна електроенергія: 20 кВт/год / доба (440 кВт/год / міс.). Для освітлення навчальних кабінетів та класних кімнат витрачається 1760 кВт/год / міс. Невід'ємною частиною освітнього процесу також є збалансоване повноцінне харчування учнів, на яке ідуть витрати електроенергії 800 кВт/год / міс. Сонячна станція надасть можливість забезпечувати електроенергією організацію освітнього процесу за рахунок взаємозаліку виробленої та спожитої електроенергії. А в майбутньому збільшення кількості сонячних модулів дасть можливість переходу на комбінований спосіб опалення закладу, що приведе до зменшення фінансування закладу загальної середньої освіти.

Управлінська діяльність дирекції школи на засадах сталого розвитку дає гарний приклад для мешканців села. Розвиток джерел електричної енергії, що перетворюють безпосередньо енергію сонячного випромінювання в електричний струм, відповідає ідеям сталого розвитку. Сонячна електростанція виробляє електроенергію цілорічно, навіть у зимовий період

та похмуру погоду, проте її потужність є максимальною влітку (за умови прямого попадання сонячних променів). Розвиток альтернативної енергетики дає змогу не тільки зберегти навколишнє середовище, але і забезпечити безперервне постачання електроенергії та зекономити кошти громади, а сонячні електростанції можуть стати однією зі складових вирішення зростаючих проблем енергозбереження в ОТГ [10–13].

ВИСНОВКИ

Становлення екологічної свідомості — складний і довготривалий процес. Оскільки екологічна свідомість має відповідне спрямування, а саме: формування інтелектуальних і вольових здібностей, вона з раннього віку відображає ставлення дитини до свого буття і до довкілля, його збереження і відновлення.

Екологічна свідомість як компонент розумової діяльності, визначає поведінку особистості і тому так важливо формувати її з періоду, який названий в українській Концепції екологічної освіти «материнською школою».

Виховна система В.О. Сухомлинського давно визначила основні точки опору формування багатогранної особистості — природа, праця, співпереживання, творчість, слово, краса тощо. Дитина стає розумною, моральною, прекрасною, доброю, працьовитою, непримиренною до обману завдяки взаємодії з природою.

Найкращий спосіб зняття напруги та стресів — саме спілкування з природою. Воно допомагає додати наснаги і бадьорості. Поблукати осіннім парком чи лісом, помилуватися палахкотінням барв, прислухатися до шелесту опалого листа, вдихнути особливі пахощі осені (зими, весни, літа)... І хай навіть ваша прогулянка буде зовсім короткою, ви обов'язково відчуєте, як у вас заспокоюються емоції, зникає пригнічення, прояснюються думки, відновлюються моральні та фізичні сили, внутрішня гармонія, з'являються бажання. В цьому і полягає основна суть якості життя людини у збалансованому довкіллі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Каганець І. Стратегічний дороговказ: що наймовірніше, то більше шансів досягнення успіху. Народний оглядач. 07.12.2020. URL: <https://www.ar25.org/>
2. Нагорнюк О.М., Собчик В.Т. Методика соціально-екологічного моніторингу та формування екологічної культури сільського населення (на прикладі Східного Поділля): моногр. Херсон, 2014. 180 с.
3. Бондаренко В.Д. Культура спілкування з природою. Київ: Урожай, 1987. 174 с.
4. Екополітика. URL: <https://necu.org.ua/ekopol/>
5. Швед М. Вплив освіти і культури на розвиток суспільства. *Prace naukowe Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie*. 2014. Т. XVI. Р. 463–471. URL: https://er.ucu.edu.ua/bitstream/handle/1/636/Shved_%20Vplyv%20osviti%20i%20kultury.pdf?sequence=1&isAllowed=y
6. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С. Основи екологічних знань. Київ: Либідь, 1997. 288 с.
7. Людям необхідно спілкуватися із природою. *Радіо свобода*. (03 листоп. 2004). URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/922277.html>
8. Краєвська Г.О. Європейський досвід соціального розвитку села: актуальні практики для України. *Демографія та соціальна економіка*. 2019. Вип. 4. С. 116–129.
9. Якість освіти та ефективність управління — це культура школи: досвід України й Чехії. Вебінар: Якісна школа. Міжнародне співробітництво. 2021. URL: <https://sqe.gov.ua/yakist-osviti-ta-efektivnist-uprav/>
10. Про концепцію екологічної освіти в Україні: Рішення Колегії Міністерства Освіти і Науки України № 13/6-19 від 20.12.2001. URL: <https://zakon.rada.gov.ua>
11. Сушко О. та ін. Угода про асоціацію Україна — ЄС: дороговказ реформ. URL: <https://www.kas.de/c/document>
12. Бондаренко В.Д., Фурдичко О.І. Узлісся: екологія, функції та формування. Львів: Астериск, 1993. 64 с.
13. Палапа Н.В. та ін. Сучасний екологічний стан сільських селітебних територій України: відтворення і збереження людського і природноресурсного потенціалу. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 2. С. 108–116. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234467>

REFERENCES

1. Kahanets, I. (2020). Stratehichnyi dorohovkaz: shcho neimovirnishe, to bilshе shansiv dosiahnennia uspihku. *Narodnyi ohliadach*. 07.12.2020 [Strategic guidance: the more incredible, the better the chances of success]. URL: <https://www.ar25.org> [in Ukrainian].
2. Nahorniuk, O.M. & Sobchik, W.T. (2014). *Metodyka sotsialno-ekolohichnoho monitorynhu ta formuvannia ekolohichnoi kultury silskoho naselennia (na prykladі Shkhidnoho Podillia)* [Methods of socio-ecological monitoring and formation of ecological culture of the rural population (on the example of Eastern Podillya)]. Kherson [in Ukrainian].
3. Bondarenko, V.D. (1987). *Kultura spilkuvannia z pryrodou* [Culture of communication with nature]. Kyiv [in Ukrainian].
4. Ekopolityka [Ecopolitics]. (2021). URL: <https://necu.org.ua/ekopol/> [in Ukrainian].
5. Shved, M. (2014). Vplyv osvity i kultury na rozvytok suspilstva [The impact of education and culture on the development of society]. *Prace naukowe Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie*, XVI, 463–471. URL: <https://er.ucu.edu.ua> [in Ukrainian–Poland].
6. Biliavskiy, G.O. & Furdui, R.S. (1997). *Osnovy ekolohichnykh znan* [Fundamentals of environmental knowledge]. Kyiv [in Ukrainian].
7. Людям необхідно спілкуватися із природою [Man needs to communicate with nature]. *Radio svoboda*. (2004). URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/922277.html> [in Ukrainian].
8. Kraievskaya, H.O. (2019). Yevropeyskyy dosvid sotsialnoho rozvytku sela: aktualni praktyky dlia Ukrainy [European experience of rural social development: current practices for Ukraine]. *Demohrafiya ta sotsial'na ekonomika — Demography and social economy*, 4, 116–129 [in Ukrainian].
9. Yakist osvity ta efektyvnist upravlinnia — tse kultura shkoly: dosvid Ukrainy y Chekhii [The quality of education and the effectiveness of management is the culture of the school: the experience of Ukraine and the Czech Republic]. (2021). URL: <https://sqe.gov.ua/yakist-osviti-ta-efektivnist-uprav/> [in Ukrainian].
10. Pro kontseptsiu ekolohichnoi osvity v Ukraini: Rishennia Kolehii Ministerstva Osvity i Nauky Ukrainy № 13/6-19 vid 20.12.2001 [On the concept of environmental education in Ukraine: Decision of the Board of the Ministry of Education and Science of Ukraine № 13/6-19 dated 20.12.2001]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua> [in Ukrainian].
11. Sushko, O. et al. (2021). Uhoda pro asotsiatsiiu Ukraina — YeS: dorohovkaz reform [EU-Ukraine Association Agreement: a roadmap for reform]. URL: <https://www.kas.de/c/document> [in Ukrainian].
12. Bondarenko, V.D. & Furdychko, O.I. (1993). *Uzlisia: ekolohiia, funktsii ta formuvannia* [Edges: ecology, functions and formation]. Lviv [in Ukrainian].
13. Palapa, N. et al. (2021). Suchasny ekolohichny stan sil'skykh selitebnykh terytoryi ukraiyiny: vidtvorennia i zberezhennia lyud'skoho i pryrodno-resursnoho potentsialu [Current ecological condition of rural residential territories of Ukraine: reproduction and preservation of human and natural resource potential]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 2, 108–116. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234467> [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 02.09.2021

ЗБАЛАНСОВАНІСТЬ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ АГРОЛАНДШАФТІВ СХІДНОГО ПОДІЛЛЯ: НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ І ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ

О.В. Мудрак¹, М.М. Ганчук², Г.В. Мудрак³,
І.А. Шевченко¹, Н.В. Зіновчук⁴, Г.С. Хаєцький¹

¹ КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти» (м. Вінниця, Україна)
e-mail: ov_mudrak@ukr.net; ORCID: 0000-0002-1776-6120
e-mail: dilon2808@gmail.com; ORCID: 0000-0001-5585-8547
e-mail: khayetskiy@gmail.com; ORCID: 0000-0002-2482-9978

² Таврійський державний агротехнологічний університет
ім. Дмитра Моторного (м. Мелітополь, Україна)
e-mail: ganchukmn@gmail.com; ORCID: 0000-0003-4052-5744

³ Вінницький національний аграрний університет (м. Вінниця, Україна)
e-mail: galina170971@ukr.net; ORCID: 0000-0003-1319-9189

⁴ Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: nataliazjn@rambler.ru

«Стратегією сталого розвитку України до 2030 року» передбачено запровадження ефективних та науково обґрунтованих методів ведення сільськогосподарського виробництва, які б сприяли збереженню агроєкосистем, підвищували б адаптивну їх здатність до опору змін кліматичних умов (несприятливих погодних явищ, посухи, повеней), поліпшували б екологічну якість земель і ґрунтів. Однак без збалансованості територіальної організації стану агроландшафтів досягти поставленої мети неможливо. Нами проведено аналіз збалансованості територіальної організації сучасних агроландшафтів Східного Поділля, який становить 4,4% від загальної площі України, де питомою часткою регіону в загальному обсязі аграрного виробництва держави становить 12,3%. Наразі основними дестабілізуючими чинниками земель сільськогосподарського призначення в структурі агроландшафтів Східного Поділля є: висока розораність сільськогосподарських земель (середній показник по регіону становить 75,2%), низький рівень вмісту гумусу в ґрунтах (2,7%), недостатній рівень вмісту поживних речовин (азоту 82,0 мг/кг, фосфору 83,5, калію 109,9 мг/кг), практична відсутність сівозмін (53% зайнято зерновими та зерново-бобовими, 32% технічними культурами, 8% картоплею і овочами). За отриманими нами розрахунками встановлено, що частина земель громад районів належить до екологічно нестабільної або стабільно нестійкої категорії земель. Найнижчий рівень екологічної стабільності спостерігається в центральних і південно-східних громадах. Для подальшого збалансованого розвитку агроландшафтів Східно-Подільського регіону обґрунтовано науково-теоретичні і практичні підходи функціонування агроєкосистем та запропоновано комплекс заходів щодо дотримання еколого-безпечного стану використання земель сільськогосподарського призначення. Пріоритетними напрямками збалансованості територіальної організації агроландшафтів регіону та покращання їх екологічного стану виступають заходи нормативно-правового, інституційного, техніко-економічного та організаційного й землепорядного забезпечення. Дотримання зазначених заходів надасть можливість задіяти значні резерви збільшення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції, забезпечить істотне «оздоровлення» агроландшафтів і поліпшить екологічні умови проживання сільського населення.

Ключові слова: збалансованість території, агроландшафт, землі сільськогосподарського призначення, сталий розвиток, раціональне землекористування.

ВСТУП

Сільське господарство України є пріоритетною галуззю національної економіки, розвиток якого сприяє підвищенню продовольчої безпеки держави та зростанню її експортного потенціалу. Однак у зв'язку із дестабілювальними процесами, що зазнає Україна за останнє десятиліття на політичній арені, в економічному секторі, в соціальній сфері та стані екологічної безпеки загалом, в аграрній сфері протікають несприятливі зміни. Як наслідок, значне антропогенне навантаження на агроландшафти, прояв деградації агроекосистем і агроландшафтів загалом на місцевому, регіональному й національному рівнях. Загострюють проблему й відкриття ринку землі, повна відміна еколого-агрохімічного паспорта земельної ділянки (поля), практично повна відсутність контролю систем обробітку землі та сівозмін, ведення екстенсивного науково необґрунтованого землеробства.

Неопосередкований вплив загальнодержавних тенденцій розвитку економіки держави (підвищення цін на паливе і мінеральні добрива, недостатній розвиток альтернативного й контурного землеробства) змушує аграріїв вдаватись до науково необґрунтованих методів землекористування та нехтувати «здоров'ям» ґрунту, який за висловлюванням В.В. Докучаєва є «дзеркалом агроландшафту», а В.І. Вернадського — «душею біосфери» [1; 2].

Саме тому, важливим є впровадження збалансованості територіальної організації агроландшафтів, оптимізації землекористування в межах сільських і селищних громад. Актуальність цього питання набуває своєї важливості у зв'язку з переважанням середніх і дрібних фермерських господарств в аграрній сфері та незначною часткою потужних агрохолдингів. Як наслідок: екстенсифікація використання земель (розорювання схилів, прибережних захисних смуг і заплав поверхневих водних об'єктів аж до урізу води, відновлювальних ділянок структурних елементів регіональної екомережі і навіть деяких територій природно-заповідного фонду, рекреаційних

ділянок тощо), ігнорування відтворювальних процесів, порушення сівозмін із метою отримання якомога більшого прибутку. В майбутньому це зумовить не лише до виснаження ґрунту, а й до загальнодержавної екологічної кризи [3; 4].

Як показує практика за останнє десятиліття, проблеми оптимізації землекористування, екологізації виробничих процесів та збереження родючості ґрунтів не можливо вирішити лише методами інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. За нинішніх умов необхідно чітко прогнозування агроекологічної ситуації, вдосконалення методів управління та відновлення родючості ґрунтів і продуктивністю агроценозів у відповідних ґрунтово-кліматичних умовах на основі комплексної агроекологічної оцінки стану агроландшафтів регіону. Східне Поділля (Вінницька обл.) є важливим аграрним регіоном нашої держави, який становить 4,4% від загальної площі України, де його питома частка в загальному обсязі аграрного виробництва держави становить 12,3%. Тому збалансованість територіальної організації агроландшафтів, їх екологічна оцінка, оптимізація землекористування має важливе теоретичне і практичне значення, що зумовлено цілями сталого розвитку суспільства [2].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Значний внесок у вивчення питання збалансованості територіальної організації зробили вітчизняні вчені Шищенко П.Г. [5], для агроландшафтів Третяк А.М., Булигін С.Ю. та ін. [6; 7], раціонального використання та охорони земель (Тараріко О.Г. та ін. [8], Добряк Д.С. та ін. [9], Новаковський Л.Я. та ін. [10], Хвесик М.А. та ін. [11], Бондарець Д.С. та ін. [12], Фурдичко О.І. [1]) та закордонні вчені (Трофімов І.А. та ін., Шпедт А.А. та ін., Максимов І.І. та ін., Liu Y.-H. et al. [13–18]). Однак наразі не визначено засади формування збалансованості територіальної організації та формування сталих агроландшафтів Східного Поділля у сучасній системі землекористування, відсутній їх

комплексний еколого-економічний аналіз.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єкт досліджень — територіальна організація агроландшафтів Східного Поділля (польові, садові, лучно-пасовищні, виноградникові, змішані), їх родючість, екологічна стійкість, ураження деградаційними процесами, видовий склад агробіорізноманіття, джерела і види забруднення, рівні антропогенного навантаження. У системі моніторингу земель сільськогосподарського призначення Східного Поділля виступали рілля, сіножаті, пасовища, багаторічні насадження, перелоги, землі тимчасової консервації, їх агрофізичний, агрохімічний і санітарно-гігієнічний стан. Обстеження земель сільськогосподарського призначення включало підготовчий, польовий, лабораторний і камеральний етапи [4].

Методи досліджень — ландшафтно-екологічні, ретроспективного аналізу, статистичні, аналітичні, камеральні, біоіндикаційні, картографічні, польові, морфометричні, порівняльні, прогнозні.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Ґрунт належить до найцінніших природних компонентів агроландшафту, який в останні десятиліття зазнає значних змін. Якщо характеризувати сучасний стан ґрунтів регіону (71% охоплений тим чи іншим видом господарської діяльності, близько 75,2% сільськогосподарських земель займає рілля, 40% всіх земель належить до забруднених, а 30% — до дуже забрудне-

них, внаслідок деградації ґрунтів щорічний дефіцит гумусу становить 110 кг/га [19]), то його можна визнати як незадовільний. У сучасних екологічних умовах органічна речовина слугує не тільки джерелом живлення. На перше місце виступає не менш важлива його екологічна функція — забезпечення колоїдно-хімічних властивостей ґрунту і джерела енергії для мікроорганізмів. На основі лабораторних досліджень еколого-агрохімічних показників ґрунту (рН \bar{x} = 5,6±0,42, вміст гумусу \bar{x} = 2,7±0,17%, рухомі форми азоту \bar{x} = 82,0±7,1 мг/кг, фосфору \bar{x} = 83,5±7,2 мг/кг, калію \bar{x} = 109,9±9,1 мг/кг) визначено їх рівень вмісту. При визначенні екологічного стану агроландшафтів (співвідношення ріллі до еколого-стабілізуючих угідь — 81,4:18,6), бал бонітету (43), індекс деградованості ґрунтів (1,13)) встановлено, що він незадовільний [20].

Обсяги внесення органічних і мінеральних добрив істотно вплинули на кількісний та якісний склад гумусу й азотного фонду ґрунтів орних угідь. Вміст гумусу в 0–20 см шарі ґрунтів орних земель за останні дев'ять років мав постійну тенденцію до зниження практично у всіх адміністративно-територіальних одиницях Східного Поділля. Середньозважене значення цього показника наприкінці 2020 р. сягало 2,7% (табл. 1).

Зниження середньозваженого показника вмісту гумусу спричинило зменшення загальних його запасів в орному шарі як загалом по Східному Поділлі, так і в розрізі окремих територіальних громад і районів.

Відповідно до наведених у табл. 2 даних, упродовж останніх десяти років у структурі земельних угідь Східного По-

Таблиця 1. Вміст гумусу в ґрунтах Східного Поділля

Роки дослідження	Площа обстежених ґрунтів											
	дуже низький <1,1		низький 1,1–2,0		середній 2,1–3,0		підвищений 3,1–4,0		високий 4,1–5,0		дуже високий >5,0	
	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%
2013–2016	0,7	0,1	223,3	20,1	489,9	44,2	303,2	27,4	88,4	8,0	3,0	0,3
2017–2020	2,1	0,2	267,1	21,1	510,1	40,3	371,7	29,4	89,6	7,1	6,8	0,5

Таблиця 2. Структура земельного фонду Східного Поділля

Основні види земель та угідь	2010 р.		2020 р.		Динаміка	
	всього, тис. га	% до загальної площі території	всього, тис. га	% до загальної площі території	всього, тис. га	% до загальної площі території
Загальна територія у т. ч.:	2649,2	100,0	2649,2	100,0		
1. Сільськогосподарські угіддя	2016,5	76,1	2014,2	76,03	-2,3	-0,07
з них:						
рілля	1727,9	65,2	1725,5	65,13	-2,4	-0,07
перелоги	0,9	0,03	1,0	0,04	0,1	0,01
багаторічні насадження	50,5	1,9	51,4	1,94	0,9	0,04
сіножаті та пасовища	247,2	8,9	236,3	8,92	-10,9	-0,02
2. Ліси і інші лісовкриті площі	379,1	14,3	380,3	14,36	1,2	0,06
з них:						
вкриті лісовою рослинністю	356,0	13,4	356,8	13,47	0,8	0,07
3. Забудовані землі	106,9	4,0	107,7	4,07	0,8	0,07
4. Відкриті заболочені землі	28,9	1,1	29,1	1,10	0,2	0
5. Відкриті землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом (піски, яри, землі, зайняті зсувами, щебенем, галькою, голими скелями)	25,1	0,9	25,0	0,94	-0,1	-0,04
6. Інші землі	49,2	1,9	49,4	1,86	0,2	0,04
Усього земель (суша)	2605,9	98,4	2605,7	98,40	-0,2	0
Території, що покриті поверхневими водами	43,5	1,6	43,5	1,64	0	0

ділля спостерігаємо динаміку збільшення площі сільськогосподарських угідь, зокрема площі ріллі, зменшення площі сіножатей і пасовищ, збільшення площі багаторічних насаджень й лісовкритих територій.

Важливе місце в структурі агроландшафтів займають лісові насадження (полезахисні лісосмуги), які виконують буферну функцію, захищаючи поля від поривчастого вітру влітку та зберігаючи сніговий покрив взимку; еколого-стабілізуючі угіддя (луки, сіножаті і перелоги); малі водойми, що забезпечують екологічний мінімум запасу води.

Для поліпшення екологічної ситуації в агроландшафтах, як перший крок до зба-

лансованого розвитку регіону, є врівноваження співвідношення ріллі та еколого-стабілізуючих угідь. Для поліпшення еколого-агрохімічного стану ґрунтів необхідно запровадити науково обґрунтовані сівозміни, протирозійні заходи обробітку ґрунту, ресурсоощадні технології хімічної меліорації; перехід до часткового біологічного землеробства, використовуючи органічні добрива, сидерати, мульчування, біопрепарати для обробітку сільгоспкультури і підвищення родючості ґрунту; вилучення з обробітку і подальша консервація сильно деградованих і малопродуктивних ґрунтів.

Екологічний стан Східно-Подільського регіону значною мірою визначається зба-

лансованістю територіальної організації агроландшафтів. За розрахунками І. Риторські та Е. Гойке, коефіцієнт екологічної стабільності окремих угідь становить: забудована територія і дороги – 0,00; рілля – 0,14; лісосмуги – 0,38; фруктові сади, чагарники – 0,43; городи – 0,50; сіножаті – 0,62; пасовища – 0,68; ставки і болота природного походження – 0,79; ліси природного походження – 1,00. За різного складу земельних угідь коефіцієнт екологічної стабільності території землекористування (K_{ec}) розраховують за формулою [6]:

$$K_{ec} = \frac{\sum K_i P_i}{\sum P_i} K_p,$$

де P_i – площа угіддя i -го виду; K_i – коефіцієнт екологічної стабільності угіддя i -го виду; K_p – коефіцієнт морфологічної стабільності рельєфу (1,0 – для стабільних територій і 0,7 – нестабільних).

Для розрахунків прийнято, що $K_p = 1,0$. Якщо одержане значення K_{ec} менше 0,33, то землекористування є екологічно нестабільним, якщо змінюється від 0,34 до 0,50, то належить до стабільно нестійкої, якщо перебуває в межах від 0,51 до 0,66, то переходить у межі середньої стабільності, якщо перевищує 0,67, то територія землекористування є екологічно стабільною.

На основі наведеної методики розраховано коефіцієнт екологічної стабільності ландшафтів Східного Поділля у 2020 р. (рис.). Отже, частина районів належить до екологічно нестабільної або стабільно нестійкої категорії земель. Найнижчий рівень екологічної стабільності спостерігаємо в центральних і південно-східних районах – Тиврівський, Немирівський, Гайсинський, Тульчинський, Бершадський, Чечельницький.

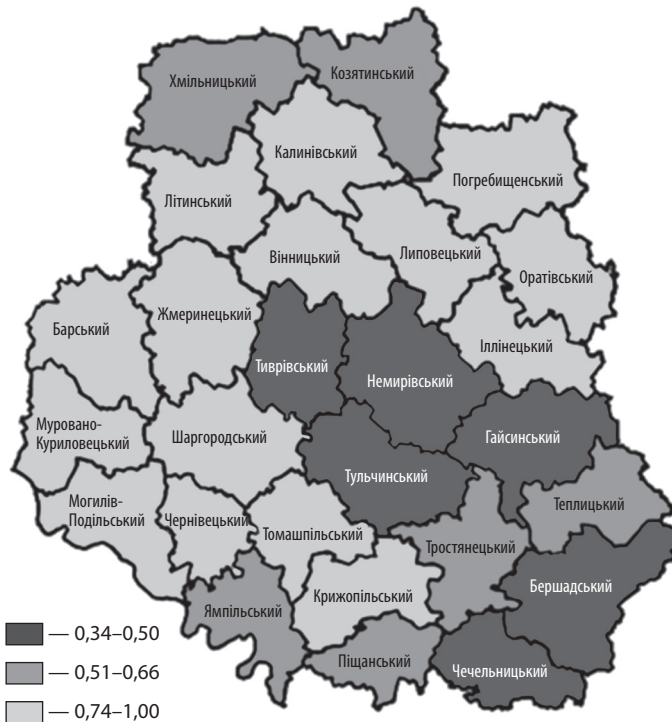
З метою зупинення і запобігання деструктивним процесам у сільськогосподарському землекористуванні нами запропоновано таку систему заходів:

пропоновано таку систему заходів:

➤ *заходи техніко-економічного забезпечення:*

- науково-економічне обґрунтування консолідації земель сільськогосподарського призначення;
- економічне та податкове стимулювання раціонального використання земельних ресурсів;
- вдосконалення системи економічної оцінки земель відповідно до нових ринкових умов господарювання;
- будівництво протиерозійних гідротехнічних споруд;
- упровадження екологічно обґрунтованих систем ведення землеробства на основі інноваційних технологій;

➤ *заходи організаційного та землевпорядного забезпечення:*



Розраховані екологічні показники збалансованості територіальної організації за районами у 2020 р.

- удосконалення системи сільськогосподарського землекористування в напрямі підтримки і покращання продуктивного стану агроєкосистем;
- охорона земель і збереження їх якості на основі науково обґрунтованих нормативів співвідношення між орними, залуженими та залісеними площами для кожної ландшафтно-кліматичної зони;
- розширене впровадження органічного землеробства;
- впровадження автоматизованої системи моніторингу ґрунтів та пристосування її до вимог нормативів і стандартів країн ЄС;
- *заходи нормативно-правового інституційного забезпечення:*
- формування сприятливого інституційного середовища землекористування на основі взаємоузгодженої і взаємодоповнюючої діяльності державних інститутів управління, інститутів громадянського суспільства та інститутів бізнесу;
- науково обґрунтована розбудова інфраструктури ринку земель;
- інституціональне забезпечення контролю якості сільськогосподарської продукції;
- вдосконалення нормативно-правового забезпечення відносин власності у сфері землегосподарювання [1–4; 7; 10].

ВИСНОВКИ

Таким чином, питання збалансованості територіальної організації агроландшафтів Східного Поділля, покращання їх екологічного стану, охорони і раціонального використання в умовах загострення екологічної ситуації в Україні має стати одним із найважливіших напрямів реалізації цілей сталого розвитку суспільства, здійснення регіональної екологічної політики, оскільки поліпшення агроєкологічного стану ґрунтів, як на державному, так і на регіональному рівні, відкриває значні резерви збільшення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції та забезпечує істотне поліпшення умов життя людини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Агроєкологія: моногр. / за ред. О.І. Фурдичко. Київ: Аграр. наука, 2014. 400 с.
2. Мудрак О.В., Мудрак Г.В. Стратегія збалансованого розвитку Вінницької області: екологічна складова: навч.-метод. посібн. Вінниця: ФОП Корзун Д.Ю., 2013. 84 с.
3. Мудрак О.В., Мудрак Г.В. Екологічна політика як пріоритетна складова стратегії збалансованого розвитку Вінницької області: навч.-метод. посібн. Вінниця, 2017. 69 с.
4. Мудрак О.В., Мудрак Г.В. Екологічний моніторинг агроландшафтів України як основа їх оптимізації та ефективного використання. *Збірник наукових праць «Сільське господарство та лісівництво»*. 2019. № 14. С. 231–244.
5. Шищенко П.Г. Принципи и методы ландшафтного анализа в региональном проектировании: моногр. Киев: Фитосоцицентр, 1999. 284 с.
6. Третяк А.М., Третяк Р.А., Шквар М.І. Методичні рекомендації оцінки екологічної стабільності агроландшафтів та сільськогосподарського землекористування. Київ: Інститут землеустрою УААН, 2001. 15 с.
7. Булигін С.Ю. Формування екологічно сталих агроландшафтів. Київ: Урожай, 2005. 300 с.
8. Тараріко О.Г. та ін. Стан ґрунтів України. Київ: Аспект-Поліграф, 2005. № 3 (15). 32 с.
9. Добряк Д.С., Канащ О.П., Розумний І.А. Класифікація і екологічне використання сільськогосподарських земель. Київ: ІЗУ УААН, 2001. 308 с.
10. Новаковський Л.Я., Новаковська І.О. Еколого-економічні та правові проблеми охорони земель. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 11 (95). С. 61–70.
11. Хвесик М.А., Горбач Л.М., Кулаковський Ю.П. Економіко-правове регулювання природокористування. Київ: Кондор, 2004. 524 с.
12. Bondarets D.S., Stetsishin N.N., Prokhorova L.A. and Zavyalova T.V. Methods of Improving Effectiveness of Agrolandscape Utilization in Zaporizhia Oblast (Ukraine). *Geography and Natural Resources*. 2014. Vol. 35 (2). P. 188–192. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1875372814020115>
13. Shpedt A.A. et al. Agrogeosystems of Krasnoyarsk Krai: Natural resource potential, environmental stability, optimization of functioning. *International Journal of Green Pharmacy*. 2017. № 11 (3). P. 610–614.
14. Trofimov I.A., Trofimova L.S. and Yakovleva E.P. Agrolandscapes of the Central Chernozem Region. *Biology Bulletin*. 2014. Vol. 41 (10). P. 901–906. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1062359014100100>
15. Trofimov I.A., Trofimova L.S. and Yakovleva E.P. Development of the Systematic Approach to Studying

- Agricultural Land and Agrolandscape Management. *Biology Bulletin*. 2017. № 44 (10). P. 1308–1315. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1062359017100168>
16. Maksimov I.I., Maksimov V.I., Vasil'ev S.A. and Alekseev V.V. Simulation of Channel Development on the Surface of Agrolandscapes on Slopes. *Eurasian Soil Science*. 2016. Vol. 49. No. 4. P. 475–480. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229316040074>
 17. Liu H., Bi R., Guo Y. and Wang J. Spatial Differentiation Pattern and Influencing Factors of Cultivated Land Quality in Jinzhong City. *Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*. 2021. Vol. 52 (12). P. 216–224. DOI: <https://doi.org/10.6041/j.issn.1000-1298.2021.12.023>
 18. Liu Y.-H., Li L.-T. and Yu Z.-R. Landscape planning approaches for biodiversity conservation in agriculture. *Chinese Journal of Applied Ecology*. 2008. Vol. 19 (11). P. 2538–2543.
 19. Ганчук М.М., Білявський Г.О. Методика агро-екологічної оцінки і класифікації сільськогосподарських земель (на прикладі Східного Поділля): моногр. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2014. 79 с.
 20. Щербина В.В., Ганчук М.Н. Сопряженность агроландшафтов по эколого-агрохимическим показателям и перспективе выращивания пшеницы озимой в пределах Восточного Подолья. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: ВД «Гельветика», 2019. Вип. 105. С. 247–254.

REFERENCES

1. Furdychko, O. (Ed.). (2014). *Agroekologiya: Monohrafiia [Agroecology: Monograph]*. Kyiv: Agrar. nauka [in Ukrainian].
2. Mudrak, O.V. & Mudrak, H.V. (2013). *Stratehiya zbalansovanoho rozvytku Vinnyts'koyi oblasti: ekolohichna skladova [Strategy of balanced development of Vinnytsia region: ecological component]* [in Ukrainian].
3. Mudrak, O.V. & Mudrak, H.V. (2017). *Ekolohichna polityka yak priorityetna skladova stratehiyi zbalansovanoho rozvytku Vinnyts'koyi oblasti [Environmental policy as a priority component of the strategy of sustainable development of Vinnytsia region]*. Vinnytsia [in Ukrainian].
4. Mudrak, O.V. & Mudrak, H.V. (2019). Ekolohichnyy monitoring ahrolandshaftiv Ukrayiny yak osnova yikh optymizatsiyi ta efektyvnoho vykorystannya [Ecological monitoring of agrolandscapes of Ukraine as a basis for their optimization and efficient use]. *Zbirnyk naukovykh prats' «Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo» – Collection of scientific works "Agriculture and forestry"*, 14, 231–244 [in Ukrainian].
5. Shishchenko, P.G. (1999). *Printsipy i metody landshaftnoho analiza v regional'nom proyektirovanii: Monografiya [Principles and methods of landscape analysis in regional design: Monograph]*. Kiev: Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].
6. Tretiak, A.M., Tretiak, R.A. & Shkvar M.I. (2001). *Metodychni rekomendatsii otsinky ekolohichnoi stabilnosti ahrolandshaftiv ta silskohospodarskoho zemlekorystuvannya [Methodical recommendations for assessing the ecological stability of agricultural landscapes and agricultural land use]*. Kyiv: Instytut zemleustroiu UAAN [in Ukrainian].
7. Bulyhin, S.Iu. (2005). *Formuvannya ekolohichno stal'nykh ahrolandshaftiv [Formation of ecologically sustainable agrolandscapes]*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
8. Tarariko, O.H. et al. (2005). *Stan gruntiv Ukrainy [Condition of soils of Ukraine]*. Kyiv: Aspekt-Polihraf [in Ukrainian].
9. Dobriak, D.S., Kanash, O.P. & Rozumnyi, I.A. (2001). *Klasyfikatsiia i ekolohichne vykorystannya silskohospodarskykh zemel [Classification and ecological use of agricultural land]*. Kyiv: IZU UAAN [in Ukrainian].
10. Novakovskiy, L.Ia. & Novakovska, I.O. (2017). Ekoloho-ekonomichni ta pravovi problemy okhorony zemel [Ecological, economic and legal problems of land protection]. *Visnyk ahramoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 11 (95), 61–70 [in Ukrainian].
11. Khvesyk, M.A., Horbach, L.M. & Kulakovskiy, Yu.P. (2004). *Ekonomiko-pravove rehuliuвання pryrodokorystuvannya [Economic and legal regulation of nature management]*. Kyiv: Kondor [in Ukrainian].
12. Bondarets, D.S., Stetsishin, N.N., Prokhorova, L.A. & Zavalova, T.V. (2014). Methods of Improving Effectiveness of Agrolandscape Utilization in Zaporizhia Oblast (Ukraine). *Geography and Natural Resources*, 35, 2, 188–192. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1875372814020115> [in English].
13. Shpedt, A.A. et al. (2017). Agrogeosystems of Krasnoyarsk Krai: Natural resource potential, environmental stability, optimization of functioning. *International Journal of Green Pharmacy*, 11 (3), 610–614 [in English].
14. Trofimov, I.A., Trofimova, L.S. & Yakovleva, E.P. (2014). Agrolandscapes of the Central Chernozem Region. *Biology Bulletin*, 41 (10), 901–906. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1062359014100100> [in English].
15. Trofimov, I.A., Trofimova, L.S. & Yakovleva, E.P. (2017). Development of the Systematic Approach to Studying Agricultural Land and Agrolandscape Management. *Biology Bulletin*, 44 (10), 1308–1315. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1062359017100168> [in English].
16. Maksimov, I.I., Maksimov, V.I., Vasil'ev, S.A. & Alekseev, V.V. (2016). Simulation of Channel Development on the Surface of Agrolandscapes on Slopes. *Eurasian Soil Science*, 49 (4), 475–480. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229316040074> [in English].
17. Liu, H., Bi, R., Guo, Y. & Wang, J. (2021). Spatial Differentiation Pattern and Influencing Factors of Cultivated Land Quality in Jinzhong City. *Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese*

- Society for Agricultural Machinery*, 52 (12), 216–224. DOI: <https://doi.org/10.6041/j.issn.1000-1298.2021.12.023> [in English].
18. Liu, Y.-H., Li, L.-T. & Yu, Z.-R. (2008). Landscape planning approaches for biodiversity conservation in agriculture. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 19 (11), 2538–2543 [in English].
19. Hanchuk, M.M. & Biliavskiy, H.O. (2014). *Metodyka ahroekolohichnoi otsinky i klasyfikatsii silskohospodarskykh zemel (na prykladi Skhidnoho Podillia)* [Methods of agrienviromental assessment and classification of agricultural lands (on the example of Eastern Podillya)]. Vinnytsia: FOP Rohalska I.O. [in Ukrainian].
20. Scherbina, V.V. & Ganchuk, M.N. (2019). Sopryazhennost agrolandshtaftov po ekologo-agrohimicheskim pokazatelyam i perspektivyi vyirashchivaniya pshenitsyi ozimoy v predelah Vostochnogo Podolya [Conjugation of agrolandscapes in terms of ecological and agrochemical indicators and prospects for growing winter wheat within Eastern Podolia]. *Tavriyskiy naukoviy visnik – Taurian Scientific Bulletin*, 105, 247–254 [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 12.10.2021

ФУНКЦІОНУВАННЯ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНОГО МЕХАНІЗМУ ЗБАЛАНСОВАНОГО ЛІСОГОСПОДАРСЬКОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ

С.М. Данькевич

*Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: spalianychko@ukr.net; ORCID: 0000-0003-2597-4461*

Науково-теоретичні передумови функціонування фінансово-економічного механізму збалансованого використання земель лісогосподарського призначення досліджувалися через аналіз еколого-економічних аспектів окремих чинників відповідно з очікуваним станом лісових екосистем внаслідок лісогосподарського землекористування. Дослідження базуються на звітах Державного агентства лісових ресурсів України за 2016–2020 рр., офіційних даних Forest Stewardship Council®. Досліджено вплив лісовідновлення на рівень лісової сертифікації в Україні, оцінено кореляційну залежність обсягів капітальних інвестицій від стану лісової сертифікації. Проведено оцінку можливих тенденцій динаміки забезпечення лісогосподарського землекористування капітальними інвестиціями на перспективу, звільненої від впливу індивідуальних особливостей окремих періодів (за сучасних умов лісистості та стану лісової сертифікації), а також оцінку можливих тенденцій із врахуванням впливу оптимальних показників лісистості та проведення лісової сертифікації в повному обсязі. Запропоновано авторський підхід щодо теоретико-методологічних підходів і методичних положень стосовно формування алгоритму реалізації фінансово-економічного механізму збалансованого використання земель лісогосподарського призначення, результуючий вплив якого спрямовано на узгодження екологічної, економічної та соціальної складових. Запропоновано теоретичні підходи до формування системи принципів збалансованого лісогосподарського землекористування, які дають можливість узгодити різноспрямовані інтереси виробників з екологічними та соціально-економічними запитами суспільства; теоретичні підходи до організаційно-економічного забезпечення управління землями лісогосподарського призначення, які відрізняються комплексним використанням інтегрованої системи інструментів фінансово-економічного механізму досягнення збалансованого використання земель лісогосподарського призначення. Обґрунтовано, що функціонування фінансово-економічного механізму забезпечить екологізацію господарської діяльності на землях лісогосподарського призначення, підвищення економічної та соціальної результативності лісогосподарського землекористування, консолідацію управлінських аспектів навколо стратегічних завдань та пріоритетів, визначених Основними засадами державної екологічної політики України на період до 2030 р.

Ключові слова: *землі лісогосподарського призначення, інструменти, лісова сертифікація, лісистість, капітальні інвестиції.*

ВСТУП

На сьогодні в умовах природного погіршення стану лісових земель виникає потреба в забезпеченні збалансованого лісогосподарського землекористування, як адаптивного механізму захисту навколишнього середовища [1; 2]. «Лісове господарство серед галузей економіки має основоположне значення для України, оскільки пов'язане не тільки з виробництвом сировини, товарної лісової продукції, але й є чинником, що впливає на екологічну без-

пеку держави» [3]. Важливо забезпечити баланс між цілями збереження лісів, їх здатністю надавати екосистемні послуги, економічною потребою у вирубці лісів та правом громад отримувати прибуток від експлуатації лісів [4]. Основними засадами (стратегією) державної екологічної політики України на період до 2030 р. [5] передбачено впровадження збалансованого лісоуправління, розширене відтворення лісів. «Невідповідність між наявною практикою господарювання та правовими нормами, що регулюють використання лісових ресурсів

і земельного фонду; суперечність між зовнішнім середовищем, у якому функціонують лісгосподарські підприємства, і державним регулюванням галуззю» свідчать про потребу в нових підходах до розробки стратегій розвитку механізмів управління лісовим господарством [6]. У контексті викладеного, необхідно з'ясувати аспекти функціонування фінансово-економічного механізму збалансованого використання земель лісгосподарського призначення.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проблематика забезпечення збалансованого землекористування є предметом багатьох економічних досліджень вітчизняних вчених, що є надзвичайно актуальним в умовах сьогодення. Пріоритети формування підґрунтя розвитку збалансованого землекористування розглядаються у працях Фурдичка О.І. [2; 9], Дребот О.І. [2; 6; 9; 12], Боцули О.І. [6], Височанської М.Я. [6], Паляничко Н.І. [2], Яремка Ю.І. [10], Яремка О.П. [9], Опенька І.А. [22] та інших вчених [9; 17]. Теоретико-методологічні підходи до функціонування економічних інструментів у сфері управління земельними ресурсами та землекористуванням у лісовому господарстві досліджено в працях Лицура І. [3], Третьака А., Третьак В. [4], Дубаса Р.Г. [20], Ткачів С.М. [7], Gualotíña Parra J.A. [8], Голян В.А. [11], Лесюк Г. [13] та інших вчених [14; 19; 21]. Незважаючи на певний науковий доробок, еколого-економічна ситуація в лісгосподарському землекористуванні України на сьогодні зумовлює необхідність подальшого дослідження й обґрунтування широкого спектра теоретичних і прикладних аспектів особливостей функціонування фінансово-економічного механізму забезпечення збалансованого використання земель лісгосподарського призначення.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Використано методи: діалектичний метод пізнання для аналізу наукових праць вчених щодо проблематики збалансованого

використання земель лісгосподарського призначення; метод аналогій (перенесення закономірностей розвитку одного процесу з певними поправками на інший процес чи територію); статистичний (ґрунтується на кількісних показниках, які дають можливість зробити висновок про темпи розвитку процесу); кореляційного аналізу (виявлення чинників, від яких істотно залежить прогноз; з'ясування взаємозв'язків, їх співвідношення з прогнозованим явищем під дією певних факторів), графічний, абстрактно-логічний (теоретичні узагальнення та формулювання висновків), трендовий аналіз (визначення основної тенденції динаміки показників). Дослідження базується на звітах Державного агентства лісових ресурсів України, офіційних даних Forest Stewardship Council®, звітності 288-ми державних лісгосподарських підприємств (держлісгоспів), які координуються Державним агентством лісових ресурсів України. Показники щорічних звітів за 2016–2020 рр. держлісгоспів, які на місцевому рівні здійснюють ведення лісового господарства на 73% площі лісів України, були консолідовані в розрізі регіонів за обласними управліннями лісового та мисливського господарства (ОУЛМГ), а також згруповані за природно-кліматичними зонами України: Полісся, Лісостеп, Степ та Карпати.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Збалансоване використання земель лісгосподарського призначення — це система заходів, за якої досягається динамічна рівновага лісокористування з екологічною системою на основі врахування природних якостей лісових екосистем, властивостей земель лісгосподарського призначення, їх цінності та особливостей природно-просторового розташування, що забезпечить отримання широкого спектра соціальних, економічних, екологічних та культурних вигод для нинішнього і майбутніх поколінь. «Збалансоване використання земель лісгосподарського призначення повинно забезпечувати високу продуктив-

ність лісів та лісовирощування, збільшити стійкість деревостанів як до природних, так і до антропогенних впливів, а також оптимізувати обсяги і форми рубок та лісовідновлення» [7]. Вчені [8] згрупували критерії збалансованості у п'ять груп на основі зон впливу: інфраструктура; сталий розвиток; екологія — природні ресурси; економіка — продуктивність; соціальний розвиток. Стан збалансованості лісогосподарського землекористування є дуже чутливим до багатьох екологічних та економічних чинників [2]. Недоліки лісогосподарської діяльності залежно від сфери їх прояву та пріоритетності поділяються на організаційно-правові, економіко-фінансові, соціальні, екологічні та просторові [6]. Вченими [9] запропоновано розпочати пошук шляхів збалансованого розвитку й підвищення ролі лісових екосистем із формування фінансово-економічних механізмів.

Інтенсивність використання лісових ресурсів та зміни у кількості лісових насаджень є індикаторами екологізації господарської діяльності [10]. Стимулювальними інструментами, які забезпечать збалансування екологічних, економічних і соціальних складових використання земель лісогосподарського призначення є видворення лісів, сертифікація, удосконалення інституціонального поля, удосконалення системи управління, комплексний моніторинг, доступ до інформації, податкове регулювання, стабільне інвестиційне середовище [2]. Вчені зазначають про необхідність «розширення спектра функцій управління лісовими ресурсами на регіональному та місцевому рівнях, щоб забезпечити кореспондування пріоритетів соціально-економічного піднесення територіальних громад і пріоритетів розвитку територіального лісогосподарського комплексу» [11]. Лісова сертифікація вважається найефективнішим екологічним інструментом управління лісогосподарським землекористуванням, що забезпечує збалансування екологічних та соціальних функцій лісів і відноситься до показників оцінки сталості [12–15]. Незважаючи на те, що відповідно до Лісового кодексу метою

лісової сертифікації є забезпечення збалансованого ведення лісового господарства, в Україні станом на жовтень 2021 р. площа FSC-сертифікованих лісів становить 3718 тис. га, тобто лише 36% лісових ділянок країни, тоді як у грудні 2020 р. цей показник становив 43% [16].

Зміни лісового покриву належать до екологічних критеріїв стану збалансованості землекористування [17]. З метою забезпечення збалансованого природокористування, охорони лісових екосистем, підтримки їх цілісності та функцій життєзабезпечення Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України наказом від 22.07.2021 р. № 494 затверджено нормативи оптимальної лісистості різних регіонів України [18]. Беручи за орієнтир Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 р. [5], якими до завдань забезпечення сталого розвитку природно-ресурсного потенціалу віднесено забезпечення оптимальної лісистості, нами досліджено стан лісовідновлення та рівень лісової сертифікації в Україні (*табл.*). Лісова сертифікація забезпечує створення умов для збалансованого вирішення економічних, екологічних та соціальних питань у лісовому секторі [19]. Втім, простежується значна нерівномірність за регіональною ознакою стану сертифікації лісів в Україні та негативна тенденція створення лісових культур у лісовому фонді сфери управління Держлісагентства України (*див. табл.*).

Вчені [20], досліджуючи чинники підвищення інвестиційної привабливості лісової сфери України, зазначають про важливу роль лісової сертифікації у сприянні розвитку інвестиційного клімату. Нами досліджено залежність обсягів капітальних інвестицій у регіональному розрізі від стану сертифікації лісів з урахуванням річного часового лагу (*рис. 1*). Частка варіації показника капітальних інвестицій оцінювалася за допомогою коефіцієнта детермінації, значення якого становило 0,695. Коефіцієнт кореляції (щільність зв'язку між факторами) є значним $r=0,8336$.

Динаміка обсягів FSC-сертифікованих лісів та створення лісових культур, тис. га

Область		Стан лісової сертифікації			Створення лісових культур у лісовому фонді		
		на 12.01.2017	на 16.10.2021	відхилення	2016	2020	відхилення
Полісся	Волинська	533,5	466,8	-22,1	2,21	2,92	0,71
	Житомирська	371,3	724,6	159,1	5,26	4,62	-0,64
	Рівненська	737,1	409,0	-89,7	4,19	3,50	-0,69
	Чернігівська	341,5	401,4	29,8	2,62	1,84	-0,78
Лісостеп	Вінницька	97,5	133,8	7,9	1,55	1,10	-0,45
	Київська	91,6	261,1	131,4	2,91	2,22	-0,69
	Полтавська	0	63,6	33,2	1,78	0,93	-0,85
	Сумська	0	87,9	87,9	1,29	0,90	-0,39
	Тернопільська	29,0	147,8	4,1	0,66	0,56	-0,10
	Харківська	0	0	0	1,05	0,56	-0,49
	Хмельницька	0	186,5	85,9	1,14	0,83	-0,31
	Черкаська	36,1	99,9	37,8	1,47	1,06	-0,41
Степ	Дніпропетровська	0	0	0	0,22	0,31	0,09
	Донецька	0	0	0	0,26	0,16	-0,10
	Запорізька	0	0	0	0,08	0,44	0,36
	Кіровоградська	0,0	73,5	35,8	0,84	0,35	-0,49
	Луганська	0	0	0	1,01	0,78	-0,23
	Миколаївська	0	0	0	0,24	0,22	-0,02
	Одеська	0	0	0	0,22	0,06	-0,16
	Херсонська	0	0	0	0,30	0,12	-0,18
Карпати	Закарпатська	256,0	404,0	-306,8	1,41	0,74	-0,67
	Івано-Франківська	232,4	368,7	-26,2	1,26	0,83	-0,43
	Львівська	0,0	504,0	-395,2	1,55	0,72	-0,83
	Чернівецька	147,2	171,9	28,2	0,82	0,37	-0,45

Примітка: сформовано автором за даними звітів Держлісагентства України та за даними [16].

Інвестиції є ключовим фактором забезпечення сталого розвитку економіки [21]. Втім, до сьогодні результативність використання земель лісгосподарського призначення демонструє негативні тенденції стосовно обсягів капітальних інвестицій. Так, за 2018 р. держлісгоспи сфери управління Держлісагентства України освоїли близько 829 млн грн капітальних інвестицій, за 2019 р. – 430,9 млн грн, за 2020 р. – лише 341,4 млн грн. Використовуючи дані звітів Держлісагентства України за попередні роки, нами побудовано графіки тренду капітальних інвестицій держлісгоспів сфери управління Держлісагентства України на період до 2030 р. для базового сценарію без впливу індивідуальних особливостей окремих періодів (рис. 2). На рис. 2 у ви-

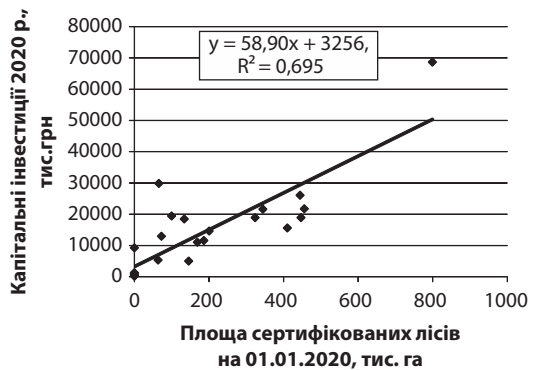


Рис. 1. Кореляційна залежність обсягів капітальних інвестицій від стану лісової сертифікації

Примітка: сформовано автором за даними звітів Держлісагентства України та за даними [16].

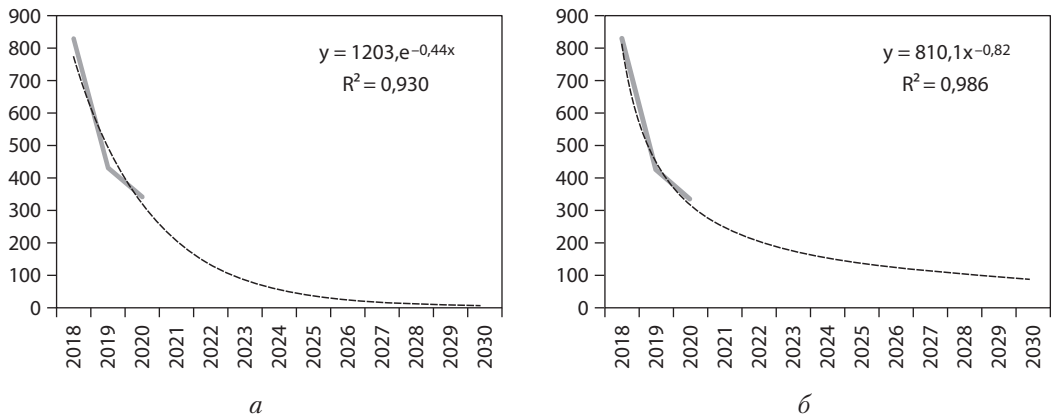


Рис. 2. Прогноз показника капітальних інвестицій держлісгоспів сфери управління Держлісагентства України до 2030 р.: а — за експоненціальної моделі; б — за ступеневої моделі

Примітка: сформовано автором за даними звітів Держлісагентства України.

падку а) зображено прогнозне (на 2020–2030 рр.) значення показника капітальних інвестицій із використанням експоненціальної моделі — максимально можливе значення; у випадку б) із використанням ступеневої моделі. Прогнозний показник капітальних інвестицій в обох випадках має негативну тенденцію до зменшення у 2030 р. На обох побудованих математичних моделях значення коефіцієнта кореляції наближається до одиниці, тобто спостерігаємо тісний кореляційний зв'язок, що відображає математичну залежність.

Отримані результати, які показано на рис. 2, свідчать про незбалансованість обсягів капітальних інвестицій у лісгосподарське землекористування. Оскільки простежується зв'язок між створенням лісових культур у лісовому фонді та обсягами лісової сертифікації, а лісова сертифікація є стимулювальним чинником залучення капітальних інвестицій у господарську діяльність на землях лісгосподарського призначення, побудовано оціночний графік можливих тенденцій зростання капітальних інвестицій до 2030 р. держлісгоспів сфери управління Держлісагентства України для кожного регіону окремо за умови досягнення оптимальної лісистості та використання повною мірою інструмен-

ту лісової сертифікації (рис. 3). Враховано одночасно вплив двох чинників: лісистості та лісової сертифікації (без впливу інших індивідуальних особливостей), що демонструє потенційну можливість отримання додаткових джерел інвестиційних надходжень у сектор лісгосподарського землекористування.

Важливо відмітити, що у дослідженні не ставилася мета розрахувати точні прогнозні показники, а досліджувалася концептуальна тенденція забезпечення збалансованого використання земель лісгосподарського призначення за умов впливу стимулювальних чинників. Результати проведених розрахунків є підтвердженням гіпотези дослідження щодо впливу інструментів фінансово-економічного механізму на процес забезпечення збалансованості лісгосподарського землекористування. Отже, вбачається можливим коригувати аспекти лісгосподарського землекористування певними важелями впливу, що відкриває шлях до врахування оптимальних критеріїв збалансованості лісгосподарського землекористування, на підставі яких за результатами прогнозування будуть задіяні певні інструменти. Зазначене, своєю чергою, вимагає моніторингу та аналізу отриманих результатів. Отже,

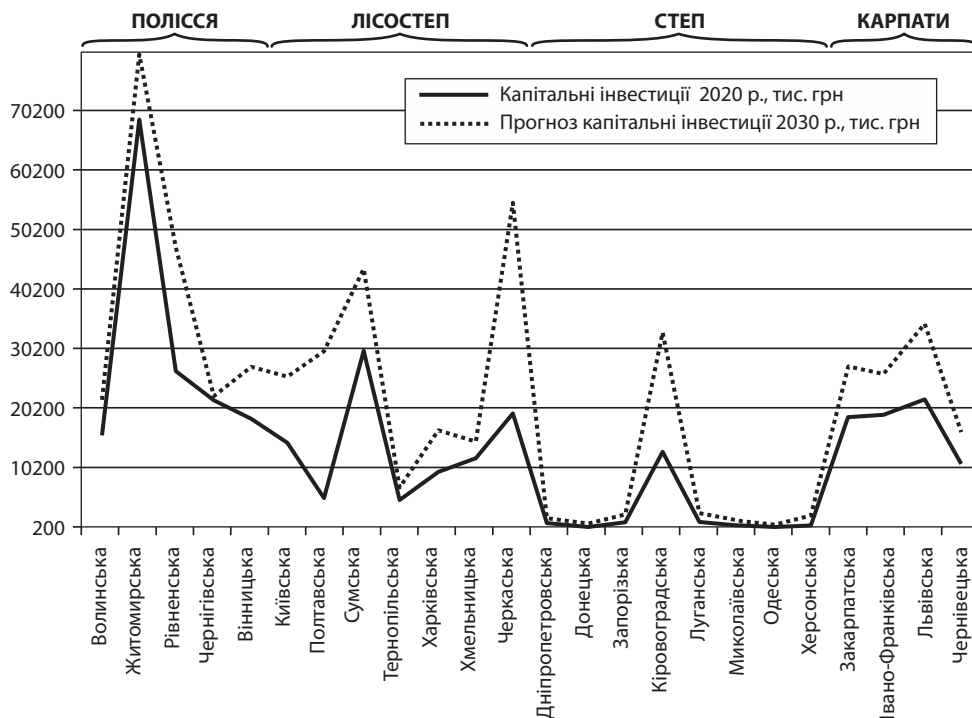


Рис. 3. Порівняльний аналіз прогнозу зміни капітальних інвестицій держлісгоспів сфери управління Держлісагентства України за регіонами за умов оптимальної лісистості та повного проведення лісової сертифікації, 2020–2030 рр.

Примітка: розраховано автором за даними звітів Держлісагентства України.

реалізація фінансово-економічного механізму збалансованого використання земель лісгосподарського призначення потребує опрацювання послідовності дій алгоритму цього процесу (рис. 4).

За час опрацювання алгоритму реалізації фінансово-економічного механізму збалансованого використання земель лісгосподарського призначення нами розглянуто широку специфікацію інструментів екологічного, організаційного, економічного та фінансового спрямування. Запропоновано концептуальну модель (див. рис. 4) реалізації фінансово-економічного механізму збалансованого використання земель лісгосподарського призначення, що полягає у дотриманні певного алгоритму та етапності:

I. Визначення оптимальних / нормативних критеріїв лісгосподарського землеко-

ристування задля забезпечення екологічної, економічної та соціальної збалансованості використання земель лісгосподарського призначення.

II. Прогнозування стану збалансованості та визначення очікуваних екологічних, економічних та соціальних ефектів використання земель лісгосподарського призначення на перспективу.

III. Функціонування стимулювальних інструментів фінансово-економічного механізму збалансованого використання земель лісгосподарського призначення полягає в синергетичному ефекті впливу важелів на досягнення динамічної рівноваги лісокористування з екологічною системою, що забезпечить отримання широкого спектра соціальних, економічних, екологічних та культурних вигід для нинішнього і майбутніх поколінь. У зазначеному ас-

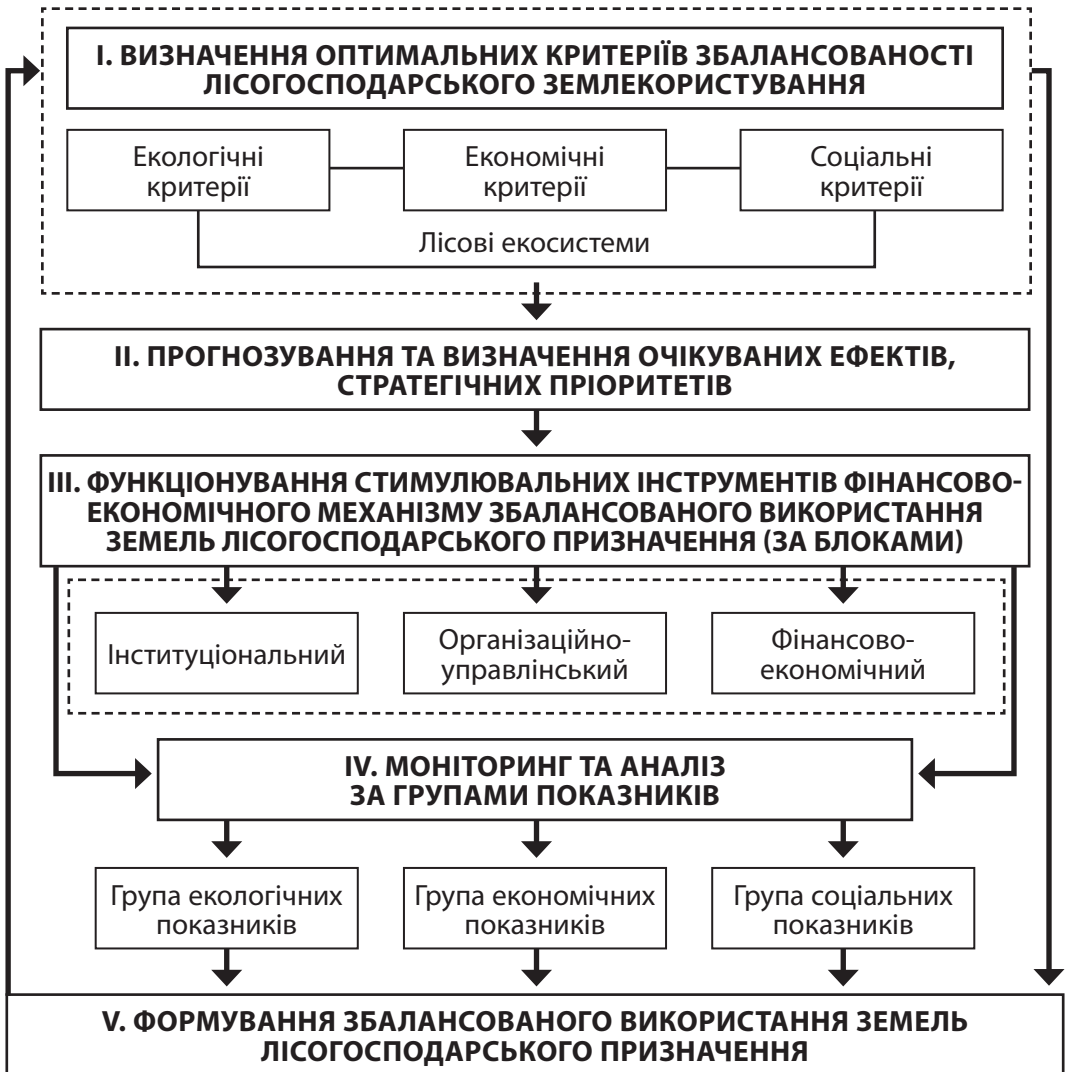


Рис. 4. Модель алгоритму реалізації фінансово-економічного механізму збалансованого використання земель лісгосподарського призначення

Примітка: сформовано автором.

пекті модель ґрунтується на інституціональному, організаційно-управлінському та фінансово-економічному забезпеченні збалансованого лісгосподарського землекористування.

IV. Моніторинг та аналіз за групами показників має певні особливості, пов'язані з необхідністю розширення інформаційної бази моніторингу такими цільовими гру-

пами показників: екологічні показники, що підкреслюють збереження і збалансоване використання лісових екосистем, та показники, що підкреслюють соціальні й економічні поліпшення.

V. Формування збалансованого використання земель лісгосподарського призначення. Тобто, на основі впровадження попередніх чотирьох етапів вказаного ме-

ханізму забезпечується збалансоване використання земель лісогосподарського призначення, яке має стати містком між підвищенням продуктивності ресурсів, станом лісових екосистем, добробутом населення і матиме ключове значення для досягнення цієї мети з мінімальними компромісами.

Наведений алгоритм реалізації фінансово-економічного механізму збалансованого використання земель лісогосподарського призначення передбачає взаємозв'язок сукупності елементів, які дають можливість впливу на суб'єктів лісогосподарського землекористування, перетворення земельних ресурсів у повноправні фінансові активи та інвестиційні ресурси. Цим відкривається ряд можливостей удосконалення управління лісовою діяльністю на національному рівні, своєю чергою, національні плани дій будуть інтегровані в регіональні програми соціально-економічного розвитку та деталізовані на рівні регіональних планів дій щодо забезпечення збалансованості використання земель лісогосподарського призначення. Отже, концеп-

туальна модель реалізації фінансово-економічного механізму збалансованого використання земель лісогосподарського призначення забезпечить консолідацію управлінських аспектів навколо стратегічних завдань та пріоритетів, визначених Основними засадами державної екологічної політики України на період до 2030 р. [5].

Структура функціонування фінансово-економічного механізму забезпечення збалансованого використання земель лісогосподарського призначення прямо та опосередковано закладає екологічну домінанту в діяльності на землях лісогосподарського призначення. «Основоположний принцип збалансованої організації використання земель лісогосподарського призначення має бути зорієнтований на безперервне, рівномірне, невиснажливе використання лісів» [22]. Обравши основні принципи державної екологічної політики [5; 23; 24], нами сформовано систему принципів збалансованого лісогосподарського землекористування (рис. 5). Отже, фундаментом фінансово-економічного механізму

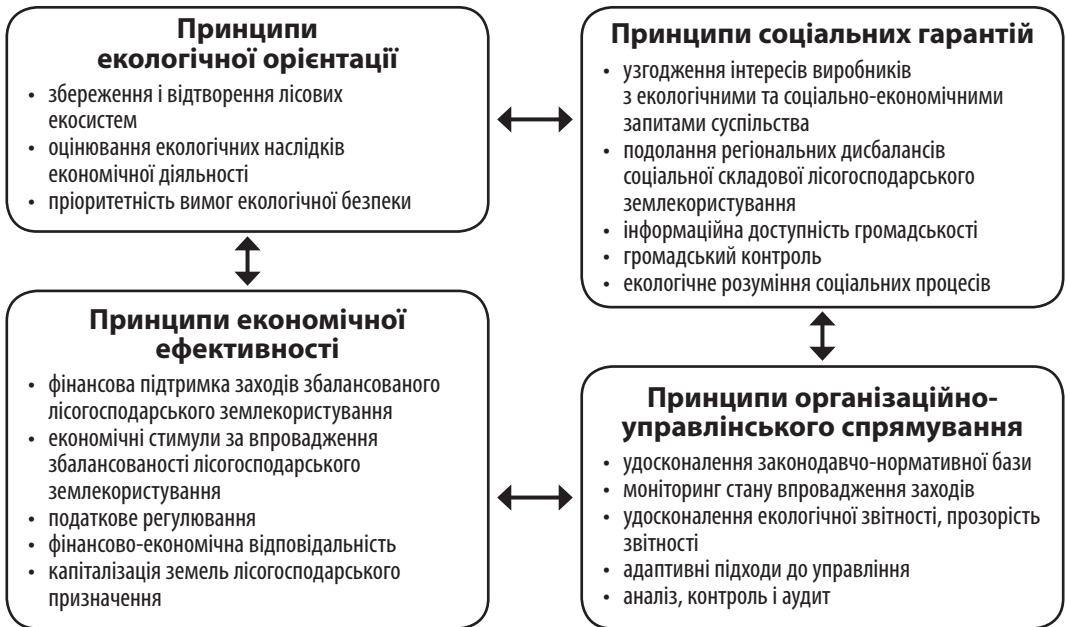


Рис. 5. Схема принципів збалансованого лісогосподарського землекористування

Примітка: сформовано автором.

збалансованого використання земель лісогосподарського призначення є система принципів екологічного, соціально-економічного, інституціонального, правового, організаційно-управлінського спрямування.

Взаємодія цих принципів має циклічний характер і носить комплексний і системний вплив на формування стратегій управління використанням земель лісогосподарського призначення. Практична реалізація викладеної схеми взаємозв'язків між принципами збалансування лісогосподарського землекористування сприяє функціонуванню фінансово-економічного механізму, який виконуватиме регулювальну роль екологізації господарської діяльності на землях лісогосподарського призначення та буде спрямований на підвищення економічної та соціальної результативності лісогосподарського землекористування.

ВИСНОВКИ

Встановлення закономірностей, що відображають причинно-наслідкові зв'язки між показниками, характеризують перебіг певних позитивних чи негативних процесів у лісогосподарському землекористуванні, за допомогою яких можна прогнозувати екологічні наслідки господарського використання земель лісогосподарського призначення. На основі проведених економіко-математичних розрахунків доведено, що

сприятливими чинниками для забезпечення збалансованого використання земель лісогосподарського призначення в національній економіці є відтворення лісів до оптимального рівня лісистості, сертифікація лісів, капітальні інвестиції. Обґрунтовано, що питання, пов'язані з використанням земель лісогосподарського призначення, мають вирішуватись цілісним, послідовним, узгодженим та взаємодоповнювальним чином через оцінку масштабів та інтенсивності впливу лісогосподарської діяльності на стан лісових земель на національному, регіональному та місцевому рівнях із метою сприяння збалансованому лісогосподарському землекористуванню в його економічному, соціальному та екологічному аспектах. На цій основі подано авторське трактування послідовності дій (алгоритму) щодо реалізації фінансово-економічного механізму збалансованого використання земель лісогосподарського призначення. За результатами дослідження запропоновано принципи збалансованого лісогосподарського землекористування, що забезпечить підґрунтя стосовно комплексного використання інтегрованої системи фінансово-економічних інструментів, які спрямовано на досягнення збалансованого використання земель лісогосподарського призначення відповідно до напрямків державної політики та євроінтеграційних намірів України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Furdychko O. et al. Scientific basis of organization of ecologically safe land use. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 2. С. 5–12. DOI: 10.33730/2310-4678.2.2021.237991
2. Фурдичко О.І. та ін. На шляху до збалансованості лісогосподарського землекористування України: еколого-економічний аспект. *Agricultural and Resource Economics E-Journal*. 2021. Vol. 7. № 4. Р. 218–244. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2021.07.04.12>
3. Лицур І., Карпук А. Механізм фіскального регулювання лісогосподарування. *Економіка природокористування і сталий розвиток*. 2018. № 1–2 (20–21). С. 67–72. URL: http://ecos.kiev.ua/share/upload/journal_1_2.pdf
4. Tretiak A. et al. The value added chain in the mechanism of public-private partnership for the development of the land use economy of rural territories. *Agricultural and Resource Economics*. 2020. Vol. 6 (3). Р. 112–134. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2020.06.03.07>
5. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19>.
6. Дребот О.І., Боцула О.І., Височанська М.Я. Концептуальні підходи до збалансованого користування землями лісогосподарського призначення. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 12 (801). С. 66–72. URL: https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2019_12_10.pdf.
7. Ткачів С.М. Концептуальні засади формування платежів за користування землями лісогосподарського призначення. *Інвестиції: практика та досвід*. 2017. № 19. С. 38–41. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/19_2017/9.pdf
8. Gualotuña Parra J.A. et al. An Analytical Approach to Assess the Influence of Expert Panel Answer on

- Decision Making: The Case of Sustainable Land Use in Ribadavia Banda Norte, Salta (Argentina). *Sustainability*. 2021. Vol. 13 (12). P. 6705. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13126705>
9. Фурдичко О.І., Дребот О.І., Яремко О.П., Бобко А.М. Державне лісівництво і земельна реформа в Україні: стан і проблеми реформування та розвитку лісгосподарського виробництва. *Агросвіт*. 2021. № 5–6. С. 24–33. URL: http://www.agrosvit.info/pdf/5-6_2021/5.pdf
 10. Еколого-економічні засади раціонального землекористування в межах Південно-Степової зони України: колективна моногр. / за ред. Яремко Ю.І. Херсон: ПП «Резнік», 2018. 180 с. URL: <http://www.ksau.kherson.ua/files/2019.09>
 11. Голян В.А., Голуб О.А. Фінансове забезпечення пріоритетів розвитку лісгосподарського комплексу: диверсифікація форм і засобів. *Проблеми економіки*. 2016. № 3. С. 31–39. URL: https://ndc-irp.org/media/ndc_old/documents/Problem_03_2016.pdf
 12. Дребот О.І. Інституціоналізація лісового сектора економіки в контексті сталого розвитку України: моногр. Київ: ДІА, 2012. 336 с.
 13. Lesiuk H., Soloviy I. and Dubovich I. Ukrainian forest governance system in the context of institutional reforms: diagnosis of performance. *Forestry ideas*. 2020. Vol. 26. No 2 (60). P. 380–393. URL: https://forestry-ideas.info/issues/issues_Index.php?pageNum_rsIssue=1&totalRows_rsIssue=22&journalFilter=67
 14. Debkov N. State of forest management certification in Russia by the end of 2016. *Forestry Ideas*. 2019. Vol. 25. № 1 (57). P. 20–36. URL: https://forestry-ideas.info/issues/issues_Index.php?journalFilter=63
 15. Базовий звіт з лісового господарства в Німеччині з рекомендаціями для України. URL: https://ard-ukraine.de/images/2018/APR/APD_APR_02_2018_ukr.pdf
 16. Forest Stewardship Council®: вебсайт. URL: <https://ua.fsc.org/ua-uk/fsc-facts-figures-in-ukraine>
 17. Gutiérrez Rodríguez L. et al. Socioeconomic and environmental effects of China's Conversion of Cropland to Forest Program after 15 years: a systematic review protocol. *Environmental Evidence*. 2015. Vol. 4. P. 6. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13750-015-0033-8>
 18. Про затвердження показників регіональних нормативів оптимальної лісистості території і мінімально необхідної захисної лісистості агроландшафтів України. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 22.07.2021 № 494. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1043-21#Text>
 19. Гайда Ю.І. Сертифікація лісів як інструмент екологічного маркетингу лісгосподарських підприємств. *Електронний журнал «Ефективна економіка»*. 2015. № 1. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=3711>
 20. Дубас Р.Г. Екологічна сертифікація лісів як чинник підвищення інвестиційної привабливості лісової сфери України. *Інвестиції: практика та досвід*. 2012. № 1. С. 4–6. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/1_2012/3.pdf
 21. Онегіна В., Вітовський Ю. Інвестиції та земельна реформа в сільському господарстві в Україні. *Agricultural and Resource Economics*. 2020. Vol. 6 (4). P. 187–210. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2020.06.04.10>
 22. Опенько І.А. Еколого-економічні засади раціонального використання та охорони земель лісгосподарського призначення в умовах децентралізації влади: дис. ... д-ра. екон. наук: 08.00.06. Київ, 2021. 551 с. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u145/dis_openko.pdf
 23. Про охорону навколишнього природного середовища. Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
 24. Про затвердження Порядку ведення лісовпорядкування. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 22.07.2021 № 494. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/RE37266?an=1>

REFERENCES

1. Furdychko, O. et al. (2021). Scientific basis of organization of ecologically safe land use. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya — Balanced nature management*, 2, 5–12. DOI: 10.33730/2310-4678.2.2021.237991 [in English].
2. Furdychko, O. et al. (2021). Na shliakhu do zbalansovanosti lisohospodarskoho zemlekorystuvannya Ukrainy: ekolohe-ekonomichnyi aspekt [On the way to balance of forestry land use of Ukraine: ecological-and-economic aspect]. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 7 (4), 218–244. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2021.07.04.12> [in Ukrainian].
3. Lytsur, I. & Karpuk, A. (2018). Mekhanizm fiskalnoho rehuliuвання lisohospodariuvannya [Mechanism of fiscal regulation of forestry]. *Ekonomika pryrodokorystuvannya i stalyy rozvytok — Environmental economics and sustainable development*, 1–2 (20–21), 67–72. URL: http://ecos.kiev.ua/share/upload/journal_1_2.pdf [in Ukrainian].
4. Tretiak, A. et al. (2020). The value added chain in the mechanism of public-private partnership for the development of the land use economy of rural territories. *Agricultural and Resource Economics*, 6, 3, 112–134. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2020.06.03.07> [in English].
5. Pro Osnovni zasady (stratehii) derzhavnoi ekolohichnoi polityky Ukrainy na period do 2030 roku: Zakon Ukrainy vid 28.02.2019 r. № 2697-VIII [On the basic principles (strategies) of the state environmental policy of Ukraine for the period until 2030: Law of Ukraine dated 28.02.2019, No. 2697-VIII]. *Zakon Rada*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19> [In Ukrainian].
6. Drebot, O.I., Botsula, O.I. & Vysochanska, M.Ia. (2019). Kontseptualni pidkhody do zbalansovanoho korystuvannya zemliamy lisohospodarskoho pryznachennia [Conceptual approaches to the balanced use of forest land]. *Visnyk ahrarnoyi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 12, 66–72. URL:

- https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2019_12_10.pdf [in Ukrainian].
7. Tkachiv, S. (2017). Kontseptualni zasady formuvannya platezhiv za korystuvannya zemliamy lisohospodarskoho pryznachennia [Conceptual principles of forming payments for use of forest land]. *Investytsiyni: praktyka ta dosvid - Investments: practice and experience*, 19, 38–41. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/19_2017/9.pdf [in Ukrainian].
 8. Gualotuña Parra, J.A. et al. (2021). An Analytical Approach to Assess the Influence of Expert Panel Answer on Decision Making: The Case of Sustainable Land Use in Ribadavia Banda Norte, Salta (Argentina). *Sustainability*, 13 (12). DOI: <https://doi.org/10.3390/su13126705> [in English].
 9. Furdychko, O.I., Drebot, O.I., Yaremko, O.P. & Bobko, A.M. (2021). Derzhavne lisivnytstvo y zemelna reforma v Ukraini: stan i problemy reformuvannya ta rozvytku lisohospodarskoho vyrobnytstva [State forestry and land reform in Ukraine: the state and problems of reforming and developing forestry production]. *Ahrosvit – Agrosvit*, 5–6, 24–33. URL: http://www.agrosvit.info/pdf/5-6_2021/5.pdf [in Ukrainian].
 10. Yaremko, Yu.I. (Ed.). (2018). *Ekoloho-ekonomichni zasady ratsionalnoho zemlekorystuvannya v mezhakh Pivdenno-Stepovoi zony Ukrainy* [Ecological and economic principles of rational land use within the South-Steppe zone of Ukraine]. Kherson. URL: <http://www.ksau.kherson.ua/files/2019.09> [in Ukrainian].
 11. Holian, V.A. & Holub, O.A. (2016). Finansove zabezpechennia pryoritetiv rozvytku lisohospodarskoho kompleksu: dyversyfikatsiia form i zasobiv [Financial Support of the Forestry Complex Development Priorities: Diversification of Forms and Means]. *Problemy ekonomiky – The problems of economy*, 3, 31–39. URL: https://ndc-ipr.org/media/ndc_old/documents/Problem_03_2016.pdf [in Ukrainian].
 12. Drebot, O.I. (2012). *Instytucionalizatsiia lisovogo sektora ekonomiky v konteksti stalogo rozvytku Ukrainy: monohrafiia* [Institutionalization of the forestry sector in the context sustainable development of the Ukraine: a monograph]. Kyiv: DIA [in Ukrainian].
 13. Lesiuk, H., Soloviy, I. & Dubovich, I. (2020). Ukrainian forest governance system in the context of institutional reforms: diagnosis of performance. *Forestry ideas*, 26, 2 (60), 380–393. URL: https://forestry-ideas.info/issues/issues_Index.php?page_Num_rsIssue=1&totalRows_rsIssue=22&journalFilter=67 [in English].
 14. Debkov, N. (2019). State of forest management certification in Russia by the end of 2016. *Forestry Ideas*, 25, 1 (57), 20–36. URL: https://forestry-ideas.info/issues/issues_Index.php?journalFilter=63 [in English].
 15. *Bazoviy zvit z lisovoho hospodarstva v Nimechchyni z rekomendatsiiami dlia Ukrainy* [Basic report on forestry in Germany with recommendations for Ukraine]. (2018). URL: https://apd-ukraine.de/images/2018/APR/APD_APR_02_2018_ukr.pdf [in Ukrainian].
 16. Forest Stewardship Council®. site. URL: <https://ua.fsc.org/ua-uk/fsc-facts-figures-in-ukraine> [in Ukrainian].
 17. Gutiérrez Rodríguez, L. et al. (2015). Socioeconomic and environmental effects of China's Conversion of Cropland to Forest Program after 15 years: a systematic review protocol. *Environmental Evidence*, 4, 6. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13750-015-0033-8> [in English].
 18. Pro zatverdzhennia pokaznykiv rehionalnykh normatyviv optymalnoi lisystosti terytorii i minimalno neobkhdnoi zakhysnoi lisystosti ahrolandschaftiv Ukrainy: Nakaz Ministerstva zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy vid 22.07.2021 № 494 [On approval of indicators of regional standards of optimal forest cover of the territory and the minimum necessary protective forest cover of agrolandscapes of Ukraine. Order of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine dated 22.07.2021 No. 494]. *Zakon Rada*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1043-21#Text> [in Ukrainian].
 19. Haida, Yu.I. (2015). Sertyfikatsiia lisiv yak instrument ekolohichnoho marketynghu lisohospodarskykh pidpryemstv [Forest certification as a tool for ecological marketing of forestry enterprises]. *Elektronnyy zhurnal «Efektyvna ekonomika» – E-journal «Effective Economy»*, 1. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3711> [in Ukrainian].
 20. Dubas, R.H. (2012). Ekolohichna sertyfikatsiia lisiv yak chynnyk pidvyshchennia investytsiinoi pryvablyvosti lisovoi sfery Ukrainy [Ecological certification of forests as a factor in increasing the investment attractiveness of the forest sector of Ukraine]. *Investytsiyni: praktyka ta dosvid - Investments: practice and experience*, 1, 4–6. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/1_2012/3.pdf [in Ukrainian].
 21. Onegina, V. & Vitkovskiy, Y. (2020). Investytsii ta zemelna reforma v silskomu hospodarstvi v Ukraini [Investments and land reform in agriculture of Ukraine]. *Agricultural and Resource Economics*, 6, 4, 187–210. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2020.06.04.10> [in Ukrainian].
 22. Openko, I.A. (2021). Ekoloho-ekonomichni zasady ratsionalnoho vykorystannia ta okhorony zemel lisohospodarskoho pryznachennia v umovakh de-centralizatsii vlady [Ecological and Economic Basis of Rational Use and Protection of Forestry Land in Conditions of the Decentralization of Power]. *Doctor's thesis*. Kyiv. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u145/dis_openko.pdf [in Ukrainian].
 23. Pro okhoronu navkolyshnoho pryrodnoho seredovyschcha: Zakon Ukrainy vid 25.06.1991 № 1264-XII [On environmental protection: Law of Ukraine dated 25.06.1991, No. 1264-XII]. *Zakon Rada*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> [in Ukrainian].
 24. Pro zatverdzhennia Poriadku vedennia lisovporiadkuvannya: Nakaz Ministerstva zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy vid 22.07.2021 № 494 [On approval of the Procedure for forest management: Order of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine dated 22.07.2021, No. 494]. *Zakon Rada*. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/RE37266?an=1> [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 15.11.2021

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ НЕКТАРОНОСНИХ ТА ПИЛКОНОСНИХ РОСЛИН У ЛІСОВИХ НАСАДЖЕННЯХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

І.Я. Тимочко

Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: i.tymochko@gmail.com; ORCID: 0000-0001-9893-3869

Штучні та природні лісові насадження, крім важливих функцій для збереження довкілля, мають істотне значення, як об'єкти для отримання певних видів сировини з поширених в їхньому складі рослин. Проаналізовано участь нектароносних та пилконосних рослин у лісових угрупованнях з основного списку деревних і чагарникових видів, як джерела сировини для бджільництва. Для цього використано матеріали лісовпорядкування Північно-Східного Лісостепу (загальна площа лісових насаджень сягає 336110,3 га). Основними видами є *Tilia cordata*, *Robinia pseudoacacia*, які здатні забезпечити основний продуктивний медозбір, крім них у насадженнях наявна значна група інших видів (*Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Betula pendula*, *Acer platanoides*, *Populus tremula* та ін.), які можуть бути джерелами підтримуючого медозбору. Із 38 типів лісу, виділених на дослідженій території, переважає свіжа кленово-липова діброва (183442,0 га, 54,58%), децю менші площі займають свіжі дубово-сосновий субір (47040,9 га, 14,00%) та липово-дубово-сосновий сугруд (33999,3 га, 10,12%), а також суха кленово-липова діброва (28697,7 га, 8,54%), які разом становлять понад 85% лісовкритої площі території. Наведені типи лісу, одночасно, є найбільш багатими на сировинні рослини для бджільництва. Так, із видового складу лісотвірних порід, який нараховує 60 видів деревних та чагарникових рослин, основними породами є *Quercus robur* (190153,9 га, 56,58%) та *Fraxinus excelsior* (20318,5 га, 6,05%), які при цьому є сировинними рослинами. Крім того, необхідно відмітити, що в складі наведених лісових угруповань, які не враховують фіторізноманіття полезахисних лісових смуг цієї території, значну участь беруть й інші деревні, чагарникові та трав'янисті види рослин, які є цінним джерелом нектару та пилку. Таким чином, досліджені лісові насадження цієї території можуть розглядатися як перспективні угіддя для бджільництва, які мають сезонний підтримуючий та локальний головний сировинний медозбір для бджіл.

Ключові слова: сировинні рослини для бджільництва, лісотвірні види.

ВСТУП

Північно-Східному Лісостепу України властива висока розораність території. Такий стан викликав взагалі зменшення поширення природної рослинності й загальне скорочення лісистості. Крім того, внаслідок вирубки природних лісів на значних площах було здійснено штучне заліснення. Для контролю цього процесу в нашій країні періодично проводяться заходи інвентаризації шляхом проведення лісовпорядкування [1]. Тому доволі важливими для організації відтворення і збереження біорізноманіття цієї території є дослідження особливостей екологічного та ценотичного стану лісової рослинності.

За матеріалами лісотипологічної оцінки можна досліджувати особливості поширення в складі типів лісорослинних умов певних груп корисних рослин. Звідси ми проаналізували участь нектароносних та пилконосних рослин, які наведені в складі деревних та чагарникових видів, використаних за проведення лісомеліоративних заходів на наведеній території.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вивченням лісотипологічної структури природних та штучних насаджень Північно-Східного Лісостепу України займалися багато вчених [2–4]. Під час опрацювання матеріалів лісовпорядних робіт

із використанням картографічних матеріалів Інтернет-ресурсів Google Maps та lk.ukrforest.com було відтворено особливості лісовпорядкованих територій за переважаючими деревними й чагарниковими породами та екологічними умовами. Так, було здійснено екологотипологічну оцінку лісової рослинності Північно-Східного Лісостепу України [5], що і стало основою для подальшого аналізу поширення сировинних видів рослин. Для визначення нектароносності й пилконосності угідь були використані матеріали щодо нектароносної та пилконосної продуктивності рослин України [6; 7].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У попередній роботі на основі аналізу типів лісорослинних умов та типів лісу території дослідження, шляхом використання даних таксаційних описів матеріалів лісовпорядкування, проведеного ВО «Укрдержліспроєкт» на території Північно-Східного Лісостепу України, отримали широкий спектр типів лісу та лісорослинних умов [5]. Зі списку деревних та чагарникових видів, наведених у матеріалах лісовпорядкування цієї території, були відібрані види, які мають значення для бджільництва як нектароносні або пилконосні рослини [6; 7] (табл.). У наведених матеріалах також відображено площу насаджень певного виду та його відсоток від загальної площі лісових насаджень території дослідження та значення виду як сировинного об'єкта важливого для галузі бджільництва.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У Північно-Східному Лісостепу України згідно з даними лісовпорядкування площа лісових земель, вкритих штучними й природними лісовими насадженнями, становить 336110,3 га [5]. За лісотипологічним районуванням територія належить до Слобожанського району свіжих ясеневоліпових дібров області свіжого помірно теплого клімату — свіжого груду [8]. Із загального списку деревних та чагарникових

видів рослин (60 видів), які використовувалися при формуванні штучних насаджень або наявні в природних угрупованнях нами виділено 39 видів, які мають значення для бджільництва як нектароносні або пилконосні рослини.

Ділянки дослідженої лісової рослинності представлено 19 едатопами з наявністю усіх трофотопів та гігротопів. Серед трофотопів спостерігається переважання дібров (220640,2 га, 65,64% загальної лісовкритої площі), тоді як сугруди (54739,2 га, 16,29%) та субори (52174,5 га, 15,52%) мають значно менші площі, а частка борів є зовсім незначною (8556,4 га, 2,55%). Також серед гігротопів значну перевагу мають свіжі умови (282960,3 га, 84,19%), значно менші площі займають сухі (35576,7 га, 10,59%), ще менші — вологі (12179,5 га, 3,62%) й сирі умови (4634,3 га, 1,38%), а зовсім незначні площі мають мокрі (749,0 га, 0,22%) та дуже сухі умови (10,5 га, 0,003%) [5].

Аналіз, представлених, вкритих лісовою рослинністю, ділянок, дає можливість виділити із 38 типів лісу ряд найцінніших для розвитку бджільництва. На дослідженій території до них можна віднести, перш за все, свіжу кленово-липову діброву (183442,0 га, 54,58% від лісовкритої території), дещо менші площі займають також цінні в цьому аспекті такі типи лісу: суха кленово-липова дібров (28697,7 га, 8,5%) та свіжі липово-дубово-сосновий сугруд (33999,3 га, 10,12%) і кленово-липова судібров (6421,6 га, 1,91%), а також вологі липово-дубово-сосновий сугруд (5227,0 га, 1,55%), кленово-липова (1500,8 га, 0,45%) та липово-ясенєва діброви (1364,3 га, 0,41%), свіжа липово-ясенєва дібров (2304,3 га, 0,69%). Ці типи лісу становлять понад 75% від всієї лісовкритої площі на території Північно-Східного Лісостепу та мають найбільшу представленість нектароносних та пилконосних рослин.

Значно менші площі мають такі типи лісу: свіжі дубово-сосновий субір (47040,9 га, 14,00%) та сосновий бір (6671,1 га, 1,98%), а також сухий дубово-сосновий субір (3597,4 га, 1,07%), в яких характерність

нектароносних та пилконосних рослин значно менша. Подібна ситуація і в інших 25 типах лісу, які мають зовсім незначні площі, а також ще меншу представленість цієї групи сировинних рослин.

Проаналізувавши особливості поширення та лісотипологічні умови основних сировинних рослин дослідженої території,

ми встановили, за матеріалами лісовпорядкування, видовий склад лісотвірних порід у лісах дослідженої території. Він є доволі різноманітним і представлений 60 видами деревних та чагарникових рослин, з яких до сировинних рослин належать 39 видів (див. *табл.*).

Особливості розподілу деревних та чагарникових нектароносних та пилконосних рослин лісових насаджень Північно-Східного Лісостепу України

№ з/п	Переважаюча порода (українська назва рослини)	Латинська назва рослини	Площа насаджень виду, га	Відсоток від загальної площі лісових насаджень, %	Нектароносність	Пилконосність
1	Абрикос звичайний	<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.	8,0	0,00238	2	3
2	Акація біла	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	3911,8	1,164	3	2
3	Алича	<i>Prunus davaricata</i> Ledeb.	0,9	0,000268	2	3
4	Бархат амурський*	<i>Phellodéndron amurense</i>	34,3	0,0102	3	3
5	Береза повисла	<i>Betula pendula</i> Roth.	6757,4	2,01	+	3
6	Береза пухната	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	8,7	0,00259	+	+
7	Бересті*	<i>Ulmus minor</i> Mill.	478,7	0,142	2	2
8	Верба біла	<i>Salix alba</i> L.	382,9	0,114	2	2
9	Верба ламка	<i>Salix fragilis</i> L.	59,5	0,0177	2	2
10	Вишня звичайна	<i>Cerasus vulgaris</i> Mill.	2,6	0,000774	1	1
11	Вільха чорна*	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaerth.	5375,2	1,599	1	2
12	В'яз гладкий	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	69,0	0,0205	1	1
13	Гіркокаштан звичайний	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	3,1	0,000922	2	1
14	Горіх грецький	<i>Juglans regia</i> L.	51,7	0,0154		1
15	Горіх маньчжурський*	<i>Juglans mandshurica</i> Maxim.	14,5	0,00431	+	1
16	Горобина звичайна	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	1,2	0,000357	1	+
17	Груша звичайна	<i>Pyrus communis</i> L.	17,8	0,00530	1	1
18	Дуб звичайний	<i>Quercus robur</i> L.	190153,9	56,575	+	1
19	Дуб скельний	<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl.	0,1	0,0000298	+	1
20	Клен гостролистий	<i>Acer platanoides</i> L.	5192,6	1,545	2	1
21	Клен польовий	<i>Acer campestre</i> L.	874,8	0,26	2	1
22	Клен татарський	<i>Acer tataricum</i> L.	38,2	0,0114	1	1
23	Клен цукристий	<i>Acer saccharium</i> L.	1,1	0,000327	2	+
24	Клен ясенolistий	<i>Acer negundo</i> L.	348,2	0,104	1	1
25	Липа серцелиста	<i>Tilia cordata</i> Mill.	4358,7	1,297	3	+
26	Липа широколиста	<i>Tilia. platyphylos</i> Scop.	2,0	0,000595	3	+
27	Ліщина звичайна	<i>Corylus avellana</i> L.	7,1	0,00211		2
28	Маслинка вузьколиста	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	0,8	0,000238	2	+

№ з/п	Переважаюча порода (українська назва рослини)	Латинська назва рослини	Площа насаджень виду, га	Відсоток від загальної площі лісових насаджень, %	Нектароносність	Пилконосність
29	Модрина європейська*	<i>Larix decidua</i> Mill.	162,4	0,0483		1
30	Осика	<i>Populus tremula</i> L.	5157,9	1,535		2
31	Сосна звичайна*	<i>Pinus sylvestris</i> L.	86212,1	25,650	+	+
32	Тополя біла	<i>Populus alba</i> L.	374,9	0,112		2
33	Тополя чорна	<i>Populus nigra</i> L.	616,7	0,183		2
34	Черемха звичайна	<i>Padus avium</i> Mill.	1,2	0,000357	2	1
35	Шовковиця чорна	<i>Morus nigra</i> L.	0,9	0,000268		1
36	Яблуня лісова	<i>Malus sylvestris</i> Mill.	81,6	0,0243	1	1
37	Явір	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	15,6	0,00464	2	1
38	Ялиця біла*	<i>Abies alba</i> Mill.	0,6	0,000179	1	1
39	Ясен звичайний	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	20318,5	6,045		1
Разом			331097,2	98,508	31	39

Примітка. * — рослини відсутні в «Атласі медоносних рослин України» [6].

Нектароносні властивості: + — рослина має нектароносні властивості, але вони не оцінені; 1 — рослина виділяє незначну кількість нектару; 2 — має середні значення нектаропродуктивності; 3 — рослина має високу нектаропродуктивність і нектар легко доступний.

Пилконосні властивості: + — рослина є пилконосом, але можливості його використання бджолами не оцінені; 1 — з рослини збирається бджолами незначна кількість пилку; 2 — має середні значення пилкопродуктивності; 3 — рослина має високу пилкову продуктивність і він легко доступний для бджіл.

Зрозуміло, що найбільшу цінність має *Robinia pseudoacacia*, яка формує насадження у 19 типах лісу й поширена в лісових угрупованнях на площі 3911,8 га (1,16%). Найбільше поширення деревостани акаційових насаджень мають у сухій (994,1 га, 25,41% від загальної лісовкритої площі з участю цього виду) та свіжій (975,3 га, 24,93%) кленово-липових дібровах. Також, цей вид зростає в свіжій липовій (639,5 га, 16,35%) та сухій пакленовій (519,5 га, 13,28%) еродованих судібровах, а також у свіжому липово-дубово-сосновому сугруді (415,0 га, 10,61%). Значно менші площі акаційовники мають у свіжих кленово-липовій судіброві (126,6 га, 3,24%) та дубово-сосновому суборі (107,5 га, 2,75%). В інших 12 типах лісу *Robinia pseudoacacia* займає зовсім незначні площі (134,3 га, 3,43%). Цей вид є цінною сировинною рослиною для бджільництва та використовується при кочівлі пасік до цих лісових насаджень.

Досить цікавим є поєднання в розглянутих лісових екосистемах акації білої (*Robinia pseudoacacia*) та липи серцелистої (*Tilia cordata*), яка формує насадження у 16 типах лісу на площі 4358,7 га. Незважаючи на незначні площі взагалі, які мають ці види потрібно зважати, що тут наведені масиви насаджень із переважанням цих видів, які можуть сягати до десятків гектарів і мати локальне розташування сприятливе для отримання промислового медозбору. Найбільші площі липових насаджень наявні у свіжих кленово-липовій діброві (3339,2 га, 76,61%), липово-дубово-сосновому сугруді (378,5 га, 8,68%) та кленово-липовій судіброві (110,4 га, 2,53%), а також у сухій кленово-липовій діброві (235,9 га, 5,41%). В інших 12 типах лісу *Tilia cordata* поширена на зовсім незначних територіях (182,8 га, 4,20%). Сумісне зростання *Tilia cordata* та *Robinia pseudoacacia* в певних типах лісорослинних умов дає змогу

значно оптимізувати процес кочівлі бджолосімей.

Крім того, особливо цінним є сумісне зростання цих двох видів із дубом звичайним (*Quercus robur*), який формує насадження у 24 типах лісу на площі 190153,9 га. Найбільші площі дубових насаджень наявні у свіжій кленово-липовій діброві (148176,8 га, 77,92%), значно менші площі займає суха кленово-липова діброва (24320,5 га, 12,79%), свіжі липово-дубово-сосновий сугруд (6229,8 га, 3,27%) та кленово-липова судіброва (4366,7 га, 2,30%). В інших типах лісу *Quercus robur* поширений на незначних площах. Взагалі *Quercus robur* має досить широку екологічну амплітуду і трапляється в трьох типах трофотопів, але при цьому домінує у сугрудових та грудових типах лісорослинних умов. За ступенем зволоження ґрунту *Quercus robur* виявлено в чотирьох типах гігротопів, але надає він перевагу сухим, свіжим і вологим умовам.

В екологічно близьких умовах формуються деревостани з участю медоносів середньої та низької цінності з можливим підтримуючим медозбором: *Fraxinus excelsior* — у 22 типах лісу (20318,5 га, 6,05%), *Betula pendula* — у 33 типах лісу (6757,4 га, 2,01%), *Alnus glutinosa* — у 24 типах лісу (5375,2 га, 1,60%), *Acer platanoides* — у 20 типах лісу (5192,6 га, 1,55%), *Populus tremula* — у 26 типах лісу (5157,9 га, 1,54%) та *Salix alba* (382,9 га, 0,11%). Також до цієї групи належать разом із наведеними вище ще близько 30 видів деревних та чагарникових сировинних рослин із використовуваних при лісомеліоративних заходах та наявних у природних та спонтанних угрупованнях лісових екосистем Північно-Східного Лісостепу. Досить цікавим є те, що лісові насадження з участю різних за цінністю для бджільництва сировинних угідь сягають 331097,2 га, що становить 98,51 від загальної лісовкритої площі території (див. *табл.*). Крім того, потрібно зважати на наявність практично в усіх угіддях досить широкого спектра як ранньовесняних, так і квітучих упродовж усього вегетаційного сезону нектароносів і пилконосів

трав'янистих, чагарникових та деревних видів рослин, які ми не наводимо [6; 7].

Проведений аналіз поширення основних та підтримуючих сировинну базу бджільництва видів відтворює досить важливу особливість лісових екосистем, яка полягає в значному різноманітті нектароносних та пилконосних рослин від ранньовесняних та весняно-літніх видів головного взятку до стабільного збору падевого меду з широкого спектра деревних порід. Як приклад, можна згадати про можливість збору значної кількості медової продукції в лісових екосистемах у давнину, коли лісові угруповання переважали в навколишньому середовищі. Звідси, досить важливо відтворювати та використовувати ці угіддя, як абсолютно екологічно чисті для ведення пасічництва. Зрозуміло, що найбільш оптимальним було б застосування спеціальних вуликів типу дуплянок, які були розподілені в підвишеному стані на деревах в лісовому масиві з можливістю їх оптимального обслуговування за рахунок розбірності вулика. Крім того, вони повинні бути досить добре утеплені або їх потрібно на зимівлю звозити до спеціальних зимівників.

ВИСНОВКИ

Аналіз поширення нектароносних та пилконосних деревних та чагарникових видів, які поширені в природних та лісових угрупованнях, відобразив їхню важливу участь у цих насадженнях. Як було наведено вище, в наявності є група домінуючих видів у лісових екосистемах (*Tilia cordata*, *Robinia pseudoacacia*), які можуть бути цінними при основному продуктивному медозборі. Крім того, є значна група видів (*Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Betula pendula*, *Acer platanoides*, *Populus tremula* та ін.), які використовуються бджолами, як джерела підтримуючого взятку практично впродовж усього періоду льотної їх діяльності. Потрібним додатком при збиранні бджолами нектару та пилку може бути використання менш цінних сировинних рослин (див. *табл.*), які навіть за локального поширення можуть мати значну пред-

ставленість. Важливу роль для бджільництва мають види поширені в штучних та природних лісових угрупованнях, які не охоплені нашими дослідженнями. До цієї групи сировинних рослин потрібно буде застосовувати аналіз участі цих видів у геоботанічних матеріалах стосовно лісової рослинності, який дасть можливість виявити повну сировинну цінність лісових екосистем.

Також, проаналізовано представленість виділеної групи сировинних видів, цінних для бджільництва, за поширенням, площами та екологічними групами. Це дало змогу охарактеризувати та оцінити розмаїття лісових оселищ цієї території в природних, спонтанних та штучних лісових насадженнях та намітити шляхи їх практичного використання для збільшення виробництва продуктів бджільництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Погребняк П.С. Основы лесной типологии. Киев: Изд-во АН УССР, 1955. 456 с.
2. Назаренко В.В. Лісівничо-екологічний макрокомплекс та продуктивність типів лісу Лісостепу Харківщини: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.03.03. Харків, 2013. 209 с.
3. Назаренко В.В., Пастернак В.П. Закономірності формування типів лісу Лісостепу Харківщини. Харків: Вид-во ХНАУ, 2016. 190 с.
4. Румянцев М.Г. Структурно-функціональний розподіл дубових насаджень Лівобережного Лісостепу. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020. 30 (1). С. 49–54. DOI: <https://doi.org/10.36930/40300108>
5. Тимошко І.Я. Еколого-типологічна оцінка лісової рослинності Північно-Східного Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 3. С. 60–67. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2021.247136>
6. Боднарчук Л.І. та ін. Атлас медоносних рослин України. Київ: Урожай, 2011. 272 с.
7. Соломаха В.А., Сенчило О.О., Постоєнко В.О. Особливості створення реєстру нектаро- та пилюконосних рослин як складового елемента кадастру медоносних ресурсів України. *Бджільництво України*. 2020. 1 (4). С. 62–67.
8. Остапенко Б.Ф., Ткач В.П. Лісова типологія. Харків: Вид-во Харків. держ. аграрного університету ім. В.В. Докучаєва, 2002. 204 с.

REFERENCES

1. Pohrebniak, P.S. (1955). *Osnovy lesnoy tipologii [Fundamentals of forest typology]*. Kyiv: Izd-vo AN USSR [in Russian].
2. Nazarenko, V.V. (2013). Lisivnycho-ekolohichnyi makrokompleks ta produktyvnist typiv lisu Lisostepu Kharkivshchyny [Forestry and ecological macrocomplex and productivity of forest types of the Forest-Steppe of Kharkiv region]. *Candidate's thesis*. Kharkiv [in Ukrainian].
3. Nazarenko, V.V. & Pasternak, V.P. (2016). *Zakonomirnosti formuvannia typiv lisu Lisostepu Kharkivshchyny [Regularities of forest types formation in the Forest-Steppe of Kharkiv Region]*. Kharkiv: Vyd-vo KhNAU [in Ukrainian].
4. Rumiantsev, M.H. (2020). Strukturno-funktsionalnyi rozpodil dubovykh nasadzhen Livoberezhnoho Lisostepu [The structural and functional distribution of oak stands of Left-bank Forest-steppe zone]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy – Scientific Bulletin of UNFU*, 30 (1), 49–54. DOI: <https://doi.org/10.36930/40300108> [in Ukrainian].
5. Tymochko, I.Ja. (2021). Ekoloho-typolohichna otsinka lisovoi roslynnosti Pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Ecology typological assessment of forest vegetation of the North-eastern Forest steppe of Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia – Sustainable management of natural resources*, 3, 60–67. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2021.247136> [in Ukrainian].
6. Bodnarchuk, L.I. et al. (2011). *Atlas medonosnykh roslyn Ukrainy [Atlas of honey plants of Ukraine]*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
7. Solomakha, V.A., Senchylo, O.O. & Postoenko, V.O. (2020). Osoblyvosti stvorennia reiestru nektarota pylkonosnykh roslyn yak skladovoho elementa kadastru medonosnykh resursiv Ukrainy [Aspects of creation of the nectariferous and pollen plants registry as a constituent element of the cadastre of meliferous resources of Ukraine]. *Bdzhilnytstvo Ukrainy – Beekeeping of Ukraine*, 1 (4), 62–67 [in Ukrainian].
8. Ostapenko, B.F. & Tkach, V.P. (2002). *Lisova typolohiia [Forest typology]*. Kharkiv: Vyd-vo Kharkivskoho derzhavnogo ahrarnoho universytetu im. V.V. Dokuchaieva [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 04.09.2021

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАПАСУ МЕРТВОЇ ДЕРЕВИНИ У ГРАБОВО-ДУБОВИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕННЯХ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «МЕДОБОРИ»

О.Б. Ходинь¹, О.Ю. Чорнобров²

¹ Природний заповідник «Медобори» (сmt Гримайлів, Тернопільська обл., Україна)
e-mail: medobory.reserve@gmail.com

² Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: oleksandr.chornobrov@ukr.net; ORCID: 0000-0001-8251-1573

Досліджено запаси грубого деревного детриту у 139-річному грабово-дубовому лісовому насадженні природного походження на території природного заповідника «Медобори». Вивчення мертвої деревини проводилось на пробній площі (0,24 га) методом суцільного обліку. Установлено, що запас деревного детриту в лісовій екосистемі становить 108,8 м³·га⁻¹ та складається з лежачої мертвої деревини (32,1%) й сухостою (67,9%). Основна частина запасу мертвої деревини утворена двома деревними видами — дубом звичайним (*Quercus robur* L.) (49,1%) і в'язом шорстким (*Ulmus glabra* Huds.) (48,4%). Загалом деревний детрит характеризується I–V класами деструкції, водночас значну перевагу має детрит II класу розкладання (40,9%), дещо менші частки має детрит I (27,8%), III (18,6%) і IV (11,1%) класів розкладання. Частка детриту останнього (V) класу деструкції є незначною (1,6%). Сухостійна мертва деревина має запас 73,9 м³·га⁻¹ й утворена цілими та зламаними сухостійними деревами. За породним складом значну перевагу має дуб звичайний (65,4%), значно меншу частку має в'яз шорсткий (33,7%), а частки граба звичайного (*Carpinus betulus* L.) та липи дрібнолистої є незначними (*Tilia cordata* Mill.) (менші 1,0%). Узагальному запасі сухостою значно переважає деревина II класу деструкції (43,6 м³·га⁻¹, 59,0%), порівнюючи з I класом (30,3 м³·га⁻¹, 41,0%). Лежача мертва деревина має запас 35,0 м³·га⁻¹ та утворена цілими поваленими деревами, фрагментами повалених дерев (стовбурів) і грубими гілками. За породним складом переважає деревний детрит в'яза шорсткого (27,8 м³·га⁻¹, 79,7%), значно менше деревини дуба звичайного (5,1 м³·га⁻¹, 14,6%) ще менше граба звичайного (2,0 м³·га⁻¹, 5,7%). Лежача мертва деревина представлена чотирма класами деструкції (I–IV). За запасом абсолютну перевагу має III клас деструкції (20,2 м³·га⁻¹, 57,9%), значно менше детриту II класу (12,1 м³·га⁻¹, 34,7%), а частки інших класів є незначними. Переважання сухостою у загальному запасі мертвої деревини, а також домінування детриту I і II класів деструкції пояснюється порівняно нетривалим періодом абсолютної заповідності, впродовж якого лісова екосистема розвивалася без господарського втручання, а також впливом лісгосподарської діяльності (вибіркових санітарних рубок та ліквідації захаращеності) у минулому.

Ключові слова: деревний детрит, сухостій, лежача відмерла деревина, лісова екосистема, запас, клас деструкції, збереження біорізноманіття.

ВСТУП

Відмерла деревина, або деревний детрит, є важливим компонентом лісових екосистем та виконує низку природоохоронних та екологічних функцій [1; 2]. До грубого деревного детриту належать сухостійні та повалені дерева, фрагменти повалених дерев (стовбурів), гілки (фрагменти гілок), грубе коріння дерев. Мертва деревина є субстратом та середовищем існування для

низки видів живих організмів [1–6]. Наразі за даними вчених, приблизно 25% видів лісового біорізноманіття є залежними від мертвої деревини, що розкладається. Для деяких видів деревний детрит є ключовим елементом життєдіяльності. Тому мертва деревина є важливим показником біорізноманіття лісових екосистем. Мертва деревина відіграє важливу роль у біологічному кругообігу речовин, енергії та депонуванні вуглецю, є джерелом поживних речовин

[1; 3; 4; 7]. Оцінювання мертвої деревини як складової мортмаси лісів є невирішеною проблемою в контексті дослідження біологічної продуктивності лісів [8; 9]. Тому вивчення мертвої деревини є актуальним напрямом наукових досліджень в умовах сьогодення.

Особливо важливим є оцінювання запасів мертвої деревини в природних екосистемах територій та об'єктів природно-заповідного фонду, що створені з метою охорони, збереження та відтворення природних комплексів. До важливих заповідних територій Західного Поділля України належить природний заповідник «Медобори». Його загальна площа становить 9516,7 га. Екосозологічну цінність природного заповідника «Медобори» зумовлено унікальністю геоморфології, геології, рослинності товтвр. Його особливістю є наявність ендемічних рослин, погранично-ареальних видів і фітоценозів, 90 регіонально рідкісних рослин. Природоохоронне значення екосистем природного заповідника «Медобори» є важливим як для збереження специфічних товтрових ландшафтів, так і для заповідання раритетної компоненти флори, фауни, фітоценозів та оселищ [10; 11].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Переважну більшість вітчизняних наукових праць присвячено вивченню запасів мортмаси лісів та оцінюванню депонованого вуглецю у лісових насадженнях. У межах Полісся України цим питанням займалися, зокрема А. Білоус, У. Котляревська, М. Мацала та ін.; Лівобережного Лісостепу України – В. Пастернак, В. Яроцький, В. Назаренко, А. Гармаш, М. Букша, Т. Пивовар, Українських Карпат – В. Рожак, І. Шпаківська, І. Пижик та ін. Особливості формування запасів деревного детриту у лісових екосистемах також досліджували Воробійов О.Н., Курбанов Є.А., Мошников С.А., Тарасов М.Е., Трейфельд Р.Ф. та ін.

У низці робіт висвітлено екологічну оцінку запасу деревного детриту у лісо-

вих екосистемах територій природно-заповідного фонду: національного природного парку «Голосіївський» [12], Канівського природного заповідника [13–14], національного природного парку «Слобожанський» [15]. Авторами у роботі оцінено запаси грубого деревного детриту у лісових насадженнях НПП «Слобожанський» за даними матеріалів лісовпорядкування [16].

Незначну кількість наукових праць в Україні присвячено дослідженню мертвої деревини як середовища існування та субстрату для живих організмів у лісових екосистемах. Так, зокрема, Савицька А.Г. показала важливість мертвої деревини як субстрату для розвитку мохоподібних у ялинових і ялиново-букових лісах Передкарпаття і Горган [17]. М. Чумак встановив, що видове багатство та динамічна щільність сапроксилобіонтних твердокрилих прямо корелюють з об'ємами мертвої деревини в буковому пралісі Карпатського біосферного заповідника [18].

За кордоном численними науковими дослідженнями встановлено, що запас деревного детриту в лісових екосистемах є важливим показником біорізноманіття [4; 7]. Накопичення значних об'ємів відмерлих дерев забезпечує збільшення загальної площі поверхні мертвої деревини в лісовій екосистемі, що, своєю чергою, сприяє формуванню більшої різноманітності середовищ існування та оселищ для видів живих організмів, які прямо чи опосередковано використовують її у своїй життєдіяльності. Тому більший запас мертвої деревини приводить до збільшення різноманіття видів у лісових екосистемах. Вченими також доведена важливість породного складу деревного детриту у формуванні середовищ існування та субстратів низки залежних від нього видів [4; 5].

З аналізу останніх публікацій і досліджень встановлено, що запаси відмерлої деревини в лісових екосистем ПЗ «Медобори» вивчені недостатньо, а наукова проблема дослідження взаємозв'язку грубого деревного детриту з біорізноманіттям – комплексно невирішена.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Природний заповідник «Медобори» розташований на території Західного Поділля у лісостеповій зоні на південно-сході Тернопільської обл. За фізико-географічним районуванням заповідник належить до Середньоподільської височинної області, Західноукраїнського краю, Широколистолисової вологої теплої зони Східноєвропейської рівнинної ландшафтної країни. Згідно з геоботанічним районуванням України територія заповідника частини належать до Покутсько-Медоборського округу букових, грабово-дубових, дубових лісів, справжніх і остепнених лук Центральноєвропейської провінції широколистяних лісів Європейської широколистянолісової області. У геоморфологічному аспекті — це пасмова, останцево-горбиста, розчленована долинами акумулятивно-денудаційна височина. У районі розташування «Медоборів» висота пасм Товтровою кряжу становить 350–380 м. Гора Бохит є найвищою вершиною заповідника (413 м). Ширина пасм, на які розпадається кряж, сягає від 150–200 м на північному заході до 500–600 м у районі р. Збруч, де і розташована основна територія природного заповідника [19; 20].

Клімат регіону розташування заповідника характеризується як помірно континентальний із чітко вираженими сезонами року. В усі пори року район найбільш часто відвідують континентальні полярні маси повітря, а також, майже в такій самій кількості, — морські повітряні маси. Середньорічна кількість атмосферних опадів становить 600–650 мм, абсолютний мінімум температури повітря — -32°C , а максимум $+37^{\circ}\text{C}$ [11; 19].

На території ПЗ «Медобори» серед тропінів переважають груди — 8870,1 га (98,68%). Доволі меншу частку займають сугруди — 1,31% (117,7 га) і лише невеликими фрагментами представлені субори — 0,01% (0,8 га). Сухі гігروتони займають 3,7% вкритих лісовою рослинністю земель, свіжі — 72,9%, вологі — 23,3%, сирі — 0,1%. Найпоширенішими типами лісу є свіжа грабова діброва (47,69%), свіжа грабово-

букова діброва (23,96%), волога грабова діброва (12,89%) і волога грабово-букова діброва (10,38%). На невеликій площі поширені свіжа грабова судіброва (91,0 га — 1,01%), і суха грабова діброва (322,6 га, 3,59%) [21].

Основними лісоутворювальними деревними видами природного заповідника є твердолистяні: дуб звичайний (4091,0 га, 45,5%), граб звичайний (1886,9 га, 21,0) та ясен звичайний (1174,4 га, 13,1%). Загалом твердолистяні породи займають 8132,4 га (90,5% від площі земель, вкритих лісовою рослинністю). Лісостани хвойних порід представлені штучно створеними насадженнями сосни звичайної, ялини європейської, модрина та займають 447,3 га (5,0%). Загалом 1,4% вкритих лісовою рослинністю земель (127,3 га) займають м'яколистяні породи [21].

Дослідження запасу грубого деревного детриту проводилось у грабово-дубовому лісовому насадженні природного походження, що зростає в умовах свіжої діброви, на дослідній ділянці в центральній частині Вікнянського лісництва (квартал 24 відповідно до лісовпорядкування 2015 р.) (рис. 1).

На досліджуваній ділянці деревостан складається з двох ярусів. Перший ярус утворено дубом звичайним (*Quercus robur* L.) з домішкою клена-явора (*Acer pseudoplatanus* L.), другий — такими деревними видами, як граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), в'яз шорсткий (*Ulmus glabra* Huds.) і клен-явір (*Acer pseudoplatanus* L.) з домішкою черешні (*Prunus avium* L.). Деревостан має повноту 0,9. Вік переважаючого деревного виду — дуба звичайного становить 139 років. У досліджуваній екосистемі є підлісок зімкненістю 0,2, його утворює бузина чорна (*Sambucus nigra* L.). Підріст утворено переважно в'язом шорстким.

Досліджувана лісова екосистема розвивалася без проведення будь-яких лісогосподарських заходів та господарського втручання впродовж останніх 30 років. Під час обстеження у лісовому насадженні було виявлено пеньки пізніх стадій деструкції кількістю до 4 шт./га, що може вказувати

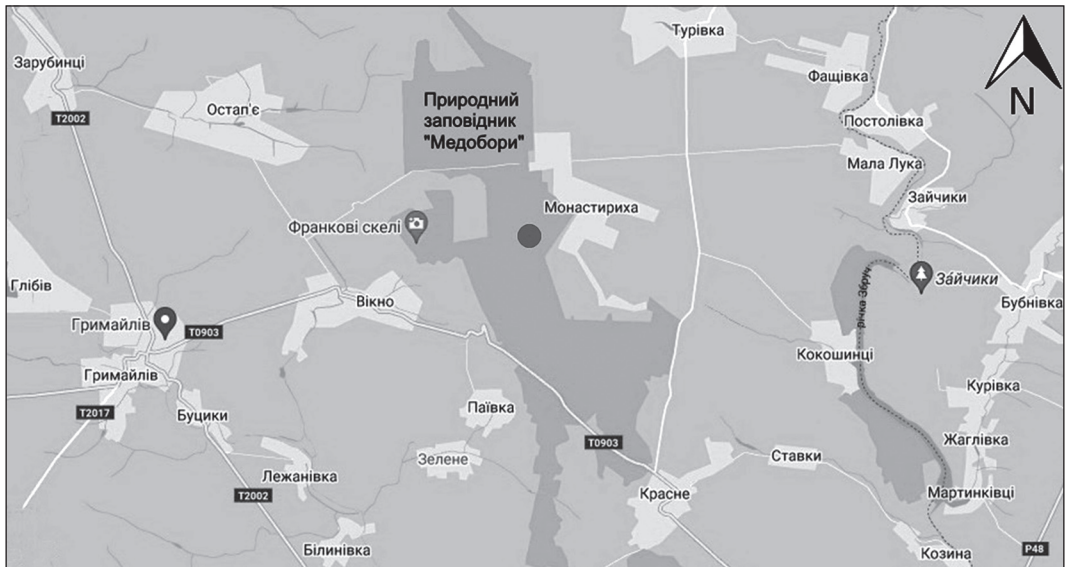


Рис. 1. Схема розташування дослідної ділянки з дослідження мертвої деревини у Вікнянському лісництві природного заповідника «Медобори»

на проведення лісгосподарських заходів у минулому, зокрема вибіркових санітарних рубок.

Вивчення структури запасу мертвої деревини було проведено методом суцільного обліку на пробній площі 0,24 га (60×40 м), закладеній на дослідній ділянці у 2020 р. відповідно до стандартизованих вимог [22]. Для класифікації фракцій і компонентів мертвої деревини, загалом, було використано методику, розроблену А. Білоусом [23]. До фракції сухостійної мертвої деревини включали і обліковували всі цілі чи зламані сухостійні дерева, діаметр яких на висоті грудей (1,3 м) становить 6,0 см і більше. Для усіх компонентів сухоостою вимірювали діаметр та висоту за загальноприйнятими у лісовій таксації методами. У випадку сухостійних зламаних дерев вимірювали також діаметр стовбура на середині висоти.

До фракції лежачої мертвої деревини (деревна ламань і грубі гілки) включали і обліковували такі компоненти: повалені дерева (стовбури), їхні фрагменти (стовбури), гілки (фрагменти гілок) із серединним діаметром 6 см і більше, що були виявлені

у межах пробних площ. Для усіх указаних компонентів мертвої деревини було здійснено вимірювання серединного діаметра, довжини, а також було визначено породи (деревний вид) за морфологічними ознаками. Сухостійну та лежачу мертву деревину розподіляли за I–V класами розкладання згідно з методикою [23]. Об'єм цілих сухостійних дерев (стовбурів) було визначено за сортиментними таблицями [24]. Об'єм усіх компонентів лежачої мертвої деревини було визначено за формулою Губера:

$$V = \frac{\pi}{4} d_{0,5l}^2 l,$$

де V – об'єм стовбура (фрагмента стовбура) або грубої гілки; $d_{0,5l}$ – діаметр стовбура (фрагмента стовбура) або грубої гілки на середині довжини; l – довжина стовбура (фрагмента стовбура) або грубої гілки; π – константа (3,1415926...).

Об'єм стоячих зламаних дерев (стовбурів) заввишки до 4 м було визначено за формулою Губера (1).

Для обчислення запасу ростучих дерев було виконано таксацію деревостану методом суцільного обліку усіх дерев, діаметр

яких на висоті грудей (1,3 м) становить 6,0 см і більше. Для таких дерев проводили вимірювання діаметра у двох взаємно перпендикулярних напрямках для кожної деревної породи. Також проводили вимірювання висот трьох дерев для кожного з центральних ступенів товщини, визначених за результатами перелікової таксації. Визначення стовбурового запасу деревостану виконували за сортиментними таблицями [24]. Обробку польових даних та їх аналіз було проведено за допомогою програмних засобів MS Excel 2016.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати дослідження запасу відмерлої деревини за фракціями та деревними видами наведено у табл.

Мертва деревина в досліджуваному грабово-дубовому лісовому насадженні сформувалася через відмирання дерев чотирьох порід та утворена двома фракціями: сухостій і повалена мертва деревина. Сухостійна деревина на досліджуваній ділянці має запас $73,9 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$, утворена цілими та зламаними сухостійними деревами. За породним складом значну перевагу має дуб звичайний (65,4%), значно меншу частку становить в'яз шорсткий (33,7%), а частки граба звичайного та липи дрібнолистої є незначними (0,7 і 0,2%, відповідно). Діапазон діаметрів компонентів сухоостою дуже відрізняється з-поміж деревних порід і становить: для дуба звичайного — 71,0–73,5 см, в'яза шорсткого — 36,0–46,0 см; сухостій граба звичайного та липи дрібнолистої утворено лише одним деревом діаметром 12,0 та 13,5 см, відповідно. Серед сухоостою

переважають дерева з цілими стовбурами, висота зламаних стоячих дерев не перевищує 2,5 м. У загальному запасі сухоостою переважає деревина II класу деструкції ($43,6 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$, 59,0%), порівнюючи з I класом ($30,3 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$, 41,0%). Однак для деяких деревних порід співвідношення детриту за класами деструкції є дещо іншим: уся сухостійна деревина граба звичайного представлена лише I класом, для липи дрібнолистої — лише II, а для дуба звичайного характерним є наявність обох класів деструкції, а для в'яза шорсткого — значне переважання II класу.

Лежача мертва деревина має запас $35,0 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$, який утворено в результаті відмирання дерев трьох деревних порід. Переважає деревний детрит в'яза шорсткого (79,7%), значно менше деревини дуба звичайного (14,6%), ще менше граба звичайного (5,7%), а детрит липи дрібнолистої відсутній. Лежача мертва деревина утворена цілими поваленими деревами, фрагментами повалених дерев (стовбурів) та грубими гілками. Середній діаметр компонентів деревного детриту становить: дуба звичайного — 6,0–34,0 см, в'яза шорсткого — 9,0–37,0 см, граба звичайного — 6,0–35,0 см. На фрагментах повалених стовбурів в'яза шорсткого виявлено незначний моховий покрив. Фрагментарно моховий покрив присутній також на мертвій деревині дуба звичайного, липи і граба звичайного.

У досліджуваній лісовій екосистемі лежачу мертву деревину представлено чотирма класами деструкції (II–V), але не виявлено деревини першої стадії (I клас) (рис. 2).

Запас деревного детриту у грабово-дубовому лісовому насадженні у Вікнянському лісництві природного заповідника «Медобори»

№ з/п	Деревні породи	Запас мертвої деревини за компонентами, $\text{м}^3\text{-га}^{-1}$		
		сухостій	лежача мертва деревина	разом
1	Дуб звичайний	48,3	5,1	53,4
2	В'яз шорсткий	24,9	27,8	52,7
3	Граб звичайний	0,5	2,0	2,5
4	Липа дрібнолиста	0,2	0,0	0,2
Разом		73,9	34,9	108,8

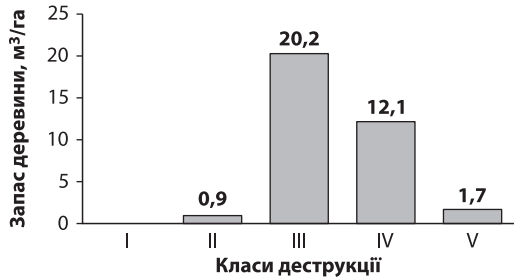


Рис. 2. Розподіл запасу лежачої мертвої деревини за класами деструкції

За запасом абсолютну перевагу має III клас деструкції (20,2 м³·га⁻¹, 57,9%), дещо менше детриту II класу (12,1 м³·га⁻¹, 34,7%). Запаси і відповідно частки лежачої мертвої деревини інших класів деструкції є незначними (V – 1,7 м³·га⁻¹, 4,9%; II – 0,9 м³·га⁻¹, 2,5%).

Лежача мертва деревина дуба звичайного утворена лише детритом IV класу деструкції. Детрит в'язу шорсткого представлено трьома класами деструкції, серед яких значну перевагу має III клас (68,7%). Значно менше мертвої деревини IV класу деструкції (25,2%), а частка V класу є незначною (6,1%). Для деревного детриту граба звичайного, що знаходиться у відпаді, характерним є наявність лише двох класів деструкції – III (55,0%) і II (45,0%) (рис. 3).

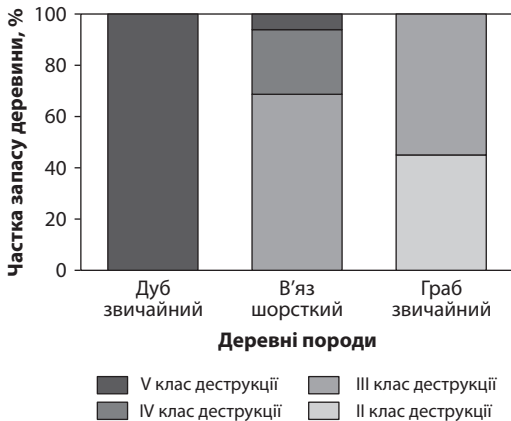


Рис. 3. Розподіл запасу лежачої мертвої деревини за деревними породами та класами деструкції

Загальний запас мертвої деревини в лісах у досліджуваному грабово-дубовому лісі становить 108,8 м³·га⁻¹. Вона утворилася внаслідок відмирання дерев чотирьох деревних порід: дуба звичайного, в'язу шорсткого, граба звичайного і липи дрібнолистої. У структурі запасу мертвої деревини переважає сухостій – 67,9%, а частка лежачої мертвої деревини відповідно сягає 32,1% (рис. 4).

Основна частина запасу мертвої деревини утворена завдяки двом деревним породам – дубу звичайному й в'язу шорсткому, частка детриту яких разом становить 97,5%. Інші дві деревні породи сформували лише 2,5% запасу відповідно. Для дуба звичайного характерним є значне переважання сухостійної деревини, натомість для в'язу шорсткого та граба звичайного – лежачої мертвої деревини. Деревний детрит липи дрібнолистої у досліджуваній екосистемі представлено лише фракцією сухою (рис. 5).

Загалом, у досліджуваній лісовій екосистемі деревний детрит характеризується I–V класами деструкції, водночас переважає детрит II класу розкладання (44,5 м³·га⁻¹; 40,9%), дещо меншу частку має відмерла деревина I класу (30,3 м³·га⁻¹; 27,8%) і III (20,2 м³·га⁻¹; 18,6%) класів, ще менше детриту IV (12,1 м³·га⁻¹; 11,1%), а частка останнього V класу є незначною (1,7 м³·га⁻¹; 1,6%) (рис. 6).

Загальний стовбуровий запас ростучого деревостану становив 348,2 м³·га⁻¹,

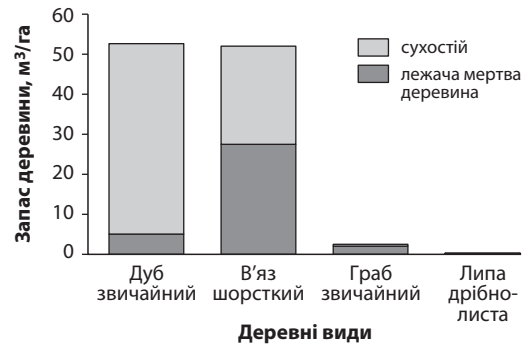


Рис. 4. Розподіл запасу мертвої деревини за фракціями та деревними породами

відношення запасу мертвої деревини до стовбурового запасу ростучого деревостану сягало 31,3%.

Важливою особливістю є те, що майже половина (48,4%) запасу відмерлої деревини у досліджуваному грабово-дубовому лісовому насадженні утворилася за рахунок відмирання дерев в'яза шорсткого – тієї породи, що займала незначну частку у ростучому деревостані. Наразі зазначений деревний вид повністю відпав із деревостану. Незначний відпад спостерігається для граба звичайного – деревного виду, який формує другий ярус та має значну частку у загальному запасі деревостану (рис. 7).

Одержані нами результати було порівняно з даними інших дослідників. Автори у праці [14] встановили, що у 140-річних сосново-дубових лісах природного походження в умовах свіжої судіброви урочища Зміїні острови Канівського природного заповідника мертва деревина має запас 56,3 м³·га⁻¹, у структурі якого переважає сухостій – 82,1%, а частка лежачої мертвої деревини відповідно становить 17,9%. Відмерла деревина утворена за рахунок відмирання дерев двох деревних порід, які є домінуючими у деревостані. Загалом, мертву деревину утворено детритом I–IV класів деструкції, водночас значну перевагу має детрит II класу розкладання (70,5%).

За даними авторів [25], у дубових лісостанах Лівобережного Лісостепу України середній запас мертвої деревини становить 36,0 м³·га⁻¹ (1,5–105,3 м³·га⁻¹). Частка грубого деревного детриту від запасу ростучого деревостану становила в середньому 11,7%.

Автори у науковій роботі [26] досліджували відмерлу деревину у лісах із домінуванням дуба (*Quercus* sp.) у природному заповіднику в Австрії і встановили, що середній запас грубого деревного детриту сягав 107,3 м³·га⁻¹, частка сухоостою – 22%, лежачої мертвої деревини – 78%. У структурі запасу переважає детрит II (51%) і III (43%) класів деструкції, а найменшу частку становила мертва деревина останньої (V) стадії розкладання (1%). Для мертвої деревини дуба характерним було доміну-

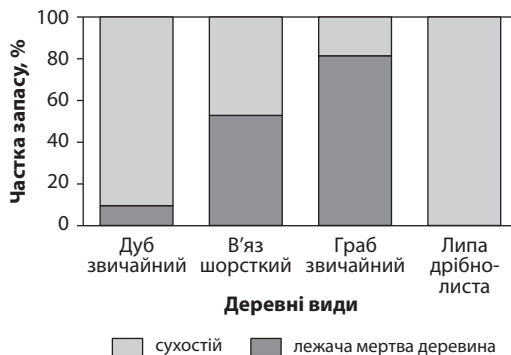


Рис. 5. Розподіл запасу мертвої деревини за фракціями та деревними породами

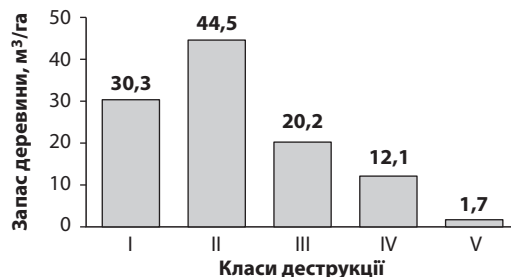


Рис. 6. Розподіл загального запасу мертвої деревини за класами деструкції

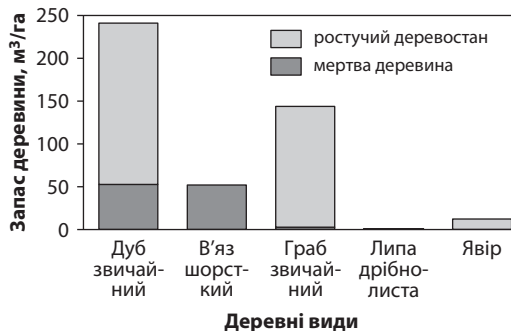


Рис. 7. Розподіл запасу мертвої деревини та стовбурового запасу ростучого деревостану за деревними породами

вання II класу деструкції (64%), а для граба звичайного та інших порід – III класу (61 і 69% відповідно).

Аналізуючи отримані нами дані, можна зробити висновок, що вони загалом узгоджуються з результатами подібних досліджень. Водночас відмінності в запасі мертвої

деревини та його розподілу за компонентами та класами деструкції в досліджуваних нами лісах, порівнюючи з даними інших дослідників, може бути пов'язаний із низкою чинників. Запас мертвої деревини залежить від клімату регіону, трофності та зволоженості місцезростання, типу лісу, породного складу та запасу деревостану, віку, характеру та інтенсивності стихійних природних явищ, а також характеру лісогосподарської діяльності.

Порівняно високий запас деревного детриту утворився значною мірою за рахунок порівняно нещодавно відмерлих дерев дуба звичайного діаметром понад 70 см I–II класів деструкції, які належать до фракції сухостійної мертвої деревини. Невисокий запас лежачої мертвої деревини може бути пояснений порівняно нетривалим періодом абсолютної заповідності. Природний заповідник «Медобори» засновано у 1990 р., при цьому досліджуване нами лісове насадження розвивалося без господарського впливу впродовж останніх 30 років. Раніше в цих лісах проводилося вибіркоче видалення сухостійних і повалених дерев у порядку проведення вибіркових санітарних рубок та ліквіда-

ції захаращеності. Це підтверджується як доволі низьким запасом детриту V класу деструкції, так і низькою різноманітністю класів деструкції лежачої мертвої деревини в межах окремих деревних видів.

ВИСНОВКИ

У грабово-дубовому лісовому насадженні природного походження на території природного заповідника «Медобори» запас грубого деревного детриту становить $108,8 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$, який утворено чотирма деревними видами, двома фракціями (сухостійна і лежача) та характеризується п'ятьма класами деструкції. Переважання сухоостою у загальному запасі мертвої деревини, а також домінування детриту I і II класів деструкції пояснюється порівняно нетривалим періодом абсолютної заповідності, впродовж якого лісова екосистема розвивалася без господарського втручання, а також впливом лісогосподарської діяльності (вибіркових санітарних рубок та ліквідації захаращеності) у минулому. Перспективним нині є дослідження значення деревного детриту у збереженні біорізноманіття досліджуваної лісової екосистеми природного заповідника «Медобори».

ЛІТЕРАТУРА

1. Harmon M.E. et al. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in ecological Research*. 1986. Vol. 15. P. 133–302. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(03\)34002-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(03)34002-4).
2. Stevens V. The ecological role of coarse woody debris: an overview of the ecological importance of CWD in B.C. forests. Res. Br., B.C. Min. For., Victoria, B.C., Work. 1997. № 30. P.26.
3. Jonsell M., Weslien J. and Ehnstrom B. Substrate requirements of red-listed saproxylic invertebrates in Sweden. *Biodiversity and Conservation*. 1998. Vol. 7. P. 749–764. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008888319031>
4. Humphrey J.W. et al. Deadwood as an indicator of biodiversity in European forests: from theory to operational guidance. *EFI-Proceedings*. 2004. Vol. 51. P. 193–206.
5. Müller J. and Bütler R. A review of habitat thresholds for dead wood: A baseline for management recommendations in European forests. *European Journal of Forest Research*. 2010. Vol. 129. P. 981–992. DOI: [10.1007/s10342-010-0400-5](https://doi.org/10.1007/s10342-010-0400-5).
6. Прядко О.І. та ін. До біорізноманіття дубово-ясеневих лісів долини р. Віта та його ролі у розкладанні відмерлої деревини на території НПП «Голосіївський». *Функціонування природоохоронних територій в сучасних умовах: матеріали міжн. наук.-практ. конф. з нагоди 30-річчя НПП «Синевир»* (Синевир, 18–20 верес. 2019 р.). Синевир, 2019. С. 77–82.
7. Stokland J.N., Tomter S.M. and Soderberg U. Development of Dead Wood Indicators for Biodiversity Monitoring: Experiences from Scandinavia. *EFI-Proceedings*. 2004. Vol. 51. P. 207–228.
8. Лакида П.І., Білоус А.М., Василюшин Р.Д., Макачук І.Я. Біопродуктивність та енергетичний потенціал м'яколистяних деревостанів Українського Полісся: моногр. Корсунь-Шевченківський: ФОП В.М. Гаврищенко, 2012. 454 с.
9. Пастернак В.П. Біопродуктивність лісів Північного Сходу України в контексті змін клімату: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.03.02, 06.03.03. Київ, 2011. 41 с.
10. Положення про природний заповідник «Медобори». Затверджено наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 23.02.2021 № 141. URL: <http://www.medobory-reserve.te.ua/home/reserve-information/medobory-reserve.te.ua> (дата звернення: 01.12.2021).
11. Коніщук В.В., Ходинь О.Б. Екосозологічне значення природного заповідника «Медобори». *Агроєкологічний журнал*. 2019. № 1. С. 15–23.

- DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163240>
12. Чорнобров О.Ю. та ін. Екологічна оцінка запасу мертвої деревини у природних листяних лісах долини р. Віти у національному природному парку «Голосіївський». *Агроекологічний журнал*. 2020. № 2. С. 45–54. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207680>
 13. Чорнобров О.Ю., Шевчик В.Л., Соломаха І.В. Кількісні та якісні показники грубого детриту у лісах з домінуванням *Carpinus betulus* L. Канівського природного заповідника. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 1. С. 42–53. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227238>
 14. Чорнобров О.Ю. Особливості формування запасів грубого деревного детриту у свіжих судібровах урочища «Зміїні острови» Канівського природного заповідника. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 1. С. 102–112. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2021.231886>
 15. Chornobrov O., Tymochko I. and Bezrodnova O. Volume of woody detritus in fresh maple-linden dibrova in Slobzhanskiy National Nature Park. *Balanced nature using*. 2021. Vol. 2. P. 88–97. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2021.237995>
 16. Фурдичко О.І. та ін. Оцінювання запасів грубого деревного детриту у лісових екосистемах національного природного парку «Слобожанський». *Наукові доповіді НУБіП України. Сер.: Біологія, біотехнологія, екологія*. 2021. № 1 (89). DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovid2021.01.003>
 17. Савицька А.Г. Відмерла деревина як субстрат для розвитку мохоподібних лісових угруповань. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. № 25 (9). С. 172–177.
 18. Чумак М. Сапроксилобійні твердокрилі (*Coleoptera, Insecta*) і мертва деревина в буковому пралісі Угольського масиву Карпатського біосферного заповідника. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Сер.: Біологічні науки*. 2016. № 12. С. 93–108. DOI: <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2016-337-12-93-98>
 19. Національний атлас України / за ред. Л.Г. Руденко. Київ: ДНВП «Картографія», 2008. 440 с.
 20. Офіційний сайт природного заповідника «Медобори». URL: <http://www.medobory-reserve.te.ua>
 21. Звіт про науково-дослідну роботу «Оцінка стану й розробка заходів щодо збереження та відтворення лісостанів заповідника у відповідності з вимогами положення про Проєкт організації території ПЗ «Медобори» та охорони його природних комплексів ГД 08.09-26-15» (заклучний). Львів, 2016. 71 с.
 22. СОУ 02.02-37-476:2006. Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання. [Чинний від 2007-05-01]. Київ: Мінагрополітики України, 2006. 32 с.
 23. Білоус А.М. Методика дослідження мортмаси лісів. *Біоресурси і природокористування*. 2014. Т. 6. № 3–4. С. 134–145.
 24. Лісотаксаційний довідник. Затверджено Державним агентством лісових ресурсів України / за ред. С.М. Кашпора, А.А. Строчинського. Київ: Вид. дім «Вінченко», 2013. 496 с.
 25. Yarotskiy V.Yu., Pasternak V.P. and Nazarenko V.V. Deadwood in the oak forests of the Left Bank Forest-steppe of Ukraine. *Folia Forestalia Polonica*. 2019. Vol. 61 (4). P. 247–254. DOI: <https://doi.org/10.2478/ffp-2019-0024>
 26. Rahman M., Frank G., Ruprecht H. and Vacik H. Structure of coarse woody debris in Lange-Leitn Natural Forest Reserve, Austria. *Journal of forest science*. 2008. Vol. 54 (4). P. 161–169. DOI: <https://doi.org/10.17221/3102-JFS>

REFERENCES

1. Harmon, M.E. et al. (1986). Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in ecological Research*, 15, 133–302. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(03\)34002-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(03)34002-4) [in English].
2. Stevens, V. (1997). The ecological role of coarse woody debris: an overview of the ecological importance of CWD in B.C. forests. Res. Br., B.C. Min. For., Victoria, B.C., Work [in English].
3. Jonsell, M., Weslien, J. & Ehnstrom, B. (1998). Substrate requirements of red-listed saproxylic invertebrates in Sweden. *Biodiversity and Conservation*, 7, 749–764. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008888319031> [in English].
4. Humphrey, J.W. et al. (2004). Deadwood as an indicator of biodiversity in European forests: from theory to operational guidance. *EFI-Proceedings*, 51, 193–206 [in English].
5. Müller, J. & Bütler, R. (2010). A review of habitat thresholds for dead wood: A baseline for management recommendations in European forests. *European Journal of Forest Research*, 129, 981–992. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10342-010-0400-5> [in English].
6. Priadko, O.I. et al. (2019). Do bioriznomanittia dubovo-yasenevykh lisiv dolyny r. Vita ta yoho roli u rozkladanni vidmerloi derevyny na terytorii NPP «Holosiivskiy» [Concerning biodiversity of oak-ash forests in Vita River valley and its role in decomposition of dead wood in «Holosiivskiy» NNP]. *Funktsionuvannya pryrodookhoronnykh terytoriy v suchasnykh umovakh: materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi z nahody 30-richchya natsional'noho pryrodnoho parku «Synevyr» [Functioning of protected areas in modern conditions: materials of the international scientific-practical conference on the occasion of the 30th anniversary of the Synevyr National Nature Park]*. (pp. 77–82) [in Ukrainian].
7. Stokland, J.N., Tomter, S.M. & Soderberg, U. (2004). Development of Dead Wood Indicators for Biodiversity Monitoring: Experiences from Scandinavia. *EFI Proceedings*, 51, 207–226 [in English].
8. Lakyda, P.I., Bilous, A.M., Vasylyshyn, R.D. & Makarchuk, I.Ya. (2012). *Bioproduktyvnist ta enerhetychnyi potentsial miakolystianykh derevostaniv Ukrainskoho Polissia [Bioproductivity and energy potential of softwood stands of Ukrainian Polissya]*. Korsun-Shevchenkivskiy: FOP V.M. Havryshenko [in Ukrainian].

9. Pasternak, V.P. (2011). Bioproductyvniŭst lisiv pivnichnoho skhodu Ukrainy v konteksti zmin klimatu [Bioproductivity of forests of northeastern Ukraine in the context of climate change]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
10. Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine. (2021). *Polozhennia pro pryrodnyi zapovidnyk «Medobory» [Regulations on Medobory Nature Reserve]*. URL: <http://www.medobory-reserve.te.ua/home/reserve-information/medobory-reserve.te.ua> [in Ukrainian].
11. Konishchuk, V.V. & Khodyn, O.B. (2019). Ekosozolohichne znachennia pryrodnoho zapovidnyka «Medobory» [Ecosociological significance of the Medobory Nature Reserve]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal*, 1, 15–23. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163240> [in Ukrainian].
12. Chornobrov, O.Yu. et al. (2020). Ekolohichna otsinka zapasu mertvoi derevyny u pryrodnykh lystianykh lisakh dolyn r. Vity u natsionalnomu pryrodnomu parku «Holosiivskiy» [Ecological assessment of dead wood volume in natural deciduous forests in Vita river valley in Holosiivskiy National Nature Park]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal*, 2, 45–54. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207680> [in Ukrainian].
13. Chornobrov, O.Yu., Shevchyk, V.L. & Solomakha, I.V. (2021). Killisni ta yakisni pokaznyky hruboho detrytu u lisakh z dominuvanniam *Carpinus betulus* L. Kanivskoho pryrodnoho zapovidnyka [Quantitative and qualitative attributes of dead wood in dominated by *Carpinus betulus* L. forests in Kaniv Nature Reserve]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal*, 1, 42–53. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227238> [in Ukrainian].
14. Chornobrov, O.Yu. (2021). Osoblyvosti formuvannya zapasiv hruboho derevnoho detrytu u svizhykh sudibrovakh urochyscha «Zmiini ostrovy» Kanivskoho pryrodnoho zapovidnyka [Features of coarse woody debris volume formation in fresh sudibrova conditions in Zmiini islands tract of Kaniv Nature Reserve]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya – Balanced nature using*, 1, 102–112. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2021.231886> [in Ukrainian].
15. Chornobrov, O., Tymochko, I. & Bezrodnova, O. (2021). Volume of woody detritus in fresh maple-linden dibrova in Slobozhanskyi National Nature Park. *Balanced nature using*, 2, 88–97. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2021.237995> [in English].
16. Furdychko, O.I., Chornobrov, O.Yu., Solomakha, I.V. & Tymochko, I.Ya. (2021). Otsiniuvannya zapasiv hruboho derevnoho detrytu u lisovykh ekosystemakh natsionalnoho pryrodnoho parku «Slobozhanskyi» [Estimation of coarse woody debris stocks in forest ecosystems of Slobozhanskyi National Nature Park]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy. Seriya: Biologiya, biotekhnologiya, ekologiya – Scientific reports of NULES of Ukraine. Series: Biology, biotechnology, ecology*, 1 (89). DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.003> [in Ukrainian].
17. Savytska, A.H. (2014). Vidmerla derevyna yak substrat dlia rozvytku mokhopodibnykh lisovykh uhrupovan [Dead Wood as a Substrate for Mosses in Forest Communities]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrainy – Scientific Bulletin of UNFU*, 25 (9), 172–177 [in Ukrainian].
18. Chumak, M. (2016). Saprosylobiontni tverdokryli (*Coleoptera, Insecta*) i mertva derevyna v bukovomu pralisi Uholkoho masyvu Karpatskoho biosfernoho zapovidnyka [Saproxyllic beetles (*Coleoptera, Insecta*) and Dead Wood in Beech Virgin Forests Uholka Massif Carpathian Biosphere Reserve]. *Naukovyy visnyk Shkhidnoyevropeys'koho natsional'noho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Seriya: Biolohichni nauky – Scientific Bulletin of the Lesia Ukrainka East European National University. Series: Biological sciences*, 12, 93–108. DOI: <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2016-337-12-93-98> [in Ukrainian].
19. Rudenko, L.G. (Ed.). (2008). *Nacional'nyy atlas Ukrai'ny [National atlas of Ukraine]*. Kyiv: DNVP «Kartografija» [in Ukrainian].
20. Oficiinyi sait pryrodnoho zapovidnyka «Medobory» [Official site of the Medobory Nature Reserve]. URL: <http://www.medobory-reserve.te.ua> [in Ukrainian].
21. Ukrainian National Forestry University (2016). *Zvit pro naukovo-doslidnu robotu «Otsinka stanu y rozrobka zakhodiv shchodo zberezhenia ta vidtvorennia lisostaniv zapovidnyka u vidpovidnosti z vymohamy polozhennia pro Proekt orhanizatsii terytorii PZ «Medobory» ta okhorony yoho pryrodnykh kompleksiv. HD 08.09-26-15» (zakliuchnyi) [Report on research work «Assessment of the state and development of measures for the preservation and reproduction of forest stands in accordance with the requirements of the Regulations on the Project for the territory organization of «Medobory» Nature Reserve and protection of its natural complexes. GD 08.09-26-15» (final)]*. Lviv [in Ukrainian].
22. Plshchi probni lisovoporyadni. Metod zakladannya [Forest inventory sample plots. Establishing method]. (2006). *SOU 02.02-37-476:2006 from 1st May 2007*. Kyiv: Min-vo ahrarynoy polityky Ukrainy [in Ukrainian].
23. Bilous, A.M. (2014). Metodyka doslidzhennia mortmasy lisiv [Methodology of the research mortmass of forest]. *Bioresursy i pryrodokorystuvannya – Biological Resources and Nature Management*, 6, 3–4, 134–145 [in Ukrainian].
24. Kashpor, S.M. & Strohynskiy, A.A. (Eds.). (2013). *Lisotaksatsiyniy dovidnyk [Forest taxation handbook]*. Kyiv [in Ukrainian].
25. Yarotskiy, V.Yu., Pasternak, V.P. & Nazarenko, V.V. (2019). Deadwood in the oak forests of the Left Bank Forest-steppe of Ukraine. *Folia Forestalia Polonica*, 61 (4), 247–254. DOI: <https://doi.org/10.2478/ffp-2019-0024> [in English].
26. Rahman, M., Frank, G., Ruprecht, H. & Vacik, H. (2008). Structure of coarse woody debris in Lange-Leitn Natural Forest Reserve, Austria. *Journal of forest science*, 54 (4), 161–169. DOI: <https://doi.org/10.17221/3102-JFS> [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 15.10.2021

ЕТАПИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНИХ ГРУП РОСЛИННОСТІ ПОДІЛЛЯ

О.В. Мудрак¹, А.П. Магдійчук²

¹ КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти» (м. Вінниця, Україна)
e-mail: ov_mudrak@ukr.net; ORCID: 0000-0002-1776-6120

² Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: mahdiichuk@gmail.com; ORCID: 0000-0001-6719-2148

У запропонованій оглядовій статті проаналізовано літературні та архівні дані, присвячені вивченню флористичного різноманіття в межах території Поділля. Дослідження в межах регіону в історичному аспекті поділено на чотири етапи. Виділено екологічні, геоботанічні, флористичні, систематичні, фітосозологічні напрями досліджень еколого-ценотичних груп різних типів рослинності. Визначено, що вагоме наукове значення та відображення специфіки поширення видів у межах регіону мали результати досліджень таких провідних еколого-ценотичних груп, як лісова, лучна, лучно-степова, степова, лучно-болотна та водно-болотна рослинності. Виявлено, що описи типових для регіону видів флори з'явилися в XIX ст. у межах загальної характеристики регіону. Встановлено, що перші знання про флористичне різноманіття було отримано з активізацією діяльності закладів освіти, академії наук та з появою краєзнавчих науково-дослідницьких товариств, у межах діяльності яких здійснювались ґрунтовні експедиційні дослідження. Ці праці мали узагальнювальний характер, однак на основі здобутих фундаментальних знань та зібраного гербарного матеріалу було сформовано перші зведені списки видів рослин, що надало загальне уявлення про специфіку поширення видів у регіоні. Подальші дослідження стосувалися вивчення генезису флори, видової диференціації, визначення рослинних угруповань, місцезростань окремих і рідкісних видів, що стало передумовою флористичного й геоботанічного районування території. Результатами багаторічних експедицій і досліджень рослинного покриву стало створення низки відомих природоохоронних об'єктів, а саме природного заповідника «Медобори», національних природних парків «Подільські Товтри», «Кармелюкове Поділля», «Кременецькі гори», «Дністровський каньйон», «Мале Полісся» і «Верхнє Побужжя», регіональних ландшафтних парків «Мальованка», «Загребелля», «Середнє Побужжя», «Дністер», «Мурафа», «Немірівське Побужжя» та ін. Наразі созологічний напрям досліджень залишається важливим та пріоритетним у контексті збереження й охорони фіторізноманіття, створення нових та розширення існуючих заповідних об'єктів, формування Смарагдової мережі, реалізації регіональної екологічної мережі Подільського регіону.

Ключові слова: флористичне різноманіття, історичні етапи, поширення видів, Поділля, созологічні підходи.

ВСТУП

Поділля є географічною областю, яка охоплює території сучасних Тернопільської (Західне Поділля), Хмельницької (Центральне Поділля) та Вінницької (Східне Поділля) адміністративних областей. Її розташування, ландшафтне різноманіття, едафічні і гідрокліматичні умови зумовили появу та формування широкого спектра флори впродовж тривалого часу. Однак швидкі темпи урбанізації, низький відсоток заповідності територій, втрата лісових екосистем, руйнування цілісності ланд-

шафтних комплексів призвели до швидкої втрати значної частини біорізноманіття. Складовою пошуку шляхів раціонального використання природних ресурсів та забезпечення охорони й відновлення природних територій є проведення комплексного аналізу і структуризації даних флористичних досліджень в розрізі минулих років.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Наукові дослідження флори, які проводилися у межах Поділля, в історичному розрізі нами виділено в чотири етапи.

Перший етап (від язичницьких часів — кінець XIX ст.). Одні з перших описів регіону в природничому напрямі були здійснені землеміром К. Екстером (1800, 1806), який надав загальну географічну, гідрографічну, топографічну і економічну характеристику Подільської губернії з поверхневим описом її типової флори та фауни [1]. Перші такі описи характеризувались неповними знаннями про навколишнє середовище через використання архівних даних, що визначило необхідність проведення детальних досліджень.

На початку XIX ст. вивчення флори Поділля пов'язують із початком активної діяльності освітніх закладів та академії наук. Відомий тогочасний Кременецький університет, розташований у межах Західного Поділля, став центром діяльності таких науковців, як В. Бессер (1822, 1827) і А. Андржівський (1823–1869). В. Бессер проводив фахові і фітосистематичні дослідження в різних частинах Поділля, визначаючи місцезростання нових та рідкісних видів, що стало фундаментом вивчення флористичного складу не лише Поділля, але й Правобережної України загалом. Його учень, А. Андржівський, узагальнював і порівнював флористичне різноманіття, конкретизував місцезростання типових та рідкісних для регіону рослин, а також описував флористичний склад території, яка на сьогодні є територією Національного природного парку (НПП) «Подільські Товтри». Р. Траутфеттер (1851, 1853) наводив опис рослинно-географічних округів, звертаючи увагу на місцезростання видів, із акцентом на листяні деревні породи, які, за його думкою, визначають характер флори країни та її регіонів. Так, територія Поділля, відповідно до запропонованого Траутфеттером поділу на округи, відносилась до округу черешні звичайної (*Prunus avium* L.) [2]. Г. Бельке (1859) працював у межах Кам'янецьчини, результатом його досліджень став анотований список флори, з вказаним місцезростанням та визначенням рідкісних видів. О. Рогович (1869), з Київського університету, у своїй відомій праці «Обозрение семенных и выс-

ших споровых растений, входящих в состав флоры губерний Киевского учебного округа: Вольнской, Подольской, Киевской, Черниговской и Полтавской» описав флору Київського навчального округу на основі власних досліджень та узагальнюючи дані В. Тишецького (1828), який проводив дослідження на Поділлі, зокрема на території Малеого Полісся. За результатами досліджень, було зібрано 663 види гербарних рослин, що стало цінним науковим матеріалом. В.В. Монтрезор (1881, 1886, 1898) опублікував список дикорослих видів рослин Київського учебного округу, які могли б використовуватись у садівництві, з зазначенням їх місцезростань і часу цвітіння. Під час експедицій, він описав рослинність лук, степів, урочищ, лісів та місцезростання рідкісних видів у південній частині Поділля. За дослідженнями І. Шмальгаузена (1886) було складено та узагальнено список типових видів флори Подільської губернії з зазначенням місцезростань рідкісних видів, зокрема кадило сарматське (*Melittis sarmatica* L.), астранція велика (*Astrantia major* L.), верба чорнична (*Salix myrtilloides* L.), ситник розчепирений (*Juncus squarrosus* L.) [3].

Отже, початковий етап досліджень мав загальний флористичний напрям: за цей період було створено списки типових видів із зазначенням їх місцезростань, які формували фундаментальні знання про структуру видового складу флори регіону.

Другий етап (перша половина XX ст.). На цьому етапі дані, отримані за рахунок досліджень XIX ст., поглиблювались знаннями про особливості поширення флори та її генезис. У напрямі вивчення особливостей поширення видів працював вчений-натураліст, професор університету міста Познань Й.К. Пачоський (1900, 1910), який проаналізував особливості флори Поділля, її унікальні реліктові та ендемічні види, а на основі порівняння списків рослин Полісся, Волино-Поділля і Причорноморських степів відзначив пріоритет подільського типу рослинності як основного джерела поширення і розселення видів [4]. Б. Гріневецький (1911) досліджував особ-

ливості східної межі бука в Європі, в тому числі й на Поділлі [3]. Г. Запалович (1911) опублікував працю, в якій навів список рідкісних та нових видів рослин, розглядав питання видової диференціації й загально-го флористичного районування [2].

Другий етап досліджень характеризується збільшенням наукового інтересу до вивчення природи Поділля, що сприяло появі наукових товариств. У 1911 р., у Кам'янці-Подільському було створено «Товариство Подільських природодослідників та любителів природи», одним із завдань яких було вивчення флори Подільської губернії. Товариство проіснувало 5 років і видало результати власних досліджень у трьох томах «Записки Подольского общества естествоиспытателей и любителей природы». Один з членів товариства, С.М. Маковецький (1913) сформував флористичні списки нових та рідкісних видів рослин у межах Придністер'я і Товтр, описував стан лісових, лучних і степових рослинних угруповань [2; 4].

Результатами досліджень В. Шафера, С. Кульчинського, Б. Павловського (1924) стала праця «Визначник рослин», в якій вони опублікували дані про поширення видів, зокрема в роботі було описано близько 50 рідкісних для регіону видів [4]. О. Савостянов (1925) у відомій роботі «Дика рослинність Поділля» навів розширені флористичні списки території Східного Поділля [2].

М.І. Котов (1928) проводив комплексні ґрунтово-геоботанічні дослідження у межах Проскурівського округу, в процесі яких було опубліковано перелік виявлених місцезростань нових видів рослин. У 1930 р. ним було охарактеризовано бучкові ліси урочища неподалік Сатанова. Нові дані про флористичний склад території Придністер'я і Кам'янецького регіону опублікували у своїх працях Д. Богацький (1928), Ф.О. Гринь (1931, 1936), Ю.Х. Молотківський (1936), М.І. Косець (1937) [3], а М.М. Круцкевич (1937) здійснював перевірки місцезростань описаних видів, уточнюючи флористичні списки раніше не виявлених і рідкісних видів [4].

Ю.Д. Клеопов (1928, 1938) здійснив дослідження широколистяних лісів, їх генезис та реліктові неморальні елементи [2]. Праці В. Шафера (1930, 1935) включали описи реліктових видів, аналіз лісових і степових угруповань, обґрунтування створення резервату неподалік села Шутроминці [2]. Значною є його праця, де зібрана інформація з хорології та фітоценології бучових лісів, включаючи суцільні й острівні поширення окремих видів у межах Поділля [5]. А.І. Барбарич (1937) наводить дані про суходільні луки в межах Малеого Полісся, а дослідження Б.Є. Балковського (1938, 1939) базувались на вивченні біологічної складової флори [3].

Флористичні особливості Західного Поділля, свідчення про поширення окремих видів та їх угруповань містяться у публікаціях Я. Мондальського (1930, 1936, 1938), В. Гаєвського (1931–1932, 1934, 1937), Р. Кобендзи (1933, 1935), С. Мацько (1935, 1937), С. Кульчинського (1936), Ю. Мотики (1936, 1937), М. Лімановського (1939). М.І. Косець (1947) охарактеризували структуру бучових лісових екосистем відповідно до ботаніко-географічних округів Західного Поділля [2].

Отже, другий етап відзначається збільшенням наукового інтересу до питань ідентифікації видів та опису їх типових місцезростань. Значну кількість праць було присвячено вивченню лісових, лучних та степових еколого-ценотичних груп. Дослідження проводились у межах геоботанічних, флористичних та систематичних напрямів.

Третій етап (друга половина ХХ ст. — кінець ХХ ст.). Цей етап характеризується поглибленим вивченням еколого-ценотичних груп флори окремих частин Поділля, що стало основою природного районування території. Характерним для цього періоду є і фрагментарне вивчення флори регіону. Так, С.С. Харкевичем було наведено місцезнаходження конюшини люпинової, визначено Є.Г. Бобровим; А.І. Барбаричем — місцезнаходження рододендрону жовтого [4]. У працях В.Г. Хржановського (1952, 1958) було визначено характерні

види родофлори, з перевагою поширення в рослинному покриві шипшини [2] тощо.

Питання геоботанічного районування розглядала Є.М. Брадів (1957, 1961, 1977), яка обґрунтувала необхідність виділення Малого Полісся в окремих ботанико-географічний район. Вона надала загальну характеристику цього регіону та поширених видів рослин, розробила схематичну карту. Визначення східної межі Малого Полісся було проведено на основі торфово-болотного районування. Під час проведення геоботанічного районування, було виділено Малополіський округ соснових та дубово-соснових лісів й евтрофних боліт. Опис реліктової рослинності мезотрофних боліт міститься в праці А.І. Барбарича [3]. За його припущеннями, район внутрішньої акумулятивної рівнини Верхнього Бугу і Стиру зберігає низку гляціальних реліктів [4]. Рослинність верхів'я річки Віллі досліджували Є.Я. Єлін, І.М. Григора, П.М. Полив'яний (1960), Ю.Р. Шеляг-Сосонко та А.І. Кузьмичов (1967) — заплавні луки річки Горинь, верхів'я річки Корчик — М.Н. Бувацьцев (1974) [3].

Г.В. Козій (1954, 1963) вивчав особливості поширення рослинності Західного Поділля на основі рослинних решток у четвертинних відкладах, конкретизував особливості рослинного покриву регіону [2; 3]. Рідкісні рослини та формації в межах Голігир на території Західного Поділля досліджував М.О. Бухало (1962, 1967) [5], степову рослинність Подільського регіону вивчали А.А. Зап'ятова (1963), Р.С. Богайчук (1969), Г.С. Куковиця (1984), О.О. Орлов (1984) [2].

Г.О. Кузнецова (1954, 1963, 1967) започаткувала вивчення флори Середнього Придністер'я [3]. У межах Кам'янецьчини, М.М. Круцкевич (1958, 1961, 1967) досліджував рідкісні види і флористичний склад схилів Подільських Товтр. І.І. Мороз (1966, 1969, 1970, 1973), вивчала видове різноманіття відслонень Товтрового краю, особливу увагу звертаючи на видовий склад. Дослідниця навила перелік видів, які потребували охорони. Г.С. Куковицею (1970, 1973) було розглянуто созологічні

питання, описано рідкісні види та угруповання, а також обґрунтовано необхідність створення природоохоронних об'єктів для їх збереження і захисту [4].

Результати вивчення лісової рослинності опубліковано в працях В.В. Осичнюк (1959, 1960), З.Н. Горохова і Ю.Р. Шеляг-Сосонка (1967) [2]. Ю.Р. Шеляг-Сосонко (1971, 1980) надав геоботанічну характеристику асоціацій дуба звичайного (*Quercus robur*) на Поділлі, характеризував рідкісні види флори Західного Поділля та території Товтр, разом з Г.С. Куковицею дослідив зникаючі види і визначив можливі межі геоботанічного районування рівнинної частини території Поділля [4].

Праці К.І. Геренчука (1979, 1980) містять інформацію про геологію, геоморфологію, клімат, едафічні, ландшафтні, гідрологічні і флористичні особливості території Західного й Центрального Поділля [6; 7]. Багато відомостей про рослинність регіону містяться у працях Б.В. Заверухи (1963–1965, 1983–1985), які присвячені хорології, ценоекології, генезису Волино-Поділля. Спільно з Т.Л. Андрієнко та В.В. Протопоповою розглянуто питання охорони видів, визначено рідкісні та ендемічні види, властиві регіону. За результатами їх досліджень було обґрунтовано створення Національного природного парку (НПП) «Подільські Товтри», охарактеризовано флору Кременецьких гір. С.В. Зелінка і С.М. Стойко (1983) обґрунтували необхідність створення деяких регіональних ландшафтних парків (РЛП) у межах Поділля. С.В. Зелінка, Л.С. Балашов та В.О. Шиманська розглядали питання охорони водно-болотних угідь у межах Західного Поділля [2]. Інформацію про рідкісні та зникаючі види букових лісів Поділля опублікували С.І. Ковальчук та О.М. Кльоц (1984) [5]. Цілеспрямовані дослідження флори та раритетних видів у межах Центрального Поділля здійснювала Л.Г. Любінська і Л.С. Юглічек (1987–2017) [3].

Нові ботанічні дослідження в межах Малого Полісся здійснювали А.В. Шумілова (1993), Н.В. Мшанецька (1995, 1998, 1999) [4]. За результатами експедицій те-

риторії Малеого Полісся ботаніка та болотознавця Т.Л. Андрієнко (1997, 1998), за участі О.І. Прядко та Л.С. Юглічек, було створено РЛП «Мальованка», заказники «Праліс», «Дорогоща», «Хутірський», пам'ятка природи «Три дуби», заповідне урочище «Вільшина» та ботанічної експозиції Краєзнавчого музею міста Нетішина [3].

Отже, третій етап характеризується комплексністю і систематичністю, еколого-ценотичні групи досліджуються в хорологічному, геоботанічному та флористичному напрямках. Цілі наукового пошуку поступово спрямовуються на охорону і збереження флористичного багатства регіону з появою фітосозологічного напрямку дослідження. Отримані результати цього періоду сприяли створенню таких об'єктів природно-заповідного фонду, як НПП «Подільські Товтри», РЛП «Мальованка» і «Загребелля», які в подальшому стали структурними елементами регіональної екологічної мережі.

Четвертий етап (початок ХХІ ст.). Науковці проводять комплексні та фрагментарні дослідження флори регіону, її динаміку та зміни, пов'язані з антропогенною діяльністю людини. Проводяться цілеспрямовані дослідження, які стають основою проєктування й розбудови національної екологічної мережі.

Л.С. Юглічек (2001–2005) продовжує вивчення особливостей розподілу рослинності, за результатами проведених досліджень було уточнено східну межу Малеого Полісся, розроблено геоботанічну карту та схему класифікації рослинності, визначено нові місцезростання ряду рідкісних видів. Новим напрямом у дослідженнях стає вивчення урбанoflor, характеризуючи поширення в флорі міст інвазійних видів із акцентом на характеристики рослин-інтродуцентів. Окрім Л.С. Юглічек, питаннями опису урбанoflor у межах регіону займалися О.О. Кагало, Л.Г. Любінська, М.В. Шевера, В.В. Протопопова, І.В. Ковтун, Я. Гузік, Л.М. Губарь та ін. [3].

Ареали поширення рідкісних і зникаючих видів рослин, а також питання їх охо-

рони розглянуто у працях Л.П. Казімірової і Р.Г. Білика (2001) [8]. Характеристику унікальних ксеротермних угруповань дослідили Я.П. Дідух та І. Коротченко (2003) [9]. В.І. Мельник та О.М. Корінько (2005) проаналізували букові ліси, дослідили динаміку та особливості острівного поширення бука на Поділлі [5]. Дослідження продуктивності штучних і природних лісових насаджень, а також питання раціонального лісокористування та господарського впливу висвітлили в спільній роботі М.І. Гордієнко, А.О. Бондар, Г.Т. Криницький [10]. С.М. Ємельянова (2007–2009) досліджувала вищу водну та водно-болотну рослинність у долині річки Південний Буг [3]. Детальну класифікацію грабових лісів провели Є.О. Воробйов, В.М. Любченко, В.М. Соломаха, О.О. Орлов (2008) [11]. В.М. Черняк, Г.Б. Синиця (2008) визначили рідкісні і зникаючі види рослин у межах Західного Поділля [12]. Списки виявлених у межах Центрального Поділля видів рослин, занесених до Червоної книги надала Л.П. Казімірова [13]. М.І. Козак (2012) проводив ґрунтовні дослідження особливостей водної рослинності в межах Західного Поділля, акцентуючи увагу на питаннях антропогенного впливу та охорони угруповань [14].

Центрами флористичних досліджень стали природоохоронні об'єкти та перспективні до заповідання території. Нові експедиції з метою вивчення флори НПП «Подільські Товтри» проводили О.О. Кагало та Н.В. Скібіцька (2000–2002) [15], В.В. Протопопова, Л.І. Крицька, М.В. Шевера, В.В. Новосад, О.М. Оптасюк, В.А. Онищенко, С.Л. Мосякін, Т.Л. Соломаха, Я.П. Дідух, П.М. Устименко [3]. Опис природно-заповідних територій із акцентом на види, які потребують охорони, здійснила Т.Л. Андрієнко (2008) [4]. Передумови виникнення та унікальність нового НПП «Верхнє Побужжя» висвітлені у роботі Л.П. Казімірової [16].

Експедиції з метою опису флори в межах природного заповідника «Медобори» та «Голицького» заказника здійснювали В. Онищенко (2000), Г.І. Оліяр (2001–2003),

М.Я. Музика (2003–2005), Т.О. Смеречинська (2005–2006), І. Попадинець (2008), В.Д. Бондаренко, Г.Т. Криницький, В.О. Крамарець (2006) [17]. В.М. Черняк, Г.Б. Сидица, І.О. П'ятківський (2014) розкрили цінність видового різноманіття об'єктів ПЗФ та роль заповідних територій у прогнозуванні можливих впливів господарської діяльності на фіторізноманіття, його збереження і раціональне використання [18].

У межах Східного Поділля, питаннями збереження, відтворення та охорони фіторізноманіття займалися А.Ю. Литвиненко, В. Шевчук, Т.Л. Андриєнко, Я.П. Дідух, І.А. Коротченко, О.О. Орлов, О.О. Любчак, О.Г. Яворська, П.М. Царенко, П.Д. Ключенко, О.П. Царенко, Є.І. Ворона, Ю.О. Клименко, О.В. Мудрак, В.І. Солоненко, О.В. Дедов, Г.В. Мудрак, С.Д. Криклива, Л.А. Голунова, О.А. Шевчук та ін. [19]. Дослідження О.В. Мудрака мають фітосозологічний напрям, у публікаціях розкривались питання видового різноманіття Східного Поділля з акцентом на раритетні компоненти флори, створення структурних елементів регіональної екологічної мережі, характеристики об'єктів ПЗФ, пошуку перспективних до заповідання територій, ролі заповідних територій в екологічній освіті та вихованні мешканців [20–22].

Отже, четвертий етап досліджень має чітко виражений фітосозологічний та екологічний напрями досліджень. На цьому етапі було створено низку таких об'єктів ПЗФ, як природний заповідник «Медобори», НПП «Кармелюкове Поділля», «Кременецькі гори», «Дністровський каньйон», «Мале Полісся» і «Верхнє Побужжя», РЛП «Середнє Побужжя», «Дністер», «Мурафа», «Немирівське Побужжя». Внаслідок збільшення впливу антропогенної трансформації, фітосозологічний напрям залишається пріоритетним напрямом досліджень у регіонів у контексті збереження

біорізноманіття та збільшення природо-заповідного потенціалу регіону. Новими перспективними напрямами досліджень у регіоні цього напрямку є визначення особливостей відновлення рослинних угруповань у межах малородючих та деградованих ділянок, які залишаються після такої антропогенної дії, як видобування корисних копалин, стихійних лих або нерентабельного використання земель.

ВИСНОВКИ

Вивчення рослинного покриву в межах території Поділля має довготривалу історію, в якій ми можемо виділити основні чотири етапи. На першому і другому етапах досліджень головним завданням науковців було визначення характерних елементів флори та основних принципів їх поширення в межах регіону. Створення ботанічних наукових товариств сприяло збільшенню наукового інтересу до питань вивчення флористичного різноманіття, дослідження стають цілеспрямованими, звертається увага на генезис флори і цінність окремих видів. На третьому етапі дослідження мали геоботанічне спрямування, однак кінець періоду відзначився тенденцією до появи природоохоронних територій. На четвертому етапі ця тенденція посилилась: на основі флористичних досліджень створюються об'єкти ПЗФ, вивчення рослинності набуває созоологічного та систематизованого характеру.

Окрім того, на сучасному етапі здійснюється вплив антропогенних чинників, що вказує на необхідність прогнозування можливих загроз для флористичного різноманіття регіону. Актуальними завданнями для майбутніх досліджень постають виявлення цінних перспективних територій для подальшого заповідання, особливо тих, що мають раритетне фіторізноманіття та пошук оптимальних шляхів для відновлення порушених екосистем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Описи Подільської губернії кінця XVIII — початку XIX ст. / за ред. С.А. Копилова, А.Б. Задорожнюк. Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2011. 124 с.
2. Заверуха Б.В. Флора Вольно-Подолли и ее генезис: моногр. Киев: Наукова думка, 1985. 192 с.
3. Любінська Л.Г., Юглічек Л.С. Флора Хмельнич-

- чини: навч. посіб. Хмельницький: ТзОВ Поліграфіст, 2017. 240 с.
4. Заповідні перлини Хмельниччини / за ред. Т.Л. Андриєнко. Хмельницький: ПАВФ Інтрада, 2006. 248 с.
 5. Мельник В.І., Корінько О.М. Букові ліси Подільської височини. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 152 с.
 6. Природа Тернопільської області: моногр. / за ред. К.І. Геренчука. Львів: Вища школа, 1979. 168 с.
 7. Природа Хмельницької області: моногр. / за ред. К.І. Геренчука. Львів: Вища школа, 1980. 152 с.
 8. Казімірова Л.П., Білик Р.Г., Матвеев М.Д., Новак В.О. Види рослин і тварин, що охороняються в Хмельницькій області. *Екологічна освіта на Хмельниччині*. 2001. С. 156–169.
 9. Дідух Я., Коротченко І. Ксеротермна рослинність Північно-Західного Поділля. *Вісник Львівського університету. Сер. біологія*. 2003. Вип. 34. С. 82–91.
 10. Гордієнко М.І. та ін. Лісові насадження Вінниччини / за ред. М.І. Гордієнка. Київ: «Урожай», 2006. 248 с.
 11. Воробйов Є.О., Любченко В.М., Соломаха В.А., Орлов О.О. Класифікація грабових лісів України. Київ: Фітосоціоцентр, 2008. 252 с.
 12. Черняк В.М., Синиця Г.Б. Рідкісні та зникаючі рослини Тернопільщини з Червоної книги України. Тернопіль: Богдан, 2008. 224 с.
 13. Казімірова Л.П. Червона книга України: рослини Хмельниччини. Кам'янець-Подільський: Мохинський, 2010. 52 с.
 14. Козак М.І. Вища водна флора та рослинність Західного Поділля: синтаксономія, антропогенна динаміка, охорона: моногр. Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006», 2012. 268 с.
 15. Кагало О.О., Скібіцька Н.В. Синоптичний продромус рослинності НПП «Подільські Товтри». *Фітосоціологія. 100 років наукового напрямку*: матеріали наук. конф. (м. Київ, 1–3 жовт. 2000 р.). Київ: Фітосоціоцентр, 2000. С. 32–43.
 16. Казімірова Л.П. Верхнє Побожжя. Хмельницький: Інтрада, 2012. 288 с.
 17. Стратегія і тактика природоохоронної діяльності лісового заповідника (на прикладі природного заповідника «Медобори») / за ред. Г.Т. Криницького. Львів: Сполом, 2006. 408 с.
 18. Черняк В.М., Синиця Г.Б., П'ятківський І.О. Унікальні перлини природи Тернопільщини: навч. кн. Тернопіль: Богдан, 2014. 512 с.
 19. Мудрак О.В. та ін. Еталони природи Вінниччини: моногр. / за ред. О.В. Мудрака. Вінниця: ТОВ «Консоль», 2015. 540 с.
 20. Мудрак О.В. Збалансований розвиток екомережі Поділля: стан, проблеми, перспективи: моногр. Вінниця: «СПД Главацька Р.В.», 2012. 914 с.
 21. Мудрак О.В., Мудрак Г.В. Особливості збереження біорізноманіття Поділля: теорія і практика: моногр. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛІТД». 2013. 320 с.
 22. Мудрак О.В., Овчинникова Ю.Ю. Східне Поділля — репрезентативний регіон національної екомережі. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 4. С. 7–13.

REFERENCES

1. Kopylov, S.A. & Zadorozhniuk, A.B. (Eds.). (2011). *Opysy Podilskoi hubernii kintsia XVIII — pochatku XIX st [Descriptions of the Podolsk province of the end of the XVIII — the beginning of the XIX century]*. Kamianets-Podilskyi: Aksioma [in Ukrainian].
2. Zaverukha, B.V. (1985). *Flora Volyno-Podolyy u ee henezys [Flora of Volyn-Podillya and genesis]*. Kyiv: Nauk. dumka [in Russian].
3. Liubinska, L.H. & Yuhlichek, L.S. (2017). *Flora Khmelnychchyny [Flora of Khmelnytsky region]*. Khmelnytsky: TsOV «Polygraphist» [in Ukrainian].
4. Andriienko, T.L. (Ed.). (2006). *Zapovidni perlyny Khmelnychchyny [Reserved pearls of Khmelnytsky region]*. Khmelnytsky: PAVF «Intrada» [in Ukrainian].
5. Melnyk, V.I. & Korinko, O.M. (2005). *Bukovi lisy Podilskoi vysochyny [Beech forests of the Podolsk Upland]*. Kyiv: Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].
6. Herenchuk, K.I. (Ed.). (1979). *Pryroda Ternopilskoi oblasti [Nature of Ternopil region]*. Lviv: Vyshcha shkola [in Ukrainian].
7. Herenchuk, K.I. (Ed.). (1980). *Pryroda Khmelnytskoi oblasti [Nature of Khmelnytsky region]*. Lviv: Vyshcha shkola [in Ukrainian].
8. Kazimirova, L.P., Bilyk, R.H., Matvieiev, M.D. & Novak, V.O. (2001). *Vydy Roslyn I tvaryn, shcho okhroniautsia v oblasti [Species of plants and animals protected in the area]*. *Ekolohichna osvita na Khmelnychchyni — Ecological education in Khmelnytsky region*, 156–169 [in Ukrainian].
9. Didukh, Ja. & Korotchenko, I. (2003). *Kserotermna roslynnist Pivnichno-Zakhidnoho Podillia [Xerothermic vegetation of North-Western Podolia]*. *Visnyk Lvivskogo universytetu — Bulletin of Lviv University*, 34, 82–91 [in Ukrainian].
10. Hordiienko, M.I. (Ed.). (2006). *Lisovi nasadzhennia Vinnychchyny [Forest plantations of Vinnytsia region]*. Kyiv: Vyd-vo «Urozhai» [in Ukrainian].
11. Vorobiov, Ye.O., Liubchenko, V.M., Solomakha, V.A. & Orlov, O.O. (2008). *Klasyfikatsiia hrabovyykh lisiv Ukrainy [Classification of hornbeam forests of Ukraine]*. Kyiv: Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].
12. Cherniak, V.M. & Synytsia, H.B. (2008). *Ridkisini ta znykaiuchi roslyny Ternopilshchyny z Chervonoj knyhy Ukrainy [Rare and endangered plants of Ternopil region from the Red Book of Ukraine]*. Ternopil: Bogdan [in Ukrainian].
13. Kazimirova, L.P. (2010). *Chervona knyha Ukrainy: roslyny Khmelnychchyny [Red Book of Ukraine: plants of Khmelnytsky region]*. Kamianets-Podilskyi: Moshynskyi [in Ukrainian].
14. Kozak, M.I. (2012). *Vyshcha vodna flora ta roslynnist Zakhidnoho Podillia: syntaksonomiia, antropohenna*

- dynamika, okhorona [Higher aquatic flora and vegetation of Western Podillya: syntaxonomy, anthropogenic dynamics, protection]*. Kamianets-Podilskyi: PP «Medobory-2006» [in Ukrainian].
15. Kahalo, O.O. & Skibitska, N.V. (2000). Synoptychnyi prodromus roslynnosti natsionalnoho pryrodnoho parku «Podilski Tovtry» [The synoptical prodromus of vegetation of Podilski Tovtry National nature park]. *Fitosotsiologia. 100 rokiv naukovoho napriamu: materialy naukovoï konferentsiyi [Phytosociology. 100 years of scientific direction: materials of the scientific conference]*. (pp. 32–43). Kyiv: Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].
 16. Kazimirova, L.P. (2012). *Verkhnie Pobozhzhia [Upper Pobuzhia]*. Khmelnytskyi: Intrada [in Ukrainian].
 17. Bondarenko, V.D., Krynytskyi, H.T. & Kramarets, V.O. (2006). *Stratehiia i taktika pryrodookhoronnoi diialnosti lisovoho zapovidnyka (na prykladi pryrodnoho zapovidnyka «Medobory») [Strategy and tactics of nature protection activities of the forest reserve (on the example of the nature reserve «Medobory»)]*. Lviv: Spolom [in Ukrainian].
 18. Cherniak, V.M., Synytsia, H.B. & Piatkivskyi, I.O. (2014). *Unikalni perlyny pryrody Ternopilshchyny [Unique pearls of nature of Ternopil region]*. Ternopil: Bogdan [in Ukrainian].
 19. Mudrak, O.V. (Ed.) et al. (2015). *Etalony pryrody Vinnychyny [Standards of nature of Vinnytsya]*. Vinnytsia: TOV «Konsol» [in Ukrainian].
 20. Mudrak, O.V. (2012). *Zbalansovanyy rozvytok ekomerezhi Podillya: stan, problemy, perspektyvy [Balanced development of the Podillya eco-network: state, problems, prospects]*. Vinnytsia: «SPD Hlavatka R.V.» [in Ukrainian].
 21. Mudrak, O.V. & Mudrak, G.V. (2013). *Osoblivosti zberezhenia bioriznomanittia Podillya: teoria i praktyka [Features of biodiversity conservation in Podolia: theory and practice]*. Vinnytsia: LTD «Nealan LTD» [in Ukrainian].
 22. Mudrak, O.V. & Ovchinnikova, Yu.Yu. (2017). Skhidne Podillya – reprezentativnyy region national'noi ekomerezhi [Eastern Podillya – a representative region of the national econetwork]. *Ahroekologichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 4, 7–13 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 15.09.2021

СУЧАСНА ЧИСЕЛЬНІСТЬ ГОРЛИЦІ ЗВИЧАЙНОЇ (*STREPTOPELIA TURTUR*) У ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОМУ ПРИЧОРНОМОР'І

І.В. Наконечний¹, С.С. Мельничук¹, В.В. Серебряков²

¹ Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
(м. Миколаїв, Україна)

e-mail: nakonechniiigor777@gmail.com; ORCID: 0000-0002-3797-3725

e-mail: s.s.melnichuk87@gmail.com; ORCID: 0000-0001-7380-6177

² КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти» (м. Вінниця, Україна)
e-mail: bcssu2@gmail.com; ORCID: 0000-0002-6897-1589

Узагальнення результатів польових обліків щодо сезонно-міграційної та гніздової чисельності горлиці звичайної (*Streptopelia turtur*) на території Північно-Західного Причорномор'я засвідчують, що в 2021 р. вони були близькими до середніх багаторічних рівнів. Однак, зміна міграційного коридору та відліт горлиці до початку сезону полювання (7 серпня) спричинив хибну картину малої чисельності виду, близької до ситуації 2020 р. Встановлено, що головною причиною цього явища стали несприятливі метеокліматичні умови весняно-літнього періоду, які зумовили затримку дозрівання соняшнику, як ключового високоенергетичного корму мігруючих горлиць. Саме відсутність стиглого соняшнику в 2020–2021 рр. зумовили надранній відліт птахів, які намагались використати кормовий потенціал полів у Балканах та в Малій Азії перед переміщенням до меж зимового ареалу. Тому пік літньо-осінньої міграції прийшовся на 9–13 серпня, що на 12–17 дів раніше від середніх багаторічних термінів. Однак, виявлені в 2020–2021 рр. на території Північно-Західного Причорномор'я співвідношення місцевих і пролітних горлиць у межах 1:1,0–1,5 демонструють помітне (мінімум на –40%) зменшення частки прилітних птахів, які в минулі десятиріччя формували основну масу міграційного потоку. Це свідчить про достатню екологічну пластичність виду, виражену в здатності місцевих і пролітних горлиць варіювати терміни міграції та міграційні коридори, реагуючи таким чином на зміни умов середовища. Останні зумовили різке зменшення мисливського вилучення горлиці — в сезоні 2021 р. здобуто лише 5,7 тис. особин, що на порядок менше ніж у 1985–1991 рр. Реальні оцінки обсягів літньо-осіннього прольоту горлиці через територію Дністер-Бузького пониззя показують для 2017–2021 рр. достовірне зменшення кількості пролітних птахів — до 0,9 млн особин, проти 1,5–1,7 млн, фіксованих у 1996–2004 рр.

Ключові слова: міграції *Streptopelia turtur*, міграційні коридори птахів, багаторічна чисельність горлиці, мисливське вилучення диких голубів.

ВСТУП

Горлиця звичайна (*Streptopelia turtur*) чи європейська є типовим аборигеном Північно-Західного Причорномор'я, територія якого слугує не лише традиційною ділянкою її гніздового ареалу, але і постає як важлива транзитна місцевість, через яку проходять потужні потоки міграції виду. Останні орієнтовані переважно на Західно-Чорноморський магістральний коридор [1], за яким ці птахи через Балкани та Малу Азію мігрують до місць зимівлі в

субекваторіальних саванах Африки і навпаки [2; 3]. Осіння чисельність мігруючих через територію Північно-Західного Причорномор'я потоків горлиці наприкінці ХХ ст. становила не менш 1,3–1,5 млн особин, проте нині обсяги пролітних птахів помітно зменшились [4; 5].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Більшість останніх досліджень щодо екології та чисельності виду свідчить про нестабільність субпопуляцій. Впродовж

останнього десятиріччя чисельність виду скорочується, що пов'язують із масовим використанням гербіцидів у сільському господарстві та мисливським здобуттям горлиці у місцях гніздівлі, на шляхах міграцій та на зимівлі в Африці. Навіть найстабільніша загальноєвропейська гніздова популяція горлиці з 2010 р. також демонструє повільний розвиток негативного тренду чисельності [6; 7]. Хоча загальна чисельність суто європейських популяцій у 2015 р. була оцінена в 3,15–5,9 млн пар, проте Європа сягає лише 25–49% загального ареалу виду, детальна інформація по інших частинах якого відсутня [8; 9]. Особливо загрозливими темпами відбувається спад чисельності горлиці в західних і північних регіонах Росії. За даними російських дослідників упродовж 2005–2017 рр. чисельність виду зменшилася на порядок і більше [10; 11].

Все це зумовило необхідність розробки і впровадження нагальних заходів охорони щодо горлиці звичайної, тому впродовж 2016–2019 рр. вид внесено до Червоного списку МСОП (категорія VU – вразливий вид), у Додаток II Боннської та Додаток III Бернської конвенцій, в Європейський Червоний список IUCN і в Додаток II (В) Директиви Ради Європи щодо охорони птахів [12]. Набувають впровадження міжнародні програми охорони та відновлення чисельності горлиці в Європі [13]. Однак, чисельність виду продовжує зменшуватись, вказуючи цим на різносторонню причинність та ускладнену прогнозованість цього явища [14]. Тож враховуючи, що в 2020 р. у межах Північно-Західного Причорномор'я за літньо-осінньої міграції мала місце украй низька чисельність пролітної горлиці (до 0,3 млн особин), метою цієї роботи є дослідження ситуації щодо наявної чисельності гніздової та пролітної горлиці *S. turtur* у Північно-Західному Причорномор'ї.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Базисним матеріалом при підготовці статті слугували результати власних польових обліків горлиці звичайної, виконаних

на території Миколаївської та Одеської обл. у межах земель Бузько-Дністровського пониззя – традиційної арили міграційних переміщень та гніздової території виду. Польові обліки птахів здійснювались в 1991–2021 рр. щороку, але в сезоні 2021 р. їх виконували з початку квітня до 10 жовтня, фіксуючи обсяги пролітних, так і гніздових особин. Окремо досліджували еколого-етіологічну специфіку гніздової субпопуляції регіону – кількість гнізд, зустрічі птахів, їх кормову і рухову активність. Безпосередній облік птахів у полях виконували самостійно, а також завдяки респондентській мережі спостерігачів серед місцевих мисливців і штатних працівників заповідників та Державного агентства лісових ресурсів України. Основну увагу надавали облікам горлиці у період масового прольоту (серпень – початок вересня) та обсягам її мисливського здобуття.

Облікові дані, отримані в цифровому форматі, піддавали первинній статистичній обробці з наступним угрупованням в окремі вибірки, які слугували об'єктом аналітичних розрахунків на основі пакета стандартних програм «Statistika» (2015) операційної системи Excel-2015. Для картографування польових маршрутів, точок обліку птахів і просторової фіксації гіпотетичних потоків перелітних птахів використовували кроссплатформену геоінформаційну систему QGIS ver.2.19.2 [15].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Польові дослідження здійснювали на початку квітня 2021 р. і передбачали пошук та облік прилітних особин *S. turtur*. Парадоксально, але першу зустріч прилітної горлиці (зграйка з трьох особин) зафіксовано 14 квітня 2021 р. не на узбережжі, а поблизу м. Новий Буг Миколаївської обл. Наступні поодинокі зустрічі горлиць фіксовані з 16 квітня щодня на всій території регіону. Перші випадки знаходження горлиці на гніздах (у лісосмугах) фіксовані 16 травня 2021 р. на території Лиманського р-ну Одеської обл. Наявність молодих у гніздах вперше візуально підтверджено

11 червня 2021 р. на території Очаківського р-ну Миколаївської обл.

Сімейні групи горлиці з трьох-п'яти особин, які містили молодих поточного року, здатних до польоту, фіксували вперше 3 та 6 липня 2021 р. на території Братського й Єланецького р-нів Миколаївської обл. Найбільшу літню щільність горлиці за частотою візуальної зустрічі (28 особин/1 км маршруту) фіксовано 27 липня 2021 р. у долині Мертвоводу поблизу с. Крива Пустош Братського р-ну Миколаївської обл.

Разово-локальну найвищу чисельність горлиці (611 особин/1 точка спостереження) обліковано 12 серпня 2021 р. на території Березівського р-ну Одеської обл. У день відкриття сезону полювання – 14 серпня, в цій самій точці впродовж 5 років спостережень фіксовано лише 16 горлиць, у т. ч. п'ять особин у складі однієї зграйки. Відповідно, в сезоні 2021 р. найбільш масовий літньо-осінній проліт через ділянку міграційного шляху від Нижнього Побужжя до Нижнього Подністров'я відбувався впродовж 9–13 серпня, або на 12–17 дів раніше від середніх багаторічних термінів (1981–2020 рр.). Найпізніша зустріч зграйки відлітної горлиці (17 особин) мала місце

19 жовтня 2021 р., поблизу пересипу Тилігульського лиману. Найбільш пізній випадок здобуття звичайної горлиці мав місце 2 жовтня 2021 р. на околиці с. Семихатки Березівського р-ну Одеської обл. Здобутою виявилась молода самка вагою 102 г без достатніх запасів жирових накопичень.

Узагальнені результати обліків горлиці, фіксовані впродовж липня–серпня 2021 р., наведені на рис. 1.

Цифрові показники, відображені на рис. 1, є середньорозрахунковими обсягами ранкового обліку (з 7.00 ранку) горлиць, візуально фіксованих із однієї точки впродовж 10 хв спостережень, з урахуванням 10% похибки (середньоквадратичного відхилення). Необхідність введення до координат обліків показника часового відрізка саме в межах 10 хв дає змогу уніфікувати дані обліків із різних місцевостей та уникнути повторних обліків одних і тих самих птахів, що активно переміщуються в угіддях. Так, рано-вранці чи увечері спостерігач іноді може побачити 20–30 особин майже водночас, а потім упродовж дня – лише дві-три особини, тому використання поправки умовного часу обліку до 1 год практично нівелює цей коефіцієнт через

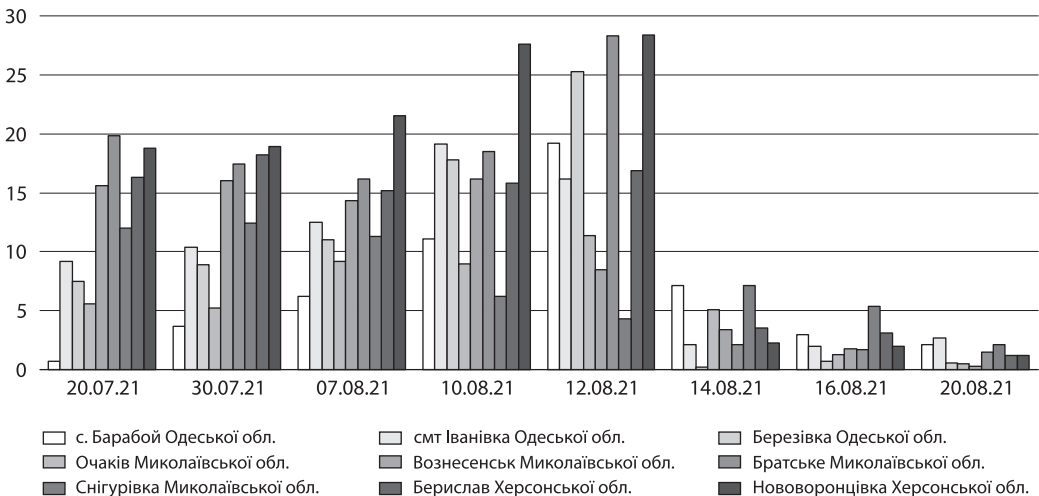


Рис. 1. Динаміка показників візуального обліку особин горлиці звичайної в природному середовищі Північно-Західного Причорномор'я в сезоні розмноження 2021 р.

короткочасність тих чи інших етологічно-кормових переміщень голубів. Особливо проблемними розрахункові оцінки зустрічаємості птахів стають у серпні, коли в умовах спеки горлиці активні лише зранку та увечері, проводячи значну частину дня на відпочинку. Відповідно, ранковий десятихвилинний облік в один і той самий час дає змогу отримати вибірки даних, фіксованих за однаковим часом і фазою активності птахів, дозволяючи їх пряме порівняння.

Аналіз отриманих результатів польових обліків 2021 р. загалом демонструє очікувану закономірність — після прильоту на Західне узбережжя Чорного моря горлиці з більш дальніх ділянок гніздового ареалу відразу прямують на північ, що і фіксується на місцевості в процесі такого перельоту. Кінцевою датою закінчення весняної міграції для зони морського узбережжя в 2021 р. можна вважати 20 квітня. Місцеві птахи тут розпочали гніздовий період після 20 травня, прояв якого супроводжується повсюдним зменшенням рівнів фіксації візуального обліку горлиці в полях.

Значне підвищення їх кормової активності, закономірне за наявності молодих, знову простежується після 20 червня 2021 р., а після 10 липня спостерігається майже подвійне зростання числа візуальної фіксації льотних птахів, що прямо вказує на становлення молодняка на крило. Найінтенсивніше зростання частот зустрічі горлиці в полях мало місце впродовж 4–13 серпня, що є свідченням реалізації масового прольоту. Картина стрімкого спаду показників візуального виявлення горлиці в полях регіону починалась із 11 серпня в північних і центральних районах, із певною затримкою (2–3 доби) на півдні та вздовж Західного узбережжя Чорного моря.

Облік птахів на субширотній лінії «Вознесенськ–Березівка–Біляївка» свідчить, що в серпні 2021 р., після масового прольоту (8.08–13.08) період щоденної зустрічаємості мінімальних обсягів горлиці (3–9 особин/день) тривав із 15 серпня по 19 вересня. Він зумовлений візуальною фіксацією особин, які за різних причин

відстали від основного потоку мігруючих птахів. Показово, що цього року найбільш пізні (22–25 серпня) значні обсяги мігруючої горлиці (3–5 тис. особин) виявляли в долині Інгульця поблизу Снігурівки, що свідчить про їх належність до Кримського Транс-Чорноморського коридору. Останній традиційно охоплює маси перелітних голубів із Нижнього Подніпров'я та Приазов'я (рис. 2).

Певно, що в сезоні 2021 р., за наявності пізньостиглого соняшнику в полях прибережних районів Херсонської обл. та Степового Криму проліт горлиці цим коридором був більш тривалим. Останні хвилі мігруючих птахів тут покидали материк на 5–8 днів пізніше пролітних мас голубів, що переміщались уздовж Західного узбережжя, де на середину серпня масові скупчення горлиці в полях вже були відсутні навіть поблизу дельти Дністра. Наскільки варіабельною (мінливою) є межа між вихідними потоками птахів у Центральному Подніпров'ї, які надалі обирають Кримський (короткий), або Балканський міграційні коридори, за даними 2021 р. стверджувати важко.

Цілком вірогідно, що більш вгодовані місцеві птахи Подніпров'я первинно обирали Транс-Чорноморський, а птахи з півночі, що не мали достатніх жирових запасів — Західно-Причорноморський, поєднуючи в ньому поступове переміщення з годівлею на досягаючих соняшникових плантаціях. Слід відзначити, що за відсутності результатів мічення горлиць, які походять із різних ділянок гніздового ареалу, але разом мігрують через Північне Причорномор'я, не зрозуміти специфіку вибору та розподілу птахів у межах суміжних міграційних коридорів.

Загалом, узагальнення даних щодо обліку горлиці в полях Північно-Західного Причорномор'я засвідчує, що весняний приліт птахів у 2021 р., маючи короткочасний характер (7–10 днів), все-таки зберігає дрібнодисперсний характер у часі та просторі. Масовий літньо-осінній проліт горлиці цього року був ще більш короткочасний — впродовж лише 5–6 днів, хоча окремі сімейні групки та зграйки затриму-



Рис. 2. Просторова специфіка переміщення фронту міграції горлиці звичайної на території Північно-Західного Причорномор'я у серпні–вересні 2021 р.

вались до середини вересня. З огляду на динаміку літніх обліків гніздової горлиці (до кінця липня) в сезоні 2021 р. та динаміці показників її обліків під час масового прольоту в серпні, частка транзитних особин у структурі останніх становила не менш 100–150% до частки місцевих. Відповідно, весь обсяг пролітної горлиці через територію пониззя Бузько-Дністровського межиріччя майже наполовину був із місцевих гніздових птахів.

Згідно з власними спостереженнями та результатами опитувань, у сезоні 2021 р. великих пролітних зграй горлиці практично не виявляли і лише 14 серпня зранку на правому березі Березанського лиману відмічено три пролітних на захід групи птахів чисельністю не менш 50 особин. Звичайними були зустрічі зграйок із 7–9 особин, які певно поєднували дві–три сімейні групи. Така дрібнодисперсна організаційна структура пролітних потоків горлиці у серпні–вересні 2021 р. прямо свідчить про їх просторово різне походження. Не менш

показовою є і вікова дисперсність, особливо серед птахів «хвостових» хвиль міграції, представлених виключно дрібносімейними групами з присутністю молодих особин із найпізніших виводків. Можливо, що основне формування зграй із останніх пролітних потоків горлиці відбувалось вже на захід від долини Дністра – за межами території польових обліків. Впродовж 2015–2018 рр. подібні міграційні зграї формувались у полях межиріччя Тилігулу та Великого Куяльника, де вздовж лісосмуг та на ЛЕП на початку вересня щороку спостерігали до 5–7 тис. особин горлиці на 1 км маршруту.

Дослідженнями 2021 р. за період із 7 по 19 серпня було оглянуто 29 особин горлиць, здобутих мисливцями, серед яких 17 особин (58,6%) – молодь поточного року народження. Всі оглянуті особини не мали ознак значного накопичення жирових запасів – від їх відсутності загалом (у молодих особин вагою 75–90 г) до середнього рівня. За наступний період – із 20 серпня

по 12 вересня оглянуто ще 15 особин відстріляних горлиць, із числа яких 9 птахів належали молодим поточного року. Лише дві особини (з 15) мали ознаки значної (суцільної) присутності жирових запасів (маса 156 г і 168 г відповідно), а 13 — низький та середній рівень жиронакопичення (маса від 92 г до 126 г). За відсутності навіть початковостиглого соняшнику, у відстріляних на день відкриття сезону полювання горлиць виявляли виключно зерна пшениці, ріпаку та проса і лише в трьох особин, здобутих в Очаківському р-ні, переважало незріле насіння соняшнику. Починаючи з 14 серпня, в усіх здобутих горлиць соняшникове насіння було основним видом корму, іноді з домішками просяних і ріпаківих зерен.

Через пізні терміни висіву соняшнику та відносно низький рівень активних температур у травні—червні 2021 р. цей найважливіший для відлітної горлиці кормовий ресурс на всій території Північно-Західного Причорномор'я практично до 20 серпня лишався украй обмеженим (не стиглим). Зернові корми (пшениця, ріпак, гречка та просо) все-таки не могли забезпечити пролітним птахам швидке енергонакопичення у вигляді достатніх жирових запасів, без яких вони не здатні реалізувати міграційні перельоти [16]. Через це в пошуках стиглого соняшнику основна маса місцевої та перелітної горлиці вже 12–13 серпня була змушена покинути Дніпровсько-Дністровське межиріччя. Основними нагульними стаціями для них стали поля стиглого соняшнику, розташовані в зоні Нижнього Подунав'я і в приморських районах Румунії. Для їх освоєння горлиця українських субпопуляцій у сезоні 2021 р. і почала міграцію на 10–12 діб раніше, ніж зазвичай.

Саме зазначена причина, поряд із динамічними метеоумовами серпня—вересня, зумовили ранній початок осінньої міграції, стрімку короткочасність прольоту та обмежену кількість пізніх «хвостів» із числа невгодованих птахів. Таким чином, вже на початку другої декади серпня горлиці західно-української, подніпровської та північно-українських субпопуляцій не

просто сформували два основних потоки — Західно-Причорноморський і Транс-Чорноморський (Кримський), але і пройшли ними на південь до місцевостей, «багатих» у плані кормового забезпечення. Це дало можливість птахам уникнути затрат часу та енергії в місцевостях із нестиглим соняшником, які з середини серпня стали піддаватись впливам холодних і вологих повітряних мас циклонічного походження [17].

Порівняльний аналіз даних 2021 р. з ситуацією літньо-осінньої міграції горлиці в сезоні 2020 р. показує схожу картину раннього перельоту, проте стимульовану не браком стиглого соняшнику, а розвитком посухи в південно-західній частині регіону та відсутності водопоїв. Саме ці чинники ініціювали аналогічно ранній початок міграційного зрушення місцевих птахів (5–10 серпня), лише частково реалізованого через Західно-Причорноморський коридор та зумовили зміщення основних, більш пізніх мас пролітної горлиці в сторону Транс-Чорноморського (Кримського) коридору. Сезон 2021 р. у регіоні навпаки, відрізнявся достатніми опадами і водопоями, проте основна маса місцевої та пролітної горлиці через нестиглість соняшнику знову пройшла транзитом із Побужжя в сторону Південної Молдавії та Бессарабії, не затримуючись на традиційних шляхах передміграційної годівлі. Внаслідок цього, в серпні 2020, так і в серпні 2021 р. масовий відліт голубів на день відкриття літнього полювання (14 серпня) був практично завершений, спричинивши картину загального спаду їх чисельності. Різко обмежені обсяги мисливського здобуття диких голубів у місцях їх традиційного здобуття теж підтверджували згадану ситуацію. Насправді, з огляду на результати польових обліків прилітної горлиці та зустрічаємості птахів у період гніздування (червень—липень) упродовж 2010–2021 рр., відчутний спад чисельності місцевих і пролітних птахів у Північно-Західному Причорномор'ї мав місце лише влітку 2020 р. Головні причини такого спаду — низький рівень виживання молодяку в умовах холодного літа та зміщення основної маси пролітної горлиці до

Кримського міграційного коридору. Разом вони і зумовили до минулорічного явища майже повної відсутності горлиці в полях Одеської та Миколаївської обл.

Однак уже перші оцінки чисельності прилітних птахів навесні 2021 р. та результати їх наступних польових обліків (у період гніздування), демонструють на всій території регіону близькі до середніх багаторічних рівнів показники чисельності горлиці. Безперечно, що останні вказують виключно на факт нормалізації стану саме місцевих популяцій, тоді як для оцінок стану субпопуляцій із північних ділянок гніздового ареалу ці дані малоприматні. Відповідно, в серпні 2021 р., за раннього відльоту горлиці, ініційованого нестабільними метеоумовами і відсутністю стиглого соняшнику, поточні оцінки різкого спаду її гніздової чисельності в агроландшафті регіону не відповідають дійсності. Настільки вони є хибними саме щодо пролітної горлиці, мігруючої з більш північних місцевостей, стверджувати важко через недостатність даних щодо обліків птахів хоча б на широті м. Кропивницького. Та певно, що пролітні маси горлиці, започатковані далі на північ, за термінами міграційного зрушення та в плані кормового забезпечення на шляхах міграції нічим не відрізнялись від птахів причорноморських субпопуляцій, які органічно «вливались» до сформованих у центральних областях України первинних фронтів перельоту.

Опираючись на власні дані, результати вибіркового опитування мисливців та екстраполяції точково-локальних показників візуальної фіксації птахів, загально-регіональну чисельність горлиці (місцевої та пролітної) в 2021 р. слід оцінити не менш ніж у 0,9 млн особин. Певно, що, окрім того, ще десь 0,2–0,3 млн особин мігруючої з півночі Правобережжя горлиці лише частково торкалися території регіону, первинно зміщаючись від м. Кривий Ріг у сторону Подніпров'я, «вливаючись» потім до Транс-Чорноморського (Кримського) перелітного коридору. На жаль, будь-які дані, придатні для оцінки пролітних мас горлиці через Крим відсутні.

Щодо оцінок мисливського вилучення горлиці в регіоні, дані по ситуації 2021 р. більш достовірні, чим за оцінками фронтальної чисельності. Зважаючи на первинні дані, з допуском 10% похибки в сторону перебільшення, цей обсяг оцінено лише в 5,7 тис. особин. Такий, неймовірно малий для цієї території обсяг здобуття горлиці в сезоні 2021 р., за наявності майже 17 тис. мисливців, дійсно вказує на явно ненормальну ситуацію. Для порівняння, в середині 80-х років ХХ ст., коли місцева та пролітна горлиці слугували основним об'єктом літнього полювання для майже 50 тис. мисливців, обсяги її здобуття щороку становили не менш 0,3 млн особин. Однак, подібні ситуації обмеженого здобуття горлиці за останні 40 років мали місце не одноразово. Так, у сезони 1988, 1996 і 2007 рр. також здобували по 8–10 тис. голубів, стрімкий ранній відліт яких лишив мисливців Північного Причорномор'я без традиційної здобичі.

ВИСНОВКИ

1. З'ясовано, що впродовж 2020–2021 рр. показники обліків чисельності горлиці, мігруючої через територію Північно-Західного Причорномор'я, відображають достовірне зменшення обсягів прольоту птахів до 0,9 млн особин проти 1,5–1,7 млн у 2000–2004 рр.

2. Виявлено, що терміни гніздування, виведення молодняку, відльоту, специфіки просторового розташування основних міграційних потоків горлиці та їх відповідного здобуття на території Північно-Західного Причорномор'я визначені здатністю місцевих, так і пролітних птахів обирати різні міграційні коридори, реагуючи таким чином на зміни умов середовища та потенціал його кормозабезпечення.

3. Встановлено здатність горлиці українських субпопуляцій до оперативних змін організації міграційних потоків у просторі та часі, зміщуючи шляхи перетину Чорного моря і випереджаючи на 12–15 діб середні багаторічні терміни відльоту. Останні забезпечують птахам можливість використання більш південно розташованих

нагульних стацій, компенсуючи цим незрілість соняшнику в полях Дніпро-Бузького межириччя.

4. Виявлені в 2020–2021 рр. на території Північно-Західного Причорномор'я співвідношення місцевих і пролітних горлиць у межах 1:1,0–1,5 демонструють помітне (мінімум на -40%) зменшення частки прилітних птахів, які в минулі десятиріччя формували основну масу міграційного потоку.

5. Доведено відсутність значного впливу місцевого полювання на чисельний стан пролітних потоків горлиць, обсяги здобуття якої за останні два роки на порядок менше обсягів її здобуття наприкінці сторіччя.

Перспективи подальших досліджень полягають у більш розширених і глибоких дослідженнях місцевих і пролітних горлиць із використанням спеціальних методів обліку на основі масового мічення птахів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Полуда А.М. Атлас міграцій птахів України (складений за даними кільцювання). Київ: Інститут Зоології. 2016. 63 с. URL: <http://mail.izan.kiev.ua/atlas%20of%20bird%20migration-ua-2016.pdf>
2. Baptista L.F., Trail P.W. and Horblit H.M. European Turtle-Dove (*Streptopelia turtur*). *Birds of the World. Cornell Lab of Ornithology*. Ithaca, NY, USA. 2020. URL: <https://doi.org/10.2173/bow.eutdov.01>
3. Tucker G.M. and Heath M.F. *Streptopelia turtur*. *BirdLife International. Conservation Series № 3*. Cambridge, United Kingdom. 1994. 600 p. URL: [a6871b22130da779a3655dd62b1cc674](https://doi.org/10.1017/S0959270915000416)
4. Степанян Л.С. Конспект орнитологической фауны СССР. Москва: Наука, 1990. 728 с.
5. Яненко В.О., Лопарев С.О. Динаміка населення птахів родини голубові *Columbidae* Середнього Придніпров'я за останні десятиліття. *Troglodytes*. 2012. Т. 3. С. 98–106.
6. Полуда А.М., Давиденко І.В. Горлиця звичайна. Енциклопедія мігруючих видів диких тварин України / за ред. А.М. Полуди. Київ: Інститут Зоології, 2018. С. 412–413. URL: https://mepr.gov.ua/files/images/news_2019/31102019_z.pdf
7. Brochet A.-L. et al. Preliminary assessment of the scope and scale of illegal killing and taking of birds in the Mediterranean. *Bird Conservation International*. 2016. Vol. 26. P. 1–28. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0959270915000416>
8. BirdLife International. *Streptopelia turtur*. *European Red List of Birds*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2015. URL: http://datazone.birdlife.org/userfiles/file/Species/erlob/supplementarypdfs/22697834_gavia_arctica.pdf
9. Hanane S. Effects of location, orchard type, laying period and nest position on the reproductive performance of Turtle Doves (*Streptopelia turtur*) on intensively cultivated farmland. *Avian Research*. 2016. Vol. 7 (4). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40657-016-0039-0>
10. Мищенко А.Л. Оценка численности и ее динамики для птиц европейской части России. Москва, 2017. 63 с. URL: <https://birdsruussia.ru/upload/iblock/b32/b328cc998d569db544f9018beb0d53d0.pdf>
11. Белик В.П., Мищенко А.Л. Обыкновенная горлица *Streptopelia turtur* на пути к исчезновению. *Русский орнитологический журнал*. 2017. Т. 26. № 1538. С. 5259–5262.
12. Moreno-Zarate Lara, Arroyo B. and Peach W. Effectiveness of hunting regulations for the conservation of a globally-threatened species: The case of the European turtle-dove in Spain. *Biological Conservation*. 2021. Vol. 256. P. 2–14. URL: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109067>
13. Fisher I. et al. International Single Species Action Plan for the conservation of the European Turtle-dove *Streptopelia turtur* (2018 to 2028). *European Commission*. 2018. URL: https://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/wildbirds/hunting/docs/20181002%20Final_draft_European%20Turtle-Dove.pdf
14. BirdLife International. European Red List of Birds. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2021. URL: <https://www.birdlife.org/wp-content/uploads/2021/10/BirdLife-European-Red-List-of-Birds-2021.pdf>
15. Changelog for QGIS ver.2.19.2. 2019. URL: <https://www.qgis.org/ru/site/forusers/visualchangelog200/index.html#feature-quantum-gis-is-now-known-only-as-qgis>
16. Dunn C., Jenny et al. Effects of seed-rich habitat provision on territory density, home range and breeding performance of European turtle doves *Streptopelia turtur*. *Bird Conservation International*. 2020. P. 1–20. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0959270920000635>
17. Погодний сайт Ventusky. Архив (август–сентябрь 2021). URL: <https://www.ventusky.com/?p=47.41;31.42;6&l=temperature-2m>

REFERENCES

1. Poluda, F.M. (2016). *Atlas migracia pтахiv Ukraine [Atlas of migration of birds of Ukraine (compiled according to ringing)]*. Kyiv: Institut Zoologia. URL: <http://mail.izan.kiev.ua/atlas%20of%20bird%20migration-ua-2016.pdf> [in Ukrainian].
2. Baptista, L.F., Trail, P.W. & Horblit, H.M. (2020).

- European Turtle-Dove (*Streptopelia turtur*). *Birds of the World. Cornell Lab of Ornithology*. Ithaca, NY, USA. URL: <https://doi.org/10.2173/bow.eutdov.01> [in English].
3. Tucker, G.M. & Heath, M.F. (1994). *Streptopelia turtur*. *BirdLife International. Conservation Series*. № 3. URL: [a6871b22130da779a3655dd62b1cc674](https://doi.org/10.2173/bow.eutdov.01) [in English].
 4. Stepanyan, L.S. (1990). *Konspekt ornitologicheskoy fauni SSSR [Notes of the ornithological fauna of the USSR]*. Moskov: Nauka [in Russian].
 5. Yanenko, V.O. & Loparev, S.O. (2012). Dunamyka naselenia ptachyv rodiny golubovy Srednygo Pridniprovya za ostsnie desyitiricha [The dynamics of the population of birds of the pigeon columbidae of the Middle Dnieper in recent decades]. *Troglodytes – Troglodytes*, 3, 98–106 [in Ukrainian].
 6. Poluda, A.M. (Ed.) & Davydenko, I.V. (2018). *Gorlica zvychna. Encyklopedia migruychih vidyv dikyh tvarin Ukrainy [Turtle dove ordinary. Encyclopedia of migratory species of wild animals of Ukraine]*. Kyiv: Ins. Zoolog. URL: [a6871b22130da779a3655dd62b1cc674](https://doi.org/10.2173/bow.eutdov.01) [in Ukrainian].
 7. Brochet, A.-L. et al. (2016). Preliminary assessment of the scope and scale of illegal killing and taking of birds in the Mediterranean. *Bird Conservation International*, 26, 1–28. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0959270915000416> [in English].
 8. BirdLife International. (2015). *Streptopelia turtur. European Red List of Birds*. Luxembourg. URL: http://datazone.birdlife.org/userfiles/file/Species/erlob/supplementarypdfs/22697834_gavia_arctica.pdf [in English].
 9. Hanane, S. (2016). Effects of location, orchard type, laying period and nest position on the reproductive performance of Turtle Doves (*Streptopelia turtur*) on intensively cultivated farmland. *Avian Research*, 7 (4). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40657-016-0039-0> [in English].
 10. Myshchenko, A.L. (2017). *Otsenka chislenosti i yeye dinamiki dlya ptits yevropeyskoy chasti Rossii [Estimation of abundance and its dynamics for birds of the European part of Russia]*. Moskva. URL: <https://birdsruussia.ru/upload/iblock/b32/b328cc998d569db544f9018beb0d53d0.pdf> [in Russian].
 11. Belyk, V.P. & Myshchenko, A.L. (2017). Obiknovennaya gorlitsa na puty k ischeznoventia [Turtledove *Streptopelia turtur* on the putts k ischeznoventia]. *Russkiy ornitologicheskii zhurnal – Russian ornithological journal*, 26 (1538), 5259–5262 [in Russian].
 12. Moreno-Zarate, Lara, Arroyo, B. & Peach, W. (2021). Effectiveness of hunting regulations for the conservation of a globally-threatened species: The case of the European turtle-dove in Spain. *Biological Conservation*, 256, 2–14. URL: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109067> [in English].
 13. Fisher, I. et al. (2018). International Single Species Action Plan for the conservation of the European Turtle-dove *Streptopelia turtur* (2018 to 2028). *European Commission*. URL: https://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/wildbirds/hunting/docs/20181002%20Final_draft_European%20Turtle-Dove.pdf [in English].
 14. BirdLife International. European Red List of Birds. (2021). URL: <https://www.birdlife.org/wp-content/uploads/2021/10/BirdLife-European-Red-List-of-Birds-2021.pdf> [in English].
 15. Changelog for QGIS ver.2.19.2. (2019). URL: <https://www.qgis.org/ru/site/forusers/visualchangelog/200/index.html#feature-quantum-gis-is-now-known-only-as-qgis> [in English].
 16. Dunn C., Jenny et al. (2020). Effects of seed-rich habitat provision on territory density, home range and breeding performance of European turtle doves *Streptopelia turtur*. *Bird Conservation International*, 1–20. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0959270920000635> [in English].
 17. Pogodnyy sayt Ventusky. Arkhiv [Weather site Ventusky. Archive]. (2021). URL: <https://www.ventusky.com/?p=47.41;31.42;6&l=temperature-2m> [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 23.08.2021

ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЧИСЕЛЬНОСТІ ШКІДНИКІВ У СУЧАСНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЯХ

В.П. Федоренко¹, С.М. Мостов'як², І.І. Мостов'як²

¹ Інститут захисту рослин НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: tana57-2009@ukr.net; ORCID: 0000-0002-7783-1617

² Уманський національний університет садівництва (м. Умань, Україна)
e-mail: s.mostoviak@gmail.com; ORCID: 0000-0001-8322-8710
e-mail: mostovjak@gmail.com; ORCID: 0000-0003-4585-3480

Питання захисту сільськогосподарських культур від шкідників постійно зберігає свою актуальність. Унаслідок шкідливої дії членистоногих щороку втрачають врожаю в світі становлять 18–20%, що оцінюється на суму понад 470 млрд дол. США. Більша частина втрат вищого врожаю відбувається у польових умовах до збирання врожаю і потребує низки заходів захисту рослин від шкідників. Хімічний метод захисту рослин від шкідливих організмів продовжують застосовувати більшість агровиробників, що підтверджує позитивна динаміка розвитку ринку пестицидів у світі із щорічним зростанням на 2,5–3%. Серед спектра хімічних засобів захисту рослин продаж інсектицидів становить 25,3% світових продажів. Незважаючи на використання близько 3 млн т пестицидів на рік, рівень втрат урожаю від шкідливої ентомофауни залишається значним. Водночас, погіршення фітосанітарного стану агроєкосистем, що спричинено низкою абіотичних і біотичних чинників, потребує якісної оцінки стану і визначення напрямів перебудови комплексів шкідливих організмів в агробіоценозах та розроблення нових інноваційних, екологічно безпечних заходів контролю їх чисельності. У сучасних агротехнологіях вирощування сільськогосподарських культур дедалі ширше застосовують альтернативні екологічно безпечні методи контролю чисельності шкідників, що відповідає принципам інтегрованого захисту рослин і заміни хімічних інсектицидів на біологічні препарати або інші безпечні для навколишнього природного середовища методи. Про це свідчить позитивна динаміка розвитку світового ринку біопестицидів із прогнозом щорічного зростання на 14,7%, який до 2025 р. може досягнути 8,5 млрд дол. США. У лінійці біопестицидів за функціональним призначенням на світовому ринку 47% становлять препарати проти комах-фітофагів. Ефективний контроль чисельності шкідників у сучасних агротехнологіях базується на застосуванні біологічного контролю, мікробних пестицидів, хімічних сполук, що продукуються живими організмами і змінюють поведінку шкідників, вторинних метаболітів рослин (наприклад, феноли та поліфеноли, терпеноїди, алкалоїди), створенні стійких сортів рослин та імунізації рослин, тощо.

Ключові слова: шкідливі організми, комахи-фітофаги, втрати врожаю, контроль чисельності шкідників, біологічний контроль, інтегрований захист рослин.

ВСТУП

Шкідниками сільськогосподарських рослин є різні види комах, кліщі, багатоніжки, нематоди, слимаки, гризуни та деякі інші види зоологічних об'єктів. За їх шкідливої дії втрачають врожаю до і після збору можуть становити близько 80% загально-річного виробництва сільгосппродукції [1; 2].

Більшість шкідників сільськогосподарських культур за кількістю видів і зав-

даною шкодою, яка оцінюється майже у 90%, становлять представники класу комах (*Insecta*) тип членистоногі (*Arthropoda*). Членистоногі в усьому світі знищують близько 18–20% річного виробництва сільськогосподарських культур на суму понад 470 млрд дол. США [3].

Згідно із даними акад. НААН О. Борзих [4], в Україні у посівах сільськогосподарських культур досліджено близько 10 тис. видів шкідливої ентомофауни і 2 тис. видів нематод, понад 100 тис. збуд-

ників хвороб, які спричиняють значні втрати врожаю.

Більша частина втрат вирощеного врожаю (13–16%) відбувається у польових умовах до збирання врожаю [3]. Зокрема, потенційні втрати від шкідливої дії комах-фітофагів за вирощування пшениці сягають 9% порівняно з 16,3 та 23% за негативної дії патогенів, вірусів і бур'янів відповідно [2]. Тому без застосування систем захисту рослин від шкідників ведення аграрного виробництва є недоцільним.

Метою досліджень було проаналізувати наявні результати досліджень щодо ефективних екологічно безпечних методів контролю чисельності шкідників за вирощування сільськогосподарських культур.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методологічну основу дослідження становили сучасні наукові праці вітчизняних і зарубіжних вчених та особисті дослідження, міжнародні нормативні документи й офіційні статистичні ресурси. Методи дослідження включали системний підхід, порівняльний аналіз та узагальнення.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Складність вирішення проблеми захисту посівів сільськогосподарських культур від шкідників полягає в тому, що агроєкосистеми є відкритими штучно створеними системами, які постійно зазнають впливу різних чинників. А такі шкідливі організми, як комахи в процесі еволюції сформували високу пластичність та адаптивність до умов навколишнього середовища, широку екологічну валентність, що дає їм змогу протистояти впливу людини і природи [1]. Підтвердженням цьому є численні дослідження, які доводять формування резистентних до інсектицидів генотипів шкідливої ентомофауни (листова бурякова попелиця, сірий буряковий довгоносик); збільшення чисельності і шкідливості фітофагів, які раніше не мали господарського значення (коренева бурякова попелиця, південна соняшникова шипоноска, лобо-

дова щитоноска, мертвоїди); зміну особливостей біології, етології та екології (сірий буряковий довгоносик, крихітка, попелиці); перерозподіл домінант у ядрі шкідливих і корисних видів комах унаслідок змін у загальній структурі ентомокомплексів (ковалики: степовий, буроногий; довгоносики: звичайний сірий; звичайний; кукурудзяний жук); пристосування до нових кормових рослин (наприклад, ріпаковий квіткоїд до ріпаку, плодкових); розширення ареалів та зон шкідливості (хлібний турун, клоп шкідлива черепашка, кукурудзяний жук); посилення міжвидової конкуренції — за якої види з широкою екологічною валентністю розширюють свої ніші і стають домінантними (ріпаковий квіткоїд) [1; 5].

Узагальнення низки комплексних моніторингових досліджень показало, що вектор трансформації агроценозів за антропогенного і кліматичного впливу має негативні фітосанітарні наслідки, особливо щодо таких небезпечних домінантних видів, як клоп шкідлива черепашка, південна соняшникова шипоноска, листогризучі й підгризаючі совки, септоріоз, фузаріоз, піренофороз, альтернаріоз, гебіліноз, ризоктоніоз, іржасті та сажкові хвороби тощо [4; 6; 7].

Внаслідок потепління на території України відмічено розширення екологічних оптимумів різних домінантних видів фітофагів із півдня на північ. Так, у зоні Лісостепу набули статусу домінуючих більш теплолюбні види шкідників (наприклад, клоп шкідлива черепашка). Зафіксовано також зміни в динаміці чисельності мух злакових, трипсу пшеничного, попелиць злакових, жуків хлібних, клопів хлібних. Теплі зими забезпечили добру перезимівлю шкідників, що позначилось на зростанні їх шкідливості та економічному значенні.

Серед виявлених 55 видів фітофагів у посівах пшениці озимої в Правобережному Лісостепу України, найбільш шкідливими були хлібні клопи-черепашки, попелиці злакові, трипс пшеничний, жуки хлібні, мухи злакові, цикадки, турун хлібний, п'явиці, блішка смугаста і пильщик хлібний звичайний [8; 9].

Збільшення кількості популяцій, шкідливості та розширення ареалів фітофагів відбувається і внаслідок нераціонального застосування інсектицидів, а саме фосфорорганічних сполук та синтетичних піретроїдів, ефективність яких знизилась до 46–60%, у т.ч. за рахунок сформованої резистентності [10].

На відміну від польових агроценозів, багаторічні плодови/ягідні насадження мають високий рівень екологічної ємності. У таких агроценозах за відсутності сівозміни формується особливе середовище, що сприяє постійному розмноженню і нагромадженню трофічно пов'язаних із плодовими/ягідними культурами шкідливих організмів: ксилофаги, філофаги, карпофаги. Вони пошкоджують плодови культури на всіх стадіях розвитку — від розпускання бруньок до збору врожаю [1].

Зміна асортименту засобів захисту і технології вирощування плодкових культур у комплексі призвела до порушення сформованих трофічних зв'язків у садовому агроценозі, якісних і кількісних змін видового складу ентомоокарифауни і сприяє формуванню певної групи домінантів за загального збіднення видового складу. Представники родини хвилівки (*Orgyidae*), совки (*Noctuidae*), п'ядуни (*Geometridae*), трубокверти (*Atellabidae*) та кліщ бурій плодovий (*Bryobia redi korzevi* Reck.) наразі втратили своє економічне значення і домінуюче становище, та в промислових садах практично не зустрічаються. До того ж, такі види, як яблунева плодожерка і грушева листоблішка, попелиця кров'яна наявні в садах постійно [11].

Технології захисту рослин від шкідливих організмів постійно вдосконалюються. Орієнтація на екологічно безпечне агро-виробництво та раціональне використання і збереження природних ресурсів, а також інноваційні розробки у сфері генетики, біотехнології, селекції та ін. створюють умови для розроблення нових ефективних систем захисту рослин.

Україна в межах інтеграції в ЄС має впроваджувати більш стійкі практики управління агроєкосистемами, зокрема

через зменшення використання хімічних пестицидів та більш широкого застосування біологічного методу [12]. До того ж, важливо враховувати зміни клімату, а тому розробка та впровадження інноваційних агротехнологій потребуватиме особливої уваги адаптації до нових умов навколишнього природного середовища.

Сприятливі наслідки для ведення сільського господарства в Україні, пов'язані зі зміною клімату, дадуть можливість підвищення врожайності багатьох традиційних польових культур і багаторічних плодovих, ягідних насаджень та вирощування нових високорентабельних культур, але водночас існує висока ймовірність зростання ризиків, пов'язаних з екстремальними кліматичними явищами та тиском шкідливих організмів. За прогнозами вчених, вплив останніх значно зростатиме саме зі зміною кліматичних параметрів [13–16].

Тому дослідження майбутніх можливостей вирощування сільськогосподарських культур в умовах нових загроз з боку шкідливих організмів має вирішальне значення для попередження та зменшення фітосанітарних ризиків у агровиробництві і потребує постійного моніторингу та контролю видового складу й чисельності шкідників та застосування заходів із захисту рослин.

Сучасні системи захисту рослин — це науково обґрунтоване поєднання різних прийомів (організаційних, агротехнічних, селекційних, хімічних, біологічних та ін.), спрямовані на зменшення втрат урожаю і запобігання погіршення фітосанітарного стану сільськогосподарських культур і багаторічних насаджень від шкідливих організмів.

Нині в усіх країнах світу активно впроваджується стратегія інтегрованого захисту рослин (Integrated Pest Management, IPM), яка ґрунтується на екологічних принципах із максимальним скороченням застосування хімічних засобів захисту рослин. Стратегію IPM розглядають як підхід до контролю кількості шкідників економічно вигідними, соціально прийнятними та екологічно безпечними способами з ураху-

ванням новітніх розробок у галузі рослинництва й засобів захисту рослин, комунікаційних технологій, глобалізації сільського господарства та торгівлі [17–19].

Однак, на жаль, економічні пріоритети домінують над екологічними і більшість агровиробників використовують традиційний хімічний метод захисту рослин. Про це свідчить позитивна динаміка розвитку ринку пестицидів у світі із щорічним зростанням на 2,5–3%. Серед спектра хімічних засобів захисту рослин продаж інсектицидів становить 25,3% світових продажів [20; 21].

Варто відмітити про позитивну динаміку розвитку світового ринку біологічних препаратів для захисту рослин. Станом на 2020 р. глобальний обсяг ринку біопестицидів сягав 4,3 млрд дол. США та прогнозується щорічне зростання на 14,7%, який до 2025 р. може досягнути 8,5 млрд дол. США [22]. Понад 75% світового виробництва біопестицидів і біоконтролюючих видів членистоногих належить США і ЄС. До того ж, у США переважно виробляються біопестициди, а в країнах ЄС (Бельгія, Франція, Іспанія) — біоконтролюючі види членистоногих.

Статистика свідчить, що незважаючи на використання близько 3 млн т пестицидів на рік та у сукупності з іншими методами, рівень втрат урожаю від шкідливої ентомофауни є значним. Процес вдосконалення асортименту інсектицидів є безперервний і спрямований на поліпшення якісних показників препаратів, підвищення їх ефективності та екологічної безпечності. В останні десятиліття було розроблено і використано в технологіях захисту сільгоспкультур широкий асортимент традиційних інсектицидів (з д.р. карбамати, фосфорорганічні сполуки, синтетичні піретроїди, неонікотиноїди та ін.), що було ефективним у контролі чисельності комах-фітофагів. Водночас мало низку негативних наслідків щодо погіршення екологічного стану агроценозів, забруднення ґрунту, рослин та виробленої продукції залишковими кількостями діючих речовин пестицидів, вплив на нецільові об'єкти і втрату біорізноманіття,

формування резистентності у шкідників тощо [23]. Застосування хімічних інсектицидів може порушувати біоценотичні зв'язки і відносини між видами, що входять у центральне ядро агробіоценозів — тріоτροφ.

За впровадження інтегрованої системи захисту рослин одним із важливих принципів є мінімізація застосування хімічних засобів захисту рослин, заміна їх на екологічно безпечні біологічні препарати.

Наразі серед екологічно безпечних методів контролю комах-фітофагів виділяють [23]:

- *біологічний контроль* — придушення популяцій шкідників природними ворогами (хижаки, паразити, конкуренти, антагоністи, хвороби);
- *мікробні пестициди* — препарати на основі продуктів життєдіяльності мікроорганізмів, які пригнічують розвиток шкідників та спричиняють ураження їх хворобами;
- *хімічні речовини, що змінюють поведінку шкідників* — хімічні сполуки, що продукуються живими організмами, і викликають специфічну поведінку інших (синтетичні феромони);
- *генетичні маніпуляції з популяціями шкідників* — введення у популяцію шкідників особин, генетично змінених, для перенесення генів, які перешкоджають розмноженню шкідника та впливають на інші фізіологічні функції;
- *імунізація рослин* — підвищення стійкості рослин до шкідників.

Біопестициди — це біологічні препарати на основі живих організмів або продуктів їх життєдіяльності, які призначені для захисту рослин від шкідливих організмів, що відбувається природним шляхом або є ідентичними за походженням синтетичним речовинам. Порівняно з хімічними пестицидами екотоксикологічний ризик застосування біопестицидів є значно нижчим. Оскільки такі сполуки використовують у доволі малих концентраціях та мають високу швидкість деструкції в агроекосистемах. Однією з переваг є те, що біопестициди характеризуються високою селективністю

дії, що знижує токсичну дію на нецільові організми.

У лінійці біопестицидів за функціональним призначенням на світовому ринку 47% становлять препарати проти комах-фітофагів і близько 44% — збудників хвороб рослин. Менше 1% припадає на біогербіциди.

Серед біопестицидів препарати на основі мікроорганізмів (мікробні пестициди) займають найбільшу частку. Наприклад, у США офіційно зареєстровано 53 препарати, у Канаді — 22, у країнах ЄС — 21. На вітчизняному ринку біопрепаратів для рослинництва у 2020 р. найбільшу частку займали біофунгіциди — 63,5% та біоінокулянти — 27,2%. Значно меншим попитом у агропромислових користуються біоінсектициди та біодеструктори, які посідають 4,7% і 3,6% на ринку відповідно.

Застосування біопестицидів відрізняється від традиційного біологічного захисту рослин, який використовує живі організми (комахи, кліщі, нематоди, бактерії), культивування яких представляє певні труднощі і вимагає істотних витрат. Тоді як виробництво біопестицидів економічно більш вигідно і більш технологічно, бо є можливість приготування зручних у застосуванні препаративних форм [24]. Однак біопестициди мають певні обмеження щодо цільових об'єктів (специфічність та селективність), технологічних вимог щодо застосування та зберігання (висока чутливість до температури й ультрафіолету) тощо.

Наразі виділяють дві основні категорії засобів біоконтролю шкідників і збудників хвороб: біопестициди на основі біоагентів (мікроорганізмів й членистоногих). Їх поділяють на біопестициди, рецептури яких базуються на використанні вірусів, бактерій, мікроміцетів, найпростіших і нематод, та біоконтролюючі заходи — засновані на застосуванні хижаків-членистоногих — жукув, мух, ос, золотоочок, клопів, кліщів тощо [25].

Серед інноваційних технологій застосовують біорациональні продукти. Це продукти на основі біологічних пестицидів,

феромонів комах або мікроорганізмів. Такі препарати є нетоксичними або малотоксичними і безпечними для навколишнього природного середовища. Наприклад, мікробні пестициди на основі *Bacillus thuringiensis* (Bt) є найбільш ефективними біорациональними пестицидами і нині у світі 90% всіх комерційних біопестицидів містять штами Bt. Наступним є використання ентомопатогенних нематод і біопрепаратів на основі різних видів мікроміцетів та бактерій. Експериментально підтверджено, що контролюючими біоагентами для шкідників можуть бути понад 100 видів бактерій, 800 видів грибів і 300 видів нематод.

Останніми десятиліттями значну увагу приділяють розробленню біологічних препаратів на основі мікроорганізмів, для захисту від шкідливих організмів, які опосередковано підвищують стійкість сільськогосподарських культур, стимулюють ріст рослин та індукують системну стійкість [26; 27]. Особливе значення має застосування ендодітних бактерій, які формують системну індуковану стійкість у рослинах до патогенів та шкідників, запускають імунну відповідь рослин проти комах-фітофагів, регулюють гормональні сигнальні шляхи, що сприяє зміні експресії генів, синтезу захисних білків, різних ферментів, зміни редокс-метаболізму рослин, підвищення пероксидазної активності в апопласті, зміцнення клітинних стінок рослин [28; 29]. Так, наприклад, виявлено здатність штамів бактерій *Bacillus subtilis* Cohn. (26Д) і *Bacillus thuringiensis* Berliner (B-6066 і B-5689) пригнічувати життєдіяльність попелиці звичайної злакової (*Schizaphis graminum* Rond.). Захисний ефект штамів *Bacillus* spp. проявлявся як у прямій афіцидній активності, так і в опосередкованій індукції системної стійкості рослин за допомогою регуляції генерації перекису водню, активності пероксидази і каталази [30].

Феромонні пастки широко використовують для моніторингу карантинних і некарантинних шкідників та оптимізації обробок хімічними препаратами. Їх застосування дає змогу виявляти шкідників

навіть за дуже низької кількості, має високий економічний ефект і знижує негативний вплив на навколишнє природне середовище. Водночас феромонні пастки можна використовувати для боротьби зі шкідниками методом масового вилову. Препаративні форми синтетичних феромонів і атрактантів використовують для залучення шкідника до місць обробки інсектицидами або для його дезорієнтації [31; 32]. Так, застосування впродовж двох років методу «Attract and kill» з феромонними пастками проти *Halymorpha halys* у промислових яблуневих садах США дало змогу знизити пошкодження плодів у 2–7 разів і тим самим зменшити застосування інсектицидів на 97% [33].

Для вирішення проблеми інвазійних шкідників зазвичай використовують класичний підхід до біологічної боротьби, коли природні вороги з рідного регіону інвазійного шкідника переносяться, розмножуються та вивільняються у новому середовищі існування шкідника. Введення опромінених, стерильних комах — це ще один метод біологічної боротьби, який засвідчив високу ефективність проти ряду шкідників. Однак, ефективність природних ворогів для боротьби зі шкідниками є низькою порівняно із традиційними інсектицидами, особливо за високого заселення посівів шкідниками [34; 35].

Також у сучасних агротехнологіях використовують регулятори росту комах (insect growth regulators, IGR) — це синтетичні гормони комах, які застосовують як інсектициди для регулювання популяцій комах-шкідників. Такі препарати менш токсичні для людини. Їх специфічність полягає в антагоністичній дії на гормони комах або селективному впливі на певні ланки нейроендокринної системи, що змінює її функціональну активність. Інгібітори синтезу хітину впливають на шкідника впродовж репродуктивного життя імаго, перших днів ембріонального і початку постембріонального розвитку, життєдіяльності та розвитку личинок молодшого віку. Загибель починається вже на стадії яйця, максимальна — в стадії личинок першого-

другого віку. Такий характер впливу забезпечує тривалий вплив на асинхронні популяції шкідників, поява яких розділена незначним інтервалом часу. Характерною властивістю ювеноїдів є порушення морфогенезу комах-шкідників: процесів розвитку і подальшого перетворення личинки в лялечку і метелика, що зумовлює видову вибірковість пестициду. Наприклад, IGR запобігають досягненню комахою зрілості, перешкоджаючи процесу линяння та розмноженню комах [36].

Препарати на основі регуляторів росту і розвитку комах (ювеноїди) зазвичай неспецифічні і мають широкий спектр дії, однак чутливість представників різних видів до препаратів такого типу сильно варіює. Такі препарати мають високу біологічну ефективність, мінімальну норму витрат препарату, низьку персистентність і безпечні для навколишнього природного середовища, оскільки безпечні для корисних комах та мають тривалий термін захисної дії.

Встановлено, що застосування інсектицидів — регуляторів росту й розвитку комах із низькими нормами витрат (0,6–1,0 л/га) є екологічно безпечним заходом, оскільки дає змогу зменшити пестицидне навантаження на агроценоз і отримати якісну плодovu продукцію. Ці препарати доволі швидко розпадаються в агроценозі (T95 21,4–30,0 діб) і є помірно- і мало-небезпечними [37].

Альтернативою хімічним інсектицидам є використання вторинних метаболітів рослин (наприклад, феноли та поліфеноли, терпеноїди, алкалоїди), синтезованих деякими видами рослин у межах їхнього природного самозахисту від патогенів і шкідників [38; 39].

Серед сучасних методів окреме місце посідає технологія CRISPR для боротьби зі шкідниками. Інструмент редагування генів CRISPR — це метод зміни ключових генів, які регулюють фертильність та визначення статі комах. Технологія CRISPR дала змогу винайти нову ефективну та безпечну технологію контролю популяцій шкідників певного виду. Наприклад, розроблено метод зміни ключових генів pgSIT,

який контролює визначення статі та фертильності комах та дає змогу стерилізувати самців шкідників сільськогосподарських рослин [40].

Селекція на стійкість сільськогосподарських культур до шкідливих організмів є найбільш реальним, перспективним, екологічно безпечним і економічно вигідним напрямом удосконалення інтегрованих систем захисту польових культур [41]. Встановлено, що за повного переходу на вирощування стійких сортів зернових культур проти шкідників приріст урожаю буде відповідати збільшенню посівних площ на 20–25%, що дасть змогу скоротити витрати на застосування пестицидів на 25–30% [42]. Такі сорти мають фізичні, морфологічні або біохімічні властивості, які зменшують привабливість рослини або придатність для того, щоб шкідник живився, розвивався або розмножувався. Використання стійких сортів до шкідливих організмів є першою ланкою захисту в ІРМ.

Поряд із застосуванням інноваційних методів контролю чисельності шкідливих видів в агроценозах потрібно не забувати традиційні методи, зокрема агротехнічні та організаційно-господарські. Прийняття належної агрономічної практики, що включає науково обґрунтовану сівозміну та систему удобрення рослин, обробіток ґрунту, використання якісного посівного матеріалу й стійких сортів, коригування строків висіву дає змогу уникнути або зменшити заселення посівів шкідниками та пошкодження рослин, відноситься до боротьби з культурою.

Ключовою стратегією, яку повинні ухвалити для реалізації під час проектування ведення сільського господарства, має стати максимальне збереження біорізноманіття та природних територій у межах або поряд з агроландшафтами [43]. Зокрема, через збереження або відновлення природних екосистем у межах або поряд із посівами або насадженнями агрокультур. Наприклад, управління середовищем існування на сільськогосподарських полях та навколо

них може пом'якшити деякі наслідки застоювання інтенсивних агротехнологій через підвищення ефективності діяльності природних ворогів, створюючи їм оптимальні умови для існування і розвитку [44].

Агроєкологічні інфраструктури відіграють важливе значення у забезпеченні осередків проживання та харчовими ресурсами для багатьох членистоногих. Тому створення агроєкологічної інфраструктури біля полів або садів може збільшити присутність природних ворогів і, отже, поліпшити біологічний контроль за шкідниками в агроценозах. Наприклад, встановлено, що насадження квітучих рослин сприяє збільшенню природної чисельності ворогів *Dysaphis plantaginea* (Passerini) біля яблуневих садів і мають важливе значення у виробничій системі, покращуючи біологічний контроль *D. plantaginea* [45].

ВИСНОВКИ

Питання захисту сільськогосподарських культур від шкідників постійно зберігає свою актуальність. Унаслідок шкідливої дії членистоногих щороку втрати врожаю в світі становлять 18–20%, що оцінюється на суму понад 470 млрд дол. США. Більша частина втрат вирощеного врожаю відбувається у польових умовах до збирання врожаю і потребує низки заходів захисту рослин від шкідників.

Водночас, у сучасних агротехнологіях вирощування сільськогосподарських культур дедалі ширше застосовують альтернативні екологічно безпечні методи контролю чисельності шкідників, що відповідає принципам інтегрованого захисту рослин і заміни хімічних інсектицидів на біологічні препарати. Погіршення фітосанітарного стану агроєкосистем, що спричинено низкою абіотичних і біотичних чинників, потребує якісної оцінки стану і визначення напрямів перебудови комплексів шкідливих організмів в агробіоценозах та розроблення інноваційних, екологічно безпечних заходів контролю їх чисельності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Стратегія і тактика захисту рослин. Т. 1. Стратегія / за ред. В.П. Федоренка. Київ: Альфа-Стевія, 2012. 500 с.
2. Oerke E.C. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*. 2006. Vol. 144. P. 31–43.
3. Sharma S., Kooner R. and Arora R. Insect pests and crop losses. *Breeding Insect Resistant Crops for Sustainable Agriculture* / R. Arora and S. Sandhu (Eds.). Springer, Singapore. 2017. P. 45–66.
4. Борзих О.І. Наукове обґрунтування попередження фітосанітарних ризиків у трансформованих біоценозах. *Карантин і захист рослин*. 2020. № 4–6. С. 3–7.
5. Федоренко В.П. Перспективи ентомологічних досліджень в Україні. *Захист і карантин рослин*. 2014. Вип. 60. С. 415–425.
6. Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С., Бородай В.В. Особливості формування фітопатогенного фону мікроміцетів – збудників хвороб в агроценозах зернових злакових культур Правобережного Лісостепу України. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 1. С. 28–38. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2020.201266>
7. Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С., Лісовий М.М. Екологічна структура шкідливого ентомокомплексу агроценозів зернових злакових культур Центрального Лісостепу України. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 2. С. 31–39. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207678>
8. Кривенко А.І., Шушківська Н.І. Регулююча роль природних ентомофагів та вплив на них препаратів з різним механізмом дії в агроценозах зернових колосових культур у Центральному Лісостепу України. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 73–79.
9. Стригун О.О., Судденко Ю.М. Видовий склад шкідливої ентомофауни агробіоценозу пшениці озимої в Правобережному Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 3. С. 15–18.
10. Глазунова Н.Н., Безгина Ю.А., Мазниціна Л.В. Эффективность современных приёмов защиты посевов озимой пшеницы от вредителей. *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16661>
11. Балыкина Е.Б., Трикоз Н.Н., Ягодина Л.П., Корж Д.А. Анализ фитосанитарного состояния плодовых насаждений Крыма. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2017. № 44 (02). С. 1–13.
12. Lamichhane J.R., Dachbrodt-Saaydeh S., Kudsk P. and Messean A. Toward a reduced reliance on conventional pesticides in European agriculture. *Plant Disease*. 2016. Vol. 100. P. 10–24.
13. Deutsch C.A. et al. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science*. 2018. Vol. 361. P. 916–919.
14. Lamichhane J.R., Barzman M. and Booij K. Robust cropping systems to tackle pests under climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2015. Vol. 35. P. 443–459.
15. Paine D.R., Sheppard A.W. and Cook D.C. Global threat to agriculture from invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2016. Vol. 113. P. 7575–7579.
16. Bebber D.P., Ramotowski M.A. and Gurr S.J. Crop pests and pathogens move polewards in a warming world. *Nature Climate Change*. 2013. Vol. 3. P. 985.
17. Green K.K., Stenberg J.A. and Lankinen A. Making sense of Integrated Pest Management (IPM) in the light of evolution. *Evolutionary Applications*. 2020. Vol. 13 (8). P. 1791–1805.
18. Stenberg J.A. A conceptual framework for Integrated Pest Management. *Trends in Plant Science*. 2017. Vol. 22 (9). P. 759–769.
19. Dara S.K. The New Integrated Pest Management Paradigm for the modern age. *Journal of Integrated Pest Management*. 2019. Vol. 10 (1). P. 12.
20. Nishimoto R. Global trends in the crop protection industry. *Journal of Pest Science*. 2019. Vol. 44 (3). P. 141–147.
21. Phillips M. Agrochemical industry development, trends in R&D and the impact of regulation. *Pest Management Science*. 2019. Vol. 76 (10). P. 3348–3356.
22. IMARC. URL: <https://www.imarcgroup.com>
23. Agarwal M. and Verma A. Modern technologies for pest control: A review. *Biotechnology in Mining and Metallurgical Industry*. London. 2020.
24. Жемчужин С.Г., Спиридонов Ю.Я., Босак Г.С. Биопестициды: современное состояние проблемы. *Агрохимия*. 2019. № 11. С. 77–85.
25. Монастырский О.А. Биопрепараты: типы, рынки в России и в других странах. *Агрохимия*. 2019. № 11. С. 86–90.
26. Максимов И.В., Веселова С.В., Нужная Т.В. Стимулирующие рост растений бактерии в регуляции устойчивости растений к стрессовым факторам. *Физиология растений*. 2015. Т. 62. № 6. С. 763–775.
27. Pieterse C.M., Zamioudis C. and Berendsen R.L. Induced systemic resistance by beneficial microbes. *Annual Review of Phytopathology*. 2014. Vol. 52. P. 347–375.
28. Захаренко В.А. Иммунитет зерновых культур в управлении фитосанитарными рисками зерновых агроэкосистем. *Аграрная наука*. 2019. № 2. С. 19–24.
29. Aartsma Y., Bianchi F.J. and Werf W. Herbivore-induced plant volatiles and tritrophic interactions across spatial scales. *New Phytologist*. 2017. Vol. 216 (4). P. 1054–1063.
30. Веселова С.В., Бурханова Г.Ф., Румянцев С.Д. Бактерии рода *Bacillus* в регуляции устойчивости пшеницы к обыкновенной злаковой тле *Schizaphis graminum* Rond. *Прикладная биохимия и микробиология*. 2019. Т. 55. № 1. С. 56–63.
31. Baroffio C.A., Sigsgaard L. and Ahrenfeldt E.J. Combining plant volatiles and pheromones to catch two insect pests in the same trap: Examples from two berry crops. *Crop Protection*. 2018. Vol. 109. P. 1–8.

32. Rice M.E., Zou Y., Millar J.G. and Hanks L.M. Complex blends of synthetic pheromones are effective multi-species attractants for longhorned beetles (*Coleoptera: Cerambycidae*). *Journal of Economic Entomology*. 2020. Vol. 113 (5). P. 2269–2275.
33. Morrison W.R., Blaauw B.R. and Short B.D. Successful management of *Halyomorpha halys* (*Hemiptera: Pentatomidae*) in commercial apple orchards with an attract-and-kill strategy. *Pest Management Science*. 2018. Vol. 75 (1). P. 104–114.
34. Kenis M., Auger-Rozenberg M.A. and Roques A. Ecological effects of invasive alien insects. *Biological Invasions*. 2009. Vol. 11. P. 21–45.
35. Zhang H., Potts S.G., Breeze T. and Bailey A. European farmers incentives to promote natural pest control service in arable fields. *Land Use Policy*. 2018. Vol. 78. P. 682–690.
36. Smagghé G., Zotti M. and Retnakaran A. Targeting female reproduction in insects with biorational insecticides for pest management: A critical review with suggestions for future research. *Current Opinion in Insect Science*. 2019. Vol. 31. P. 65–69.
37. Панченко Т.П., Червякова Л.Н., Гаврилюк Л.Л. Регулятори росту і розвитку наасекомых для екологічної безпечної захисти плодových культур в Лесостепи України. *Защита растений: сборник научных трудов*. 2016. Вып. 40. С. 238–244.
38. Miresmailli S. and Isman M.B. Botanical insecticides inspired by plant-herbivore chemical interactions. *Trends in Plant Science*. 2014. Vol. 19. P. 29–35.
39. Pavea R. History, presence and perspective of using plant extracts as commercial botanical insecticides and farm products for protection against insects — a review. *Plant Protection Science*. 2016. Vol. 52 (4). P. 229–241.
40. Kandul N.P., Liu J. and Sanchez H.M. Transforming insect population control with precision guided sterile males with demonstration in flies. *Nature Communications*. 2019. Vol. 10. P. 84.
41. Моргун В.В., Топчий Т.В. Значення стійких сортів озимої пшениці, вивчення джерел і донорів стійкості до шкідників та основних збудників хвороб. *Физиология растений и генетика*. 2018. Т. 50. № 3. С. 218–240.
42. Шапиро И.Д., Вилкова Н.А., Слепян Э.И. Иммунитет растений к вредителям и болезням. Москва: Агропромиздат, 1986. 172 с.
43. Kremen C. and Merenlender A.M. Landscapes that work for biodiversity and people. *Science*. 2018. Vol. 362. P. 304–315.
44. Gurr G.M., Wratten S.D., Landis D.A. and You M. Habitat management to suppress pest populations: progress and prospects. *Annual Review of Entomology*. 2017. Vol. 62. P. 91–109.
45. Albert L., Franck P., Gilles Y. and Plantegenest M. Impact of agroecological infrastructures on the dynamics of *Dysaphis plantaginea* (*Hemiptera: Aphididae*) and its natural enemies in Apple Orchards in Northwestern France. *Environmental Entomology*. 2017. Vol. 46. P. 528–537.

REFERENCES

1. Fedorenko, V.P. (Ed.) (2012). *Stratehiia i taktyka zakhystu roslyn [Strategy and tactics of plant protection]*. (Vol. 1). Kyiv [in Ukrainian].
2. Oerke, E.C. (2006). Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*, 144, 31–43 [in English].
3. Sharma, S., Kooner, R., Arora, R. & Sandhu S. (Eds.). (2017). Insect Pests and Crop Losses. *Breeding Insect Resistant Crops for Sustainable Agriculture*. (pp. 45–66). Springer, Singapore [in English].
4. Borzykh, O.I. (2020). Naukove obgruntuvannya poperedzhennia fitosanitarnykh ryzykiv u transformovanykh biotsenozakh [Scientific substantiation of phytosanitary risk prevention in transformed biocenoses]. *Quarantine and plant protection — Karantyn i zaxyst roslyn*, 4–6, 3–7 [in Ukrainian].
5. Fedorenko, V.P. (2014). Perspektyvy entomolohichnykh doslidzhen v Ukraini [Prospects for entomological research in Ukraine]. *Plant protection and quarantine — Zashhit i karantin rastenij*, 60, 415–425 [in Ukrainian].
6. Mostoviak, I.I., Demyanyuk, O.S. & Boroday, V.V. (2020). Osoblyvosti formuvannya fitopatohennoho fonu mikromitsetiv — zbudnykiv khvorob v ahrotsenozakh zernovykh zlakovykh kultur Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The formation of phytopathogenic fond in agrocenoses of cereals of the right-bank Forest-steppe of Ukraine]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 1, 28–38. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2020.201266> [in Ukrainian].
7. Mostoviak, I.I., Demyanyuk, O.S. & Lisovyi, M.M. (2020). Ekolohichna struktura shkidlyvoho entomokompleksu ahrotsenoziv zernovykh zlakovykh kultur Tsentralnoho Lisostepu Ukrainy [The ecological structure of the harmful entomocomplex of agrocenoses of cereal crops of the Central Forest-Steppe of Ukraine]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 2, 31–39. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207678> [in Ukrainian].
8. Kryvenko, A.I. & Shushkivska N.I. (2017). Rehuliuucha rol pryrodnykh entomofahiv ta vplyv na nykh preparativ z riznym mekhanizmom dii v ahrotsenozakh zernovykh kolosovykh kultur u Tsentralnomu Lisostepu Ukrainy [Regulatory role of natural entomophages and the influence of drugs with different mechanism of action on them in agrocenoses of grain crops in the Central Forest-Steppe of Ukraine]. *Ahrobiolohiia — Agrobology*, 1, 73–79 [in Ukrainian].
9. Stryhun, O.O. & Suddenko, Yu.M. (2016). Vydovyi sklad shkidlyvoi entomofauny ahrobiotsenozu psheynytsi ozymoi v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Species composition of harmful entomofauna of winter wheat agrobiocenosis in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarynoi akademii — Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 3, 15–18 [in Ukrainian].

10. Glazunova, N.N., Bezgina, Yu.A. & Maznitsyna, L.V. (2014). Ehffektivnost' sovremennykh priyomov zashchity posevov ozimoj pshenicy ot vreditel'ej [The effectiveness of modern methods of protecting winter wheat crops from pests]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya – Modern problems of science and education*, 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16661> [in Russian].
11. Balykina, E.B., Trikoz, N.N., Yagodinskaya, L.P. & Korzh, D.A. (2017). Analiz fitosanitarnogo sostoyaniya plodovykh nasazhdenij Kryma [Analysis of the phytosanitary state of the fruit plantations of the Crimea]. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii – Fruit growing and viticulture of the South of Russia*, 44 (02), 1–13 [in Russian].
12. Lamichhane, J.R., Dachbrodt-Saaydeh, S., Kudsk, P. & Messean, A. (2016). Toward a reduced reliance on conventional pesticides in European agriculture. *Plant Disease*, 100, 10–24 [in English].
13. Deutsch, C.A., Tewksbury, J.J. & Tigchelaar, M. (2018). Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science*, 361, 916–919 [in English].
14. Lamichhane, J.R., Barzman, M. & Booiij, K. (2015). Robust cropping systems to tackle pests under climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35, 443–459 [in English].
15. Paini, D.R., Sheppard, A.W. & Cook, D.C. (2016). Global threat to agriculture from invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113, 7575–7579 [in English].
16. Bebbler, D.P., Ramotowski, M.A. & Gurr, S.J. (2013). Crop pests and pathogens move polewards in a warming world. *Nature Climate Change*, 3, 985 [in English].
17. Green, K.K., Stenberg, J.A. & Lankinen, A. (2020). Making sense of Integrated Pest Management (IPM) in the light of evolution. *Evolutionary Applications*, 13 (8), 1791–1805 [in English].
18. Stenberg, J.A. (2017). A Conceptual Framework for Integrated Pest Management. *Trends in Plant Science*, 22 (9), 759–769 [in English].
19. Dara, S.K. (2019). The New Integrated Pest Management Paradigm for the Modern Age. *Journal of Integrated Pest Management*, 10 (1), 12 [in English].
20. Nishimoto, R. (2019). Global trends in the crop protection industry. *Journal of Pest Science*, 44 (3), 141–147 [in English].
21. Phillips, M. (2019). Agrochemical Industry Development, Trends in R&D and the impact of regulation. *Pest Management Science*, 76 (10), 3348–3356 [in English].
22. IMARC. URL: <https://www.imarcgroup.com> [in English].
23. Agarwal, M. & Verma, A. (2020). Modern Technologies for Pest Control: A Review. *Biotechnology in Mining and Metallurgical Industry*. London [in English].
24. Zhemchuzhin, S.G., Spiridonov, Yu.Ya. & Bosak, G.S. (2019). Biopesticidy: sovremennoe sostoyanie problemy [Biopesticides: current state of the problem]. *Agrokhimiya – Agrochemistry*, 11, 77–85 [in Russian].
25. Monastyrskij, O.A. (2019). Biopreparaty: tipy, rynki v Rossii i v drugikh stranakh [Biologicals: types, markets in Russia and in other countries]. *Agrokhimiya – Agrochemistry*, 11, 86–90 [in Russian].
26. Maksimov, I.V., Veselova, S.V. & Nuzhnaya, T.V. (2015). Stimuliruyushchie rost rastenij bakterii v regulyacii ustojchivosti rastenij k stressovym faktoram [Bacteria stimulating plant growth in the regulation of plant resistance to stress factors]. *Fiziologiya rastenij – Plant physiology*, 62 (6), 763–775 [in Russian].
27. Pieterse, C.M., Zamioudis, C. & Berendsen, R.L. (2014). Induced systemic resistance by beneficial microbes. *Annual Review of Phytopathology*, 52, 347–375 [in English].
28. Zakharenko, V.A. (2019). Immunitet zernovykh kul'tur v upravlenii fitosanitarnymi riskami zernovykh agroekosistem [Immunity of cereals in the management of pest risks in cereal agroecosystems]. *Agrarnaya nauka – Agricultural science*, 2, 19–24 [in Russian].
29. Aartsma, Y., Bianchi, F.J. & Werf, W. (2017). Herbivore-induced plant volatiles and tritrophic interactions across spatial scales. *New Phytologist*, 216 (4), 1054–1063 [in English].
30. Veselova, S.V., Burkhanova, G.F. & Rummyancev, S.D. (2019). Bakterii roda Bacillus v regulyacii ustojchivosti pshenicy k obyknovnoy zlakovoj tle Schizaphis graminum Rond [Bacteria of Bacillus in the regulation of wheat resistance to the common grass aphid Schizaphis graminum Rond.]. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya – Applied Biochemistry and Microbiology*, 55 (1), 56–63 [in Russian].
31. Baroffio, C.A., Sigsgaard, L. & Ahrenfeldt, E.J. (2018). Combining plant volatiles and pheromones to catch two insect pests in the same trap: Examples from two berry crops. *Crop Protection*, 109, 1–8 [in English].
32. Rice, M.E., Zou, Y., Millar, J.G. & Hanks, L.M. (2020). Complex Blends of Synthetic Pheromones are Effective Multi-Species Attractants for Longhorned Beetles (*Coleoptera: Cerambycidae*). *Journal of Economic Entomology*, 113 (5), 2269–2275 [in English].
33. Morrison, W.R., Blaauw, B.R. & Short, B.D. Successful management of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in commercial apple orchards with an attract-and-kill strategy. *Pest Management Science*, 75 (1), 104–114 [in English].
34. Kenis, M., Auger-Rozenberg, M.A. & Roques, A. (2009). Ecological effects of invasive alien insects. *Biological Invasions*, 11, 21–45 [in English].
35. Zhang, H., Potts, S.G., Breeze, T. & Bailey, A. (2018). European farmers incentives to promote natural pest control service in arable fields. *Land Use Policy*, 78, 682–690 [in English].
36. Smagghe, G., Zotti, M. & Retnakaran, A. (2019). Targeting female reproduction in insects with bio-rational insecticides for pest management: A critical

- review with suggestions for future research. *Current Opinion in Insect Science*, 31, 65–69 [in English].
37. Panchenko, T.P., Chervyakova, L.N. & Gavrilyuk, L.L. (2016). Regulatory rosta i rozvitiya nasekomykh dlya ekhologicheskoi bezopasnoy zashchity plodovykh kul'tur v Lesostepi Ukrainy [Regulators of growth and development of insects for environmentally safe protection of fruit crops in the forest-steppe of Ukraine]. *Zashchita rastenij: sbornik nauchnykh trudov — Plant protection: collection of scientific papers*, 40, 238–244 [in Russian].
38. Miresmailli, S. & Isman, M.B. (2014). Botanical insecticides inspired by plant-herbivore chemical interactions. *Trends in Plant Science*, 19, 29–35 [in English].
39. Pavela, R. (2016). History, presence and perspective of using plant extracts as commercial botanical insecticides and farm products for protection against insects — a review. *Plant Protection Science*, 52 (4), 229–241 [in English].
40. Kandul, N.P., Liu, J. & Sanchez, H.M. (2019). Transforming insect population control with precision guided sterile males with demonstration in flies. *Nature Communications*, 10, 84 [in English].
41. Morhun, V.V. & Topchii, T.V. (2018). Znachennia stiikykh sortiv ozymoi pshenytsi, vyvchennia dzherel i donoriv stiikosti do shkidnykiv ta osnovnykh zbudnykiv khvorob [Importance of resistant varieties of winter wheat, study of sources and donors of resistance to pests and major pathogens]. *Fiziologiya rastenij i genetika — Plant physiology and genetics*, 50 (3), 218–240 [in Ukrainian].
42. Shapiro, I.D., Vilkova, N.A. & Slepian, E.I. (1986). *Immunitet rastenij k vreditelyam i boleznyam [Plant immunity to pests and diseases]*. Moskva: Agropromizdat [in Russian].
43. Kremen, C. & Merenlender, A.M. (2018). Landscapes that work for biodiversity and people. *Science*, 362, 304–315 [in English].
44. Gurr, G.M., Wratten, S.D., Landis, D.A. & You, M. (2017). Habitat management to suppress pest populations: progress and prospects. *Annual Review of Entomology*, 62, 91–109 [in English].
45. Albert, L., Franck, P., Gilles, Y. & Plantegenest, M. (2017). Impact of agroecological infrastructures on the dynamics of *Dysaphis plantaginea* (Hemiptera: Aphididae) and its natural enemies in Apple Orchards in Northwestern France. *Environmental Entomology*, 46, 528–537 [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 10.09.2021

ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ АГРОФІТОЦЕНОЗІВ ІЗ ПЛАТФОРМИ БПЛА ДЛЯ ОЦІНКИ РІВНЯ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН

Н.А. Пасічник¹, О.О. Опришко¹, О.Г. Тараріко²

¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна)
e-mail: n.pasichnyk@nubip.edu.ua; ORCID: 0000-0002-2120-1552
e-mail: ozon.kiev@nubip.edu.ua; ORCID: 0000-0001-6433-3566

² Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: tarariko@ukr.net; ORCID: 0000-0002-5132-0157

Безпілотні (дистанційно керовані) літальні апарати (БПЛА) є інноваційним устаткуванням для моніторингу агрофітоценозів, що позбавлене низки принципових недоліків супутників щодо доступності, вартості, здатності розрізнення знімків. Однак, якість, відтвореність та придатність даних спектрального моніторингу посівів сільськогосподарських культур для процесів управління врожаєм залишаються актуальними питаннями. Оскільки в концепції управління врожаєм дистанційний моніторинг є необхідною складовою, розроблення методики оцінювання придатності спектральних даних для розрахунку агрохімічних практик стало метою роботи. Аналіз літературних даних показав, що залежність кількості пікселів від значень інтенсивності складових кольору для рослин і ґрунту описується Гауссовим (нормальним) розподілом і відхилення зумовлюється накладанням розподілів від різних зафіксованих на фотознімку об'єктів. Дослідження проводили у 2017–2020 рр., аналізуючи стресовий стан рослин, зумовлений дефіцитом елементів живлення. Для моніторингу використовували БПЛА із спеціалізованим спектральним комплексом Slantrange із штатним програмним забезпеченням Slantview та камерою видимого спектра FC200 (від БПЛА Phantom 2). Перевірку проводили на полях пшениці озимої, результат підтвердив оптимальність саме Гауссового розподілу для спектрального моніторингу посівів пшениці. Встановлено, що аналіз відповідності характеру розподілу за спектральними каналами, а саме наявність двох і більше максимумів у графічному його описі свідчить про нерівномірність входження рослин у стадію вегетації або ж наявність сторонніх об'єктів. Оцінка придатності даних може здійснюватися на базі еталонних значень ширини розподілу для спектральних каналів. Це дає змогу стверджувати про доцільність введення в набори штатних вегетаційних індексів геоінформаційних систем додаткових пакетів, що відображають саме спектральні канали.

Ключові слова: спектральний моніторинг, вегетація рослин, безпілотні літальні апарати, дистанційно керовані літальні апарати, розподіл Гаусса, вегетаційні індекси, інтенсивність кольору.

ВСТУП

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) є інноваційним устаткуванням для моніторингу агрофітоценозів, яке позбавлене низки принципових недоліків супутників щодо доступності, вартості, здатності розрізнення знімків. Однак методичні питання інформативності й відтворюваності даних, придатності такого моніторингу для управління врожаєм залишаються актуальними.

Частіше конструктори зосереджують свою увагу саме на вдосконаленні спектрального обладнання, проте є і методологічні проблеми щодо сприйняття та інтерпретації інформації від пристроїв технічного зору. Більшість вегетаційних індексів, що на цей час пропонуються для інтерпретації даних від БПЛА, таких як NDVI, розроблялі під супутникові платформи із притаманною їм низькою здатністю розрізнення знімків, коли на кожен піксель припадає група рослин. Індекси, що розроблялись на базі

концепції «грунтової лінії», були призначені, насамперед, для оцінювання наявності й відносної щільності біомаси, питання ж управління врожаєм потребують інших методичних підходів щодо моніторингу агрофітоценозів. «Грунтову лінію» описали Кауз і Томас у 1976 р. [1] як лінійну залежність між яскравостями червоного та ближнього інфрачервоного спектрів, для відокремлення ґрунту у спектральних зображеннях супутникового моніторингу. Необхідно враховувати, що здійснення агрохімічних заходів, зокрема підживлення рослин, має здійснюватись лише у визначенні стадії вегетації, часто дуже вузькі періоди. Однак стан розвитку рослин у агрофітоценозі визначається багатьма чинниками, а відтак, у межах одного поля рослини нерівномірно входять у наступну стадію, тим більше мікростадію вегетації. Відтак, обчислення середнього значення для ділянки, притаманне супутниковим рішенням, є помилковим. Наразі питання оцінювання придатності результатів спектрального моніторингу фітоценозів не вирішене. Розроблення методики оцінювання придатності спектральних даних дистанційного моніторингу агрофітоценозів як необхідної складової концепції управління їх продуктивністю і стало метою нашої роботи.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Спектральні показники об'єктів критично залежать від стану освітлення, і відтворюваність даних дослідники намагаються забезпечити поєднанням комплексу технічних та організаційних заходів. У роботі Helge Aasen зі співавторами [2] розглянуто питання побудови 3D моделей рослин, у яких для забезпечення точності запропоновано методику поєднання даних від кількох прольотів. Зважаючи на цікаві та обнадійливі результати, така методика вимагатиме кількох прольотів БПЛА посліпль у різних напрямках, що непридатне для промислових масштабів. Підхід щодо визначення особливостей куполу рослин за масового фенотипування з використанням

БПЛА, на основі порівняння отриманих портретів з еталонними шаблонами показано в роботі Fusang Liu та ін. [3] (від авторів: терміном «купол рослин» у дистанційному зондуванні прийнято називати спектральну проекцію на горизонтальну поверхню). Інформація про габарити рослин є корисною для визначення стресових станів, проте на початкових стадіях вегетації для точної ідентифікації потрібна висока здатність розрізнення знімків, яку можна отримати лише з малих висот, що не сприятиме масштабуванню технології для промислових потреб. Альтернативним технічним засобом для оцінки габаритів рослин є LiDARи, описані в оглядовій статті Yue Pan та ін. [4]. Водночас, для такого інноваційного обладнання на повітряних платформах невід'ємними будуть істотні похибки для малогабаритних рослин із шириною листків у кілька міліметрів, що відображено в роботі Tai Guoa та ін. [5].

Інший підхід, заснований на використанні еталонних значень спектральних показників рослин для ідентифікації розповсюдження шкідників лісу, описаний у роботі Per-Ola Olsson та ін. [6]. Оцінку, побудовану на фіксації відхилення від сезонних змін NDVI, розраховано на різні етапи вегетації, оскільки супутникова зйомка здійснюється з високою періодичністю і можна вибрати дані для окремої стадії вегетації. Подібний підхід щодо вибору спектральних даних із наявного масиву швидко змінюваних даних показано в роботі Ameer Shakayb Arsalaan та ін. [7] на прикладі лісових пожеж. Однак за звичайних умов для управління агрофітоценозами господарства повинні мати можливість на базі єдиного вильоту прийняти рішення про потребу додаткових польотів, що передбачає наявність вільного устаткування.

Оригінальний підхід щодо ідентифікації стану рослин в умовах змін їх габаритів на прикладі буярку цукрового показано в роботі Yang Cao Liu та ін. [8]. Дослідники запропонували новий вегетаційний індекс WDRVI (wide-dynamic-range vegetation index), у який введений додатковий коефіцієнт для інфрачервоного каналу. Однак,

на виробництві досягнуто збільшення точності до 5% має ще окупити затрати на визначення динамічно змінюваних коефіцієнтів для інфрачервоного каналу. Тобто, найперспективнішим є підхід заснований на порівнянні спектральних показників із певними еталонними зразками.

Спектральні показники рослин, навіть тих, що перебувають в однаковій стадії вегетації, мають певні відмінності. Для отримання усередненого значення для рослин, за фіксації у фотознімку ґрунту, в роботі Yaokai Liu та ін. [9] запропонували використовувати комбінації Гауссового розподілу, де фіксували діапазони, що належали окремо рослинам і ґрунту. Були отримані позитивні результати, проте здатність розрізнення знімків із висоти 3 м була надвисока, що складно реалізувати в промислових масштабах. Згідно з представленими у роботі Guangjian Yan та ін. [10] даними, із зниженням здатності розрізнення знімків можливість виділення окремих діапазонів, що відповідають ґрунту і рослинам, втрачається. Вдосконалення ідентифікації за рахунок оцінювання розподілу величин інтенсивності складових кольору показано в роботі André Sou та ін. [11], де замість моделі кольороутворення RGB використали модель CIE $L^*a^*b^*$ space. Автори для визначення площі куполу запропонували порогові значення, проте цей підхід буде ефективний лише на початкових стадіях вегетації, коли, зокрема, можна нехтувати тінню на нижніх ярусах листків рослин. Метод було вдосконалено в роботі Linquan Li та ін. [12], коли ідентифікацію ґрунту та рослин намагались здійснити та базі Гауссового напіврозподілу. Такий підхід дає змогу ідентифікувати дві складові, проте, в разі наявності 3-х складових, його об'єктивність сумнівна.

Аналіз опублікованих наукових даних показав, що залежність кількості пікселів від значень інтенсивності складових кольору для рослин і ґрунту описується саме Гауссовим розподілом. Відхилення від такого розподілу зумовлено накладанням розподілів від різних зафіксованих на фотознімку об'єктів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили в агрофітоценозах із пшеницею озимою впродовж 2017–2020 рр. Стресовий стан рослин, зумовлений дефіцитом елементів живлення, вивчали на дослідних ділянках багаторічного стаціонару кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва НУБіП України, де вивчаються системи застосування добрив. Спектральні дослідження в оптичному діапазоні проводили з використанням штатної фотокамери БПЛА DJI Phantom 2+. Опис методики проведення експериментальних досліджень було висвітлено в роботах Lysenko V. та ін. [13]. Мульти-спектральні дослідження з використанням інфрачервоного діапазону здійснювали за допомогою сенсорного обладнання Slanrange 3p із спеціалізованим програмним забезпеченням (ПЗ) SlantView (version 2.13.1.2304). На *рис. 1* представлені карти розподілу Green Chlorophyll індексу.

Особливістю ПЗ SlantView є можливість оперативного автономного створення карт розподілу вегетаційних індексів безпосередньо в польових умовах. ПЗ SlantView здійснює складання загального ортофотоплану зі знімків, корекцію щодо освітлення та надає користувачеві готіві карти розподілу вегетаційних індексів, серед яких різні варіанти NDVI. Штатними засобами ПЗ SlantView дані можуть експортуватися у формат geotiff.

На ортофотопланах аналізували ділянки агрофітоценозів із ознаками стресів і без них. Обробку даних проводили за окремими спектральними каналами та індексами, наданими програмою SlantView. Методику проведення досліджень описано в роботі S. Shvovov та ін. [14]. Максимальну деталізацію (GSD 0,04 м/піксель) отримували з вікна знімків ПЗ SlantView (варіанти індексу NDVI – Green, Red та RedEdge). За окремими спектральними каналами (вікно знімків) використовували монохромні зображення, які, для забезпечення повноти інформації, зберігали у формі bmp, для цього копію екрану зберігали в програмі Paint (Microsoft Windows 7.0 Sp.1).

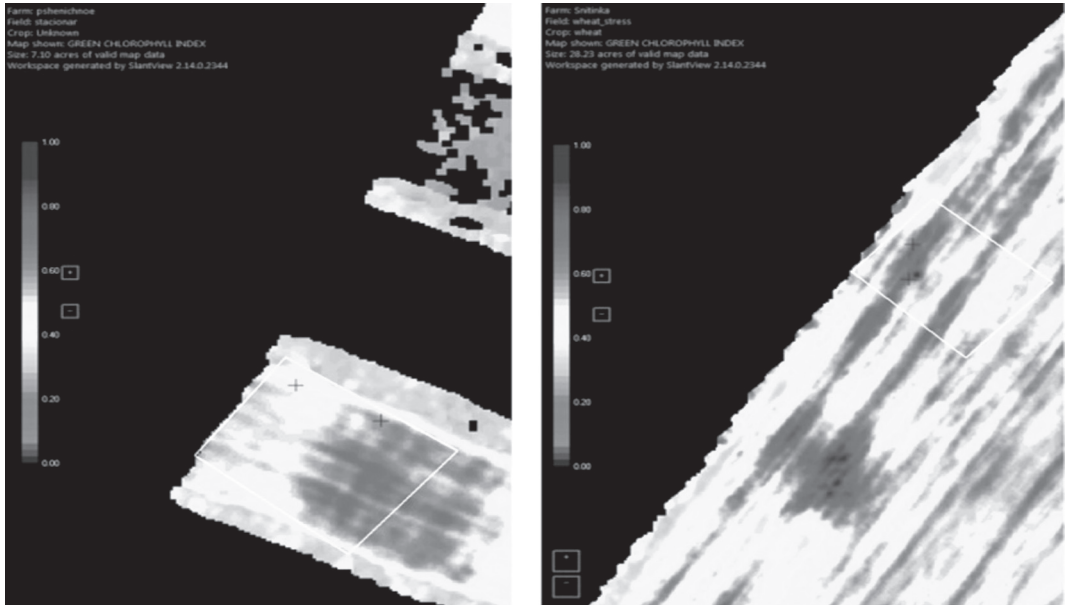


Рис. 1. Карти розподілу Green Chlorophyll індексу на фрагментах ортофотопланів дослідних ділянок стаціонару (ліворуч) і виробничих полів (праворуч), створені ПЗ SlantView

Примітка: синіми хрестиками виділені контрольні точки для точного позиціонування пікселів різних спектральних каналів та карт розподілу індексів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Спектральні дослідження в оптичному діапазоні. На *рис. 2* наведено результати обчислень червоної складової для експериментальних даних, отриманих 2017.05.05 у дослідженнях спектральних характеристик

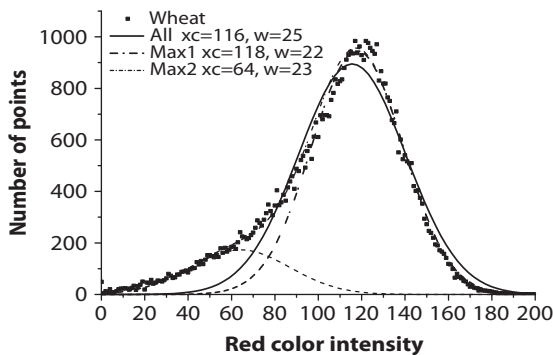


Рис. 2. Результати апроксимації залежності кількості пікселів від величини інтенсивності червоної складової кольору (2017.05.05)

рослин залежно від рівня живлення, із використанням універсальної камери FC200 (штатне сенсорне обладнання для БПЛА DJI Phantom 2).

Використання запропонованої методики аналізу показало, що значення максимум розподілу змістилося на дві одиниці, зі зменшенням ширини w на три одиниці. Розподіл $Max2$, за нашими припущеннями, може зумовлюватися як наявністю тіні на нижніх листках рослин, так і фіксацією ґрунту.

Запропонований підхід щодо обробки експериментальних результатів буде ефективним, якщо виконується умова $Max1 \gg Max2$ (*рис. 3*). У агрофітоценозах, природно, рослини однієї культури одного сорту перебувають одночасно на різних етапах вегетації чи в принципово різному фізіологічному стані. Індикативним етапом такої нерівномірності стану рослин у фітоценозах пшениці озимої є формування

прапорцевого листка, що було зафіксовано нами 2018.06.08. За отриманими даними (див. рис. 3), $Max1 \cong Max2$, тому було використано підхід, коли на першому етапі окремо визначали два піки Гауссового розподілу.

Виявлення наявності кількох окремих максимумів можна здійснити, з огляду на величини розподілу за використання для апроксимації експериментальних даних рівняння 1 (All). Для представлених даних величина становила 28, тоді як для решти ділянок x_c становила 18...23. Відтак, апроксимація усіх даних єдиною Гауссовою залежністю (All) є некоректною, оскільки не відповідає жодному максимуму розподілу. Тобто, зйомку було здійснено, коли рослини перебували в різних стадіях розвитку, тому для виробничих фітоценозів її необхідно провести повторно через кілька діб, коли потрібна стадія розвитку встановиться, тобто більшість рослин набудуть характерних ознак. Для автоматичної обробки результатів моніторингу еталонні значення для параметрів розподілу можна отримати на стаціонарних дослідках тощо.

Для універсальних цифрових камер оптичного діапазону, таких як FC200, точне дотримання вибіркості світлофільтрів не вимагається, тому для перевірки отриманих результатів проведено дослідження з використанням спеціалізованого спектрального комплексу Slanrange 3 (рис. 4).

За апроксимації експериментальних даних залежністю GaussAmp, ширина розподілу для зеленого каналу становила: для рослин неудобрених ділянок 7,1, для удобрених – 3,6, $0,98 \leq R^2$. Для червоної складової, незалежно від стану живлення, зафіксовано накладання 2-х максимумів, які були більше виражені для рослин із недостатнім забезпеченням елементами. Обчислено ширину розподілу, аналогічно зеленому каналу, становила 18 і 9,8 відповідно. Коефіцієнт детермінації для варіанта підвищеної норми мінераль-

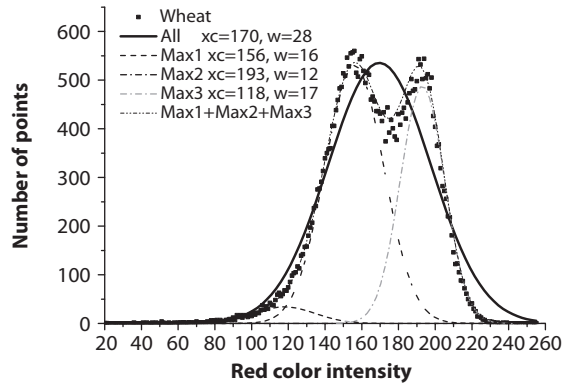


Рис. 3. Результати апроксимації залежності кількості пікселів від величини інтенсивності червоної складової кольору для пшениці озимої (дата зйомки 2018.06.08, у рослин окремих варіантів стаціонару сформований прাপорцевий листок)

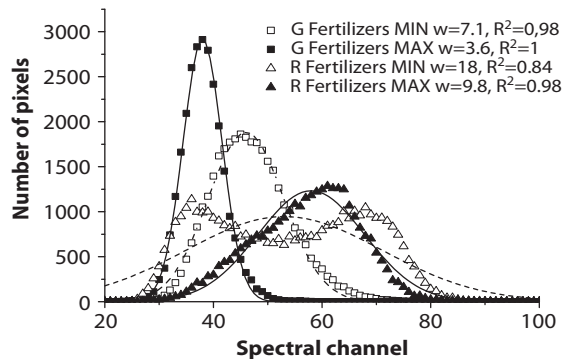


Рис. 4. Залежність кількості пікселів від величини інтенсивності зеленої (G) та червоної (R) складових кольору та стану мінерального живлення: внесення підвищеної норми добрив (Fertilizers MAX) і без добрив (Fertilizers MIN); дата моніторингу 2020.04.27

них добрив становив 0,98, а для рослин із дефіцитом живлення – 0,84.

ВИСНОВКИ

Розподіл інтенсивності складових кольору у видимому діапазоні описується Гауссовою залежністю, що підтверджується експериментально; оцінка придатності даних може здійснюватись на базі еталонних

значень ширини розподілу за зеленим і червоним спектральними каналами; наявність двох і більше максимумів у графічному

описі розподілу свідчить про нерівномірність входження рослин у стадію вегетації або ж наявність сторонніх об'єктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kauth R.J. and Thomas G.S. The tasselled capgraphic description of the spectral–temporal development of agricultural crops as seen by Landsat. *Proceedings, symposium on machine processing of remotely sensed data* (29 June–1 July, 1976). Purdue University. West Lafayette. IN. P. 41–51.
2. Aasen H., Burkart A., Bolten A. and Bareth G. Generating 3D hyperspectral information with lightweight UAV snapshot cameras for vegetation monitoring: from camera calibration to quality assurance. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 2015. Vol. 108. P. 245–259. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.08.002>
3. Liu F. et al. A field–based high–throughput method for acquiring canopy architecture using unmanned aerial vehicle images. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2021. Vol. 296. P. 108–231. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.108231>
4. Pan Y. et al. Reconstruction of Ground Crops Based on Airborne LiDAR Technology. *IFAC–PapersOnLine*. 2019. Vol. 52 (24). P. 35–40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.12.376>
5. Guoa T. et al. Detection of wheat height using optimized multi–scan mode of LiDAR during the entire growth stages. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2019. Vol. 165. P. 104–959. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.104959>
6. Olsson Per–Ola, Lindström J. and Eklundh L. Near real–time monitoring of insect induced defoliation in subalpine birch forests with MODIS derived NDVI. *Remote Sensing of Environment*. 2016. Vol. 181. P. 42–53. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.03.040>
7. Shakayb A.A., Nguyen H., Coyle A. and Fida M. Quality of information with minimum requirements for emergency communications. *Ad Hoc Networks*. 2021. Vol. 111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2020.102331>
8. Cao Y. et al. Monitoring of sugar beet growth indicators using wide–dynamic–range vegetation index (WDRVI) derived from UAV multispectral images. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2020. Vol. 171. P. 105–331. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105331>
9. Liu Y., Mu X., Wang H. and Yan G. A novel method for extracting green fractional vegetation cover from digital images. *Journal of Vegetation Science*. 2012. Vol. 23. P. 406–418. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1654–1103.2011.01373.x>
10. Yan G. et al. Improving the estimation of fractional vegetation cover from UAV RGB imagery by colour unmixing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 2019. Vol. 158. P. 23–34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2019.09.017>
11. Coy A. et al. Increasing the Accuracy and Automation of Fractional Vegetation Cover Estimation from Digital Photographs. *Remote Sensing*. 2016. Vol. 8. P. 474. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs8070474>
12. Li L. et al. A half–Gaussian fitting method for estimating fractional vegetation cover of corn crops using unmanned aerial vehicle images. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2018. Vol. 262. P. 379–390. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.07.028>
13. Lysenko V. et al. Determination of the not uniformity of illumination in process monitoring of wheat crops by UAVs. In: *Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T: 4th International Scientific–Practical Conference* (October 10–13, 2017). Kharkiv. Ukraine. P. 265–267. DOI: <https://doi.org/10.1109/INFOCOMMST.2017.8246394>
14. Shvovor S. et al. The method of determining the amount of yield based on the results of remote sensing obtained using UAV on the example of wheat. In: *IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)* (February 25–29, 2020). Slavske. Ukraine. P. 245–248. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/PICST47496.2019.9061238>

REFERENCES

1. Kauth, R.J. & Thomas, G.S. (1976). The tasselled capgraphic description of the spectral–temporal development of agricultural crops as seen by Landsat. *Proceedings, symposium on machine processing of remotely sensed data* (pp. 41–51). Purdue University. West Lafayette. IN [in English].
2. Aasen, H., Burkart, A., Bolten, A. & Bareth, G. (2015). Generating 3D hyperspectral information with lightweight UAV snapshot cameras for vegetation monitoring: from camera calibration to quality assurance. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 108, 245–259. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.08.002> [in English].
3. Liu, F. et al. (2021). A field–based high–throughput method for acquiring canopy architecture using unmanned aerial vehicle images. *Agricultural and Forest Meteorology*, 296, 108–231. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.108231> [in English].
4. Pan, Y. et al. (2019). Reconstruction of Ground Crops Based on Airborne LiDAR Technology. *IFAC–PapersOnLine*, 52 (24), 35–40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.12.376> [in English].
5. Guoa, T. et al. (2019). Detection of wheat height using optimized multi–scan mode of LiDAR during the entire growth stages. *Computers and Electronics*

- in Agriculture*, 165, 104–959. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.104959> [in English].
6. Olsson, Per-Ola, Lindström, J. & Eklundh, L. (2016). Near real-time monitoring of insect induced defoliation in subalpine birch forests with MODIS derived NDVI. *Remote Sensing of Environment*, 181, 42–53. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.03.040> [in English].
 7. Shakayb, A.A., Nguyen, H., Coyle, A. & Fida, M. (2021). Quality of information with minimum requirements for emergency communications. *Ad Hoc Networks*, 111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2020.102331> [in English].
 8. Cao, Y. et al. (2020). Monitoring of sugar beet growth indicators using wide-dynamic-range vegetation index (WDRVI) derived from UAV multispectral images. *Computers and Electronics in Agriculture*, 171, 105–331. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105331> [in English].
 9. Liu, Y., Mu, X., Wang, H. & Yan, G. (2012). A novel method for extracting green fractional vegetation cover from digital images. *Journal of Vegetation Science*, 23, 406–418. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2011.01373.x> [in English].
 10. Yan, G. et al. (2019). Improving the estimation of fractional vegetation cover from UAV RGB imagery by colour unmixing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 158, 23–34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2019.09.017> [in English].
 11. Coy, A. et al. (2016). Increasing the Accuracy and Automation of Fractional Vegetation Cover Estimation from Digital Photographs. *Remote Sensing*, 8, 474. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs8070474> [in English].
 12. Li, L. et al. (2018). A half-Gaussian fitting method for estimating fractional vegetation cover of corn crops using unmanned aerial vehicle images. *Agricultural and Forest Meteorology*, 262, 379–390. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.07.028> [in English].
 13. Lysenko, V. et al. (2017). Determination of the not uniformity of illumination in process monitoring of wheat crops by UAVs. *Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T: 4th International Scientific-Practical Conference* (pp. 265–267). Kharkiv, Ukraine. DOI: <https://doi.org/10.1109/INFOCOMMST.2017.8246394> [in English].
 14. Shvorov, S. et al. (2020). The method of determining the amount of yield based on the results of remote sensing obtained using UAV on the example of wheat. *IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)* (pp. 245–248). Slavske, Ukraine. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/PICST47496.2019.9061238> [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 24.09.2021

ПОШИРЕННЯ ТА БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВІРУСНИХ ХВОРОБ ТОМАТІВ У АГРОЦЕНОЗАХ УКРАЇНИ

В.О. Цвігун, Н.П. Сус, С.О. Мазур, О.П. Мельничук, А.Л. Бойко

*Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: vika-natsevich@ukr.net; ORCID: 0000-0002-9517-9810
e-mail: nazar.sus@gmail.com; ORCID: 0000-0001-6919-0920
e-mail: mazurlanalana@gmail.com; ORCID: 0000-0002-5577-9600
e-mail: mesa80@ukr.net*

*У статті авторами проаналізовано сучасний стан поширення вірусів, що уражують томат, із визначенням їх видового складу в умовах відкритого ґрунту на території України, а також перевірено комерційне насіння різних сортів томатів на можливість вірусної контамінації. У роботі використаний спектр методів, який включає візуальну діагностику, імуноферментний аналіз непрямий і сендвіч модифікації, метод електронної мікроскопії та метод статистичної обробки даних. Візуальна діагностика виявила низку симптомів вірусної етіології. Симптоми вірусної етіології проявлялися на рослинах у вигляді некрозів, хлорозів, жовто-зеленої мозаїки, темно-зеленої прижилкової мозаїки, а на плодах — кільцеподібні плями та різні деформації плодів. Морфологічні властивості досліджуваних вірусів було вивчено методом електронної мікроскопії. Як результат, два типи віріонів було виявлено. Віріони першого типу були сферичними з діаметром у середньому 29 нм. За літературними даними, така форма і діаметр віріонів характерні для представників роду *Sisimovirus*, зокрема для вірусу огіркової мозаїки. Другий тип віріонів був паличкоподібним із середньою довжиною 300 нм і середнім діаметром 15 нм. За даними інших дослідників, такі морфологічні ознаки характерні для вірусу тютюнової мозаїки. У результаті п'ятирічного моніторингу агроценозів України встановлено, що на культурі томату останнім часом циркулює 5 видів вірусів, а саме: вірус плямистого в'янення томатів, вірус огіркової мозаїки, вірус тютюнової мозаїки, X-вірус картоплі та вірус мозаїки томатів. Авторами також перевірено імуноферментний аналіз насіння 25 сортів томатів на наявність вірусної контамінації. Тестування показало, що 37% перевіреного насіння томатів було контамінованим вірусними антигенами. Останні, виявлені в дослідженому насінні томатів, були антигенами трьох видів вірусів, зокрема вірусу тютюнової мозаїки, вірусу огіркової мозаїки, вірусу мозаїки томатів. Загалом насіння томатів було контаміновано моноінфекціями, за винятком змішаної інфекції вірусу огіркової мозаїки та вірусу мозаїки томатів, яку було виявлено одноразово.*

Ключові слова: вірус плямистого в'янення томатів, вірус огіркової мозаїки, вірус тютюнової мозаїки, X-вірус картоплі, вірус мозаїки томату, сільськогосподарські культури, ІФА, моніторинг, діагностика.

ВСТУП

Вірусні захворювання є одним з основних обмежуючих чинників у вирощуванні якісної сільськогосподарської продукції. Кількість вірусів, які інфікують культурні рослини, невинно зростає через адаптацію нових сільськогосподарських практик, глобальне потепління та поширення векторів, а також глобалізацію, що супроводжується масовим і швидким обміном насіння та посадковим матеріалом між різними регіо-

нами земної кулі. Згідно з останнім звітом комітету з таксономії вірусів, наразі відомо понад 1000 вірусів рослин, до того ж, більше 300 вірусів уражують овочеві культури. На культурах томатів зареєстровано близько 106 вірусів, більшість з яких передається попелицями. Інші віруси, що уражують томат, передається трипсами, цикадками, білокрилками, жуками, грибами, насінням, а також за контакту рослини та через ґрунт. Втрати врожаю томатів від вірусних хвороб у тепличних господарствах та на полях є доволі великими. Віруси, що інфікують

томати індукують різноманітні симптоми: мозаїку, хлорози, некрози та деформацію листків. З економічного погляду врожаї томатів часто є низькими і нестабільними, і причиною цього є саме вірусні хвороби, що зумовлюють до низької врожайності і погіршення якості плодів. Часто на листових пластинках рослин симптоми проявляються слабо, а тому хвороба залишається непомітною впродовж тривалого часу [1–3].

Метою цієї роботи було проаналізувати сучасний стан поширення вірусів, що уражують томат, із визначенням їх видового складу в умовах відкритого ґрунту на території України, а також перевірити комерційне насіння різних сортів томатів на можливість вірусної контамінації для вчасного запобігання поширення вірусних хвороб на території України.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Тенденція переорієнтування на європейського споживача та конкурентоспроможність продукції потребує отримання високоякісної сільськогосподарської продукції. Питання мінімізації ризиків, які зумовлюються вірусними інфекціями рослин, завжди привертало увагу вчених, оскільки вірусні хвороби не лише є причиною значних втрат урожаю, але й слугують чи не єдиним прикладом захворювань, які не можна вилікувати або ж лікування яких не є рентабельним. Інтенсифікація виробництва призвела до сильних екологічних зрушень в агроценозах, у т. ч. до змін у видовому та штамовому різноманітті вірусів рослин. Своєю чергою, це спричинило появу в Україні нових захворювань вірусної природи та збільшення агресивності вже присутніх видів [4–6].

Викликаючи масові епіфітотії, особливо в районах із теплим та помірним кліматом, віруси як хвороботворні агенти за шкідливістю часто посідають перше місце, випереджаючи інші патогени. Останнім часом найнебезпечнішими збудниками захворювань овочевих культур, зокрема томатів, стають віруси, які викликають пригнічення

розвитку і загибель рослин. Вірусні хвороби зумовлюють 45–80% втрат урожаю та є істотною проблемою для сільськогосподарського виробництва [7–9].

В уражених рослинах у процесі їхнього онтогенезу віруси викликають порушення обміну речовин, які здебільшого спричиняють розвиток таких симптомів, як різні мозаїки, пригнічення росту, опадання квітконоса та зав'язі, деформації органів у вигляді гофрування листових пластинок, а також деформації та пухирчасті здуття на плодах. Окрім цього, впродовж останніх кількох років у господарствах різної форми власності, які розташовані в лісостеповій зоні України, на поматах реєстрували симптоми скручування листя «човник вгору» [10–12].

Відомо, що в Україні дослідження вірусів томатів здійснювалися, однак, слід наголосити, що на рослинах не було відзначено симптомів скручування листя вгору. Авторами було зареєстровано лише інфікування томатів вірусом огіркової мозаїки (ВОМ), вірусом тютюнової мозаїки (ВТМ), вірусом помірної строкатості перцю (ВПСП), вірусом брязкальця тютюну (ВБТ), вірусом мозаїки томату (ВМТ) та вірусом мозаїки турнепсу (ВМТ) [13].

Загалом, віруси поширені повсюдно, де вирощують томати. Деякі віруси, такі як вірус мозаїки томатів і вірус тютюнової мозаїки, є одними із найконтагіозніших фітовірусів: достатньо пошкодити епідерміс зараженими предметами при догляді за рослинами, щоб інфекція потрапила в нову рослину. Віріон повільно пересувається з клітини в клітину в межах листка за допомогою транспортних білків, до того ж, вірусна РНК захищена від ферментів, що її руйнують. Без транспортних білків переміщенню віріону допомагають вірусомічники, якими можуть виступати вірус огіркової мозаїки (ВОМ) і Х-вірус картоплі (ХВК). У межах листка швидкість переміщення віріону сягає 14 мкм/год (за 25°C), за підвищеної температури характер руху змінюється, а за 33°C – транспортний білок втрачає свою функцію, що зумовлює до руйнування віріону. За досягнення ві-

ріоном флоєми швидкість його переміщення стеблом томату зростає до 6–7 см/год. Більшість вірусів, що уражують томатні культури, доволі ефективно передаються насінням [14–17].

Таким чином, вчасна діагностика вірусних інфекцій дасть можливість провести обробку як інфікованого насіння, так і рослин і, як наслідок, запобігти втраті врожаю.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктами досліджень слугували рослини томату з симптомами вірусної етіології, відібрані з різних агроценозів України, та комерційне насіння томатів. Рослинні зразки відбирали з агроценозів таких регіонів України: Київської, Одеської, Вінницької, Черкаської і Херсонської обл. Для детекції вірусу рослинний матеріал гомогенізували у 0,1 М фосфатно-сольовому буфері, рН 7,4 у співвідношенні 1:2. Очистку від рослинних компонентів здійснювали центрифугуванням у режимі 5000 об./хв упродовж 20 хв за +4°C на центрифугі РС-6 [18].

Надосад відбирали для подальшого використання в імуноферментному аналізі (ІФА). Постановку ІФА проводили згідно з рекомендаціями виробника тест-систем для сендвіч-ІФА у 96-лункових полістиролових планшетах «Labsystem» [19]. Результати реєстрували на рідері Termo Lab-systems Opsis MR (США) із програмним забезпеченням Dynex Revelation Quicklink за довжини хвиль 405/630 нм. Для детекції вірусних антигенів у ІФА використовували тест-системи виробництва Loewe (Німеччина). Зразки на наявність вірусних антигенів аналізували імуноферментним аналізом (ІФА) у модифікаціях сендвіч та непрямий. Зразки насіння для ІФА готували так: спочатку пророщували 7 діб за +25°C. Надалі пророщене насіння гомогенізували у 0,1М фосфатно-сольовому буфері, рН 7,4 у співвідношенні 1:2. Для очистки матеріалу від рослинних компонентів отриманий гомогенат центрифугували у режимі 5000 об./хв упродовж 20 хв за +4°C на центрифугі РС-6 [20].

Відібраний надосад використовували для діагностики вірусних патогенів ІФА. Воду, в якій замочували насіння для пророщування, також аналізували ІФА на наявність вірусних антигенів, оскільки віруси, що уражують томати локалізуються саме на насінневих покривах і значний відсоток їх змивається у рідину за тривалою обробки. Очищення та концентрацію вірусного препарату здійснювали методом дифузного центрифугування з освітленням хлороформом та тритоном X-100 [21]. Чистоту отриманого препарату визначали спектрофотометрично за співвідношенням E260/E280. Морфологію віріонів досліджували на електронному мікроскопі Jeol (JEM 1400), як контрастер використовували 2%-й ураніл ацетат [22].

Рослинні зразки аналізували на наявність антигенів таких вірусів: вірусу огіркової мозаїки (ВОМ), вірусу мозаїки люцерни (ВМЛ), вірусу плямистого в'янення томатів (ВПВТ), X-вірусу картоплі (ХВК), Y-вірусу картоплі (YBK), вірусу мозаїки томатів (ВМТо) та вірусу кільцевої плямистості томатів (ВКПТо).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Рослини томату відбирали впродовж п'яти років з агроценозів Вінницької, Київської, Полтавської, Одеської, Херсонської та Черкаської обл. Найпоширенішими симптомами на рослинах томату були системна жовто-зелена і темно-зелена мозаїка листкової пластинки, жовта мозаїка у вигляді кілець, деформація та викривлення молодих верхівкових листків, біла плямистість та локальні некротичні ураження листкової пластинки, а також локальні некротичні ураження й антоціанове забарвлення шкірки плоду і деформація плодів (рис. 1).

X-вірус картоплі виявляли в умовах відкритого ґрунту Полтавської обл. на рослинах із симптомами деформації листкової пластинки. Що стосується вірусу мозаїки томату, то його було виявлено в умовах відкритого ґрунту Вінницької обл. на рослинах із симптомами жовтої мозаїки

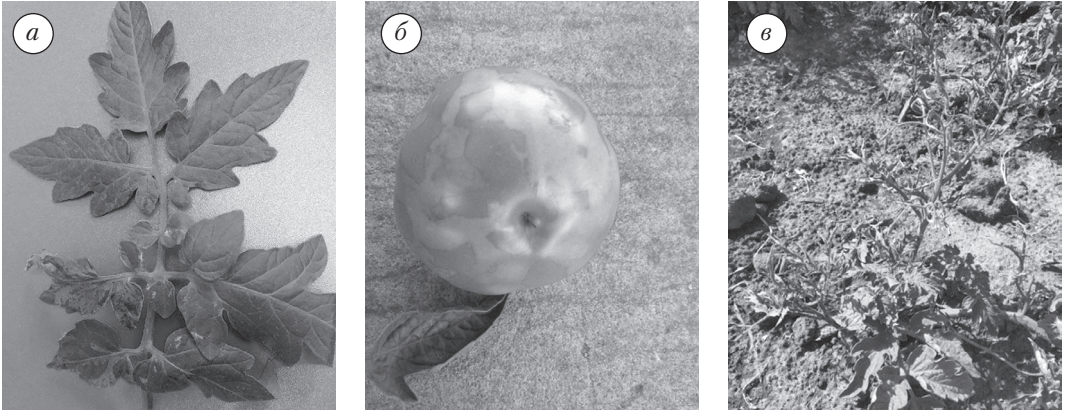


Рис. 1. Вірусоподібні симптоми на рослинах томату: *a* – жовто-зелена мозаїка на листовій пластинці; *б* – жовта мозаїка на шкірці плоду; *в* – ниткуватість листової пластинки

у вигляді кілець і деформації плодів (див. *рис. 1, б*). Вірус плямистого в'янення томатів на культурі томату діагностували у Херсонській та Вінницькій обл. на рослинах, що мали симптоми локального некротичного ураження листової пластинки. Вірус огіркової мозаїки – у Київській, Полтавській та Херсонській обл. з симптомами жовто-зеленої мозаїки листової пластинки та локальних некротичних уражень шкірки плоду (див. *рис. 1, а*). Вірус тютюнової мозаїки детектували на рослинах томату у Київській, Вінницькій та Черкаській обл.

На прояв симптомів, окрім того, впливають умови вирощування рослин і наявність супутньої інфекції. Отже, подальші дослідження були спрямовані на встановлення виду вірусів, використовуючи сучасні методи ідентифікації. Для встановлення виду вірусу, використовували метод ідентифікації вірусів такий, як імуноферментний аналіз.

Для ідентифікації вірусних антигенів відібраних зразків використовували імуноферментний аналіз непрямий та у модифікації «сендвіч-ІФА» (*рис. 2*).

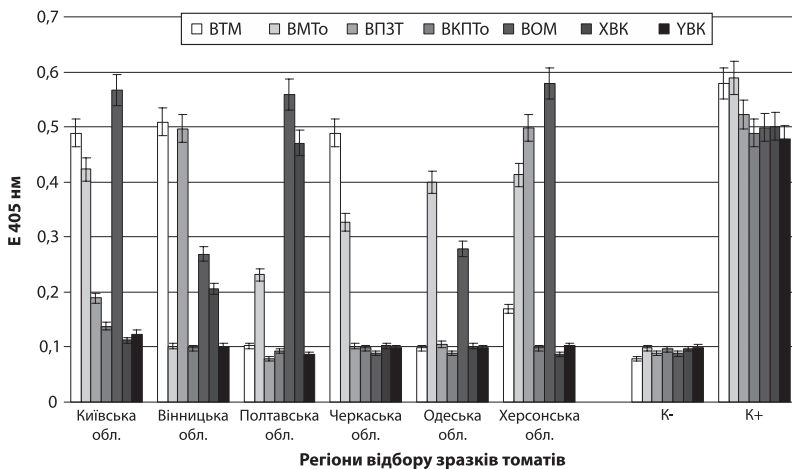


Рис. 2. Результати тестування рослинних зразків томатів методом ІФА на наявність вірусних антигенів

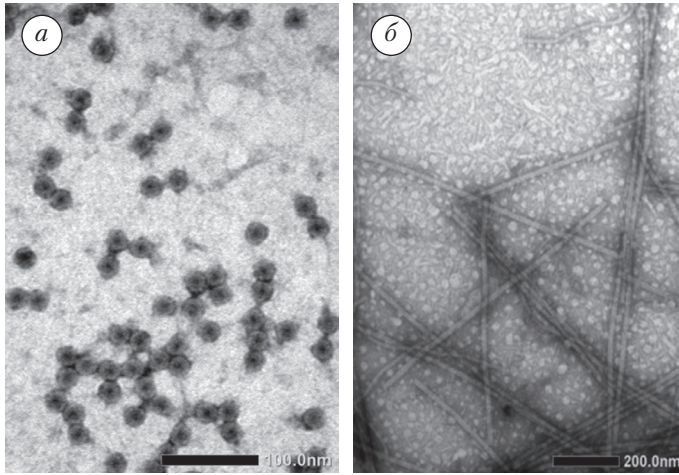


Рис. 3. Електронно-мікроскопічне зображення вірусу:
а – електронно-мікроскопічне зображення вірусу
огіркової мозаїки; *б* – електронно-мікроскопічне
зображення вірусу тютюнової мозаїки

Зразки аналізувалися на наявність антигенів таких вірусів: вірусу плямистого в'янення томатів, вірусу огіркової мозаїки, вірусу тютюнової мозаїки, Х-вірусу картоплі та вірусу мозаїки томату.

Отже, у результаті перевірки відібраних зразків на наявність вірусних антигенів здійснювали методом ІФА з комерційними антисироватками. Результати досліджень показали наявність п'яти вірусів на рослинах томату, а саме: вірусу плямистого в'янення томатів, вірусу огіркової мозаїки, вірусу тютюнової мозаїки, Х-вірусу картоплі та вірусу мозаїки томату.

Наступним етапом роботи було виділення вірусу огіркової мозаїки з інфікованих рослин для подальшого вивчення його властивостей. Для прямого виявлення вірусів та визначення морфології, розміру вірусних часток, а також підтвердження результатів імуноферментного аналізу було застосовано метод електронної мікроскопії.

У результаті електронно-мікроскопічних досліджень високоочищеного, концентрованого препарату було виявлено сферичні вірусні частки розміром 29 нм, які за літературними даними характерні для вірусів роду *Cuscutovirus*, зокрема для вірусу

огіркової мозаїки. Вірусні частки паличкоподібної форми, розмір яких становив 300 ± 15 нм характерні для вірусу тютюнової мозаїки (рис. 3).

Таким чином, у результаті електронно-мікроскопічних досліджень було підтверджено наявність вірусу огіркової мозаїки, вірусу тютюнової мозаїки у рослинних зразках томатів.

Шкодочинні вірусні хвороби завдають значних збитків виробникам сільськогосподарської продукції, зменшуючи врожайність від 11,0 до 50,0%. Серед детектованих нами вірусів деякі з них можуть переда-

ватися насінням і таким чином потрапляти в агроценози України. Саме тому наступним етапом нашої роботи була перевірка комерційного насіння різних виробників на наявність вірусних антигенів. На предмет контамінації вірусними патогенами, типовими для цієї культури, проаналізовано 25 сортів насіння томатів (табл.).

Загалом, у комерційному насінні томату було виявлено антигени трьох вірусів: вірусу тютюнової мозаїки, вірусу огіркової мозаїки, вірусу мозаїки томату. Серед вірусінфікованого насіння переважали моноінфекції, однак було виявлено єдиний випадок змішаної вірусної інфекції, який викликано вірусом огіркової мозаїки і вірусом мозаїки томату. Результати досліджень показали, що 37% серед асортименту перевіреного насіння томатів виявилось контамінованим вірусними антигенами (рис. 4).

Таким чином, підсумовуючи результати досліджень можна зробити висновок щодо серйозної ситуації з контамінацією вірусними антигенами комерційного насіння на ринку України. З огляду на це, особливу увагу потрібно приділити передпосівній обробці насіння різними термічними та хімічними методами.

Результати перевірки різних сортів томатів на наявність вірусних антигенів методом ІФА

№	Рослина	Сорт	Е 405 нм, ВОМ	Е 405 нм, ВТМ	Е 405 нм, ВМТо
1	Томат	«Сонька»	+	—	—
2	Томат	«Ріо Фуего»	—	—	+
3	Томат	«Андреевский сюрприз»	—	—	—
4	Томат	«Новичок»	—	—	+
5	Томат	«Де-Барао красний»	+	+	—
6	Томат	«Кобзар Тарасенко»	—	+	—
7	Томат	«Ефимер»	+	—	—
8	Томат	«Груша красная»	—	—	—
9	Томат	«Легідний»	—	—	—
10	Томат	«Джина»	—	—	—
11	Томат	«Андреевский сюрприз»	—	—	—
12	Томат	«Санька»	—	—	—
13	Томат	«Помідор черрі»	—	+	—

Узагальнюючи отримані дані, можна стверджувати, що впродовж останніх п'яти років на культурі томату в агроценозах вищезгаданих областей України, головним чином, циркулювало п'ять видів вірусів, зокрема: вірус плямистого в'янення томатів, вірус огіркової мозаїки, вірус тютюнової мозаїки, Х-вірус картоплі та вірус мозаїки томатів. Оскільки для цих вірусів найефективнішими є насінневий та векторний (за допомогою комах) шляхи передачі, то комплекс захисних заходів повинен бути спрямований, насамперед, на боротьбу з комахами-переносниками вірусів, особливо до початку їх міграції на поля, на знищення бур'янів-резерваторів вірусів, а також використання сертифікованого неконтамінованого вірусами насіння.

Вищенаведені результати слугують підтвердженням необхідності комплексного підходу до захисту сільськогосподарських культур від вірусних інфекцій, починаючи з передпосівного тестування насіння до контролю стану посівів на різних стадіях вегетації.

ВИСНОВКИ

За характерними симптомами, з використанням електронної мікроскопії та імуноферментного аналізу доведено наявність п'ятиох актуальних для Європи вірусів, що уражують рослини томатів, а

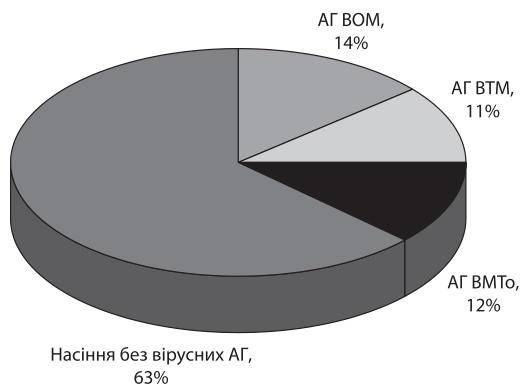


Рис. 4. Результати перевірки різних сортів насіння томатів на наявність вірусних антигенів

саме: вірус плямистого в'янення томатів, вірус огіркової мозаїки, вірус тютюнової мозаїки, Х-вірус картоплі та вірус мозаїки томатів. Українські ізоляти ВОМ, ВПВТ, ВТМ, ХВК та ВМТо, виділені з рослин томату в Україні, за своїми морфологічними і біологічними властивостями є тотожними їх типовим представникам. Результати аналізу насінневого матеріалу рослин томатів за допомогою ІФА показали, що 37% серед асортименту перевіреного насіння томатів виявилось контамінованим вірусами. Спостерігали наявність антигенів трьох вірусів: вірусу тютюнової мозаїки, вірусу огіркової мозаїки, вірусу мозаїки томату.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко А.Л., Патика В.П. Фіговіруси: екологія, діагностика, профілактика. *Агроекологічний журнал. Спецвипуск*. 2002. № 3. С. 23–26.
2. Holmes F.O. Local Lesions in Tobacco Mosaic. *Botanical Gazette*. 1929. Vol. 87. № 1. P. 39–55. DOI: <http://dx.doi.org/10.1086/333923>
3. Holmes F.O. Handbook of phytopathogenic viruses. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1939. 221 p.
4. Garcia-Arenal F, Fraile A. and Malpica J.M. Variation and evolution of plant virus populations. *International Microbiology*. 2003. Vol. 6. № 4. P. 225–232. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10123-003-0142-z>
5. Siegel A., Hari V. and Kolacz K. The effect of tobacco mosaic virus infection on host and virus-specific protein synthesis in protoplasts. *Virology*. 1978. Vol. 85. № 2. P. 494–503. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0042-6822\(78\)90456-7](http://dx.doi.org/10.1016/0042-6822(78)90456-7)
6. *Plant Virus Evolution* / Ed. by M.J. Roossinck. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2008. 223 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-75763-4>
7. Gilbert G.S. Evolutionary ecology of plant diseases in natural ecosystems. *Annual Review of Phytopathology*. 2002. Vol. 40. № 1. P. 13–43. DOI: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.phyto.40.021202.110417>
8. Osman T.A. and Buck K.W. Complete replication in vitro of tobacco mosaic virus RNA by a template-dependent, membrane-bound RNA polymerase. *Journal of Virology*. 1996. Vol. 70. № 9. P. 6227–6234. DOI: <http://dx.doi.org/10.1128/jvi.70.9.6227-6234.1996>
9. Pozhylov I. et al. Phylogenetic analysis of coat protein gene of tomato mosaic virus isolates circulating in Ukraine. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Biology*. 2019. Vol. 77. № 1. P. 44–50. DOI: http://dx.doi.org/10.17721/1728_2748.2019.77.44-50
10. Furdychko O., Bojko A., Dem'ianiuk O. and Tsvigun V. Virus diseases of plants in agrocenosis and forest ecosystems: diagnostics and prevention. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2020. Vol. 98. № 2. P. 5–11. DOI: <http://dx.doi.org/10.31073/agrovisnyk202002-01>
11. Tsvigun V., Sus N., Shevchenko T. and Bojko A. Biological properties of cucumber mosaic virus of vegetables. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2020. Vol. 98. № 12. P. 26–31. DOI: <http://dx.doi.org/10.31073/agrovisnyk202012-04>
12. Rudneva T.O. et al. (2006). Virus diseases of *Cucurbitaceae* plants on the territory of Ukraine. *Rasteniєvadni nauki*. Vol. 43. № 6. P. 508–510.
13. Virus Taxonomy: VIIIth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses / C.M. Fauquet et al. (Eds.). London: Academic Press, 2005. 1162 p. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=9WY7Jgy5RWYC>
14. Dijkstra J. and de Jager C.P. Practical Plant Virology. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 1998. 459 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-72030-7>
15. Molecular Methods for Virus Detection / D.L. Wiedbrauk and D.H. Farkas (Eds.). Elsevier, 1995. 405 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-748920-9.x5000-6>
16. Поліщук В.П., Будзанівська І.Г., Шевченко Т.П. Посібник з практичних занять до курсу «Загальна вірусологія». Київ: Фітосоціоцентр, 2005. С. 129–133.
17. Практикум з загальної вірусології / за ред. А.Л. Бойко. Київ: ВЦ «Київський університет», 2000. 269 с.
18. Crowther J.R. ELISA. Theory and practice. New Jersey: Humana Press, 1995. 223 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1385/0896032795>
19. Caglayan K., Ulubas Serçe C., Gazel M. and Jelkmann W. Detection of Four Apple Viruses by ELISA and RT-PCR Assays in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2006. Vol. 30. № 2. P. 241–246. URL: <https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/issues/tar-06-30-4/tar-30-4-1-0507-13.pdf>
20. Основы вирусологии растений / за ред. А. Гиббс, Б. Харрисон. Москва: Мир, 1978. 429 с.
21. Curry A., Appleton H. and Dowsett B. Application of transmission electron microscopy to the clinical study of viral and bacterial infections: Present and future. *Micron*. 2006. Vol. 37. № 2. P. 91–106. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.micron.2005.10.001>
22. Finetti Sialer M.M., Cillo F., Barbarossa L. and Galitelli D. Differentiation of Cucurbit mosaic virus subgroups by RT-PCR. *Journal of Plant Pathology*. 1999. Vol. 81. № 2. P. 145–148. DOI: <http://dx.doi.org/10.4454/jpp.v81i2.1059>

REFERENCES

1. Boiko, A.L. & Patyka, V.P. (2002). Fitovirusy: ekoloɦiia, diahnostryka, profylaktyka [Phytoviruses: ecology, diagnosis, prevention]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 3, 23–26 [in Ukrainian].
2. Holmes, F.O. (1929). Local Lesions in Tobacco Mosaic. *Botanical Gazette*, 87 (1), 39–55. DOI: <https://doi.org/10.1086/333923> [in English].
3. Holmes, F.O. (1939). *Handbook of phytopathogenic viruses*. Minneapolis: Burgess Publishing Company [in English].
4. Garcia-Arenal, F., Fraile, A. & Malpica, J.M. (2003). Variation and evolution of plant virus populations. *International Microbiology*, 6 (4), 225–232. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10123-003-0142-z> [in English].
5. Siegel, A., Hari, V. & Kolacz, K. (1978). The effect of tobacco mosaic virus infection on host and virus-specific protein synthesis in protoplasts. *Virology*, 85 (2), 494–503. DOI: [https://doi.org/10.1016/0042-6822\(78\)90456-7](https://doi.org/10.1016/0042-6822(78)90456-7) [in English].
6. Roossinck, M.J. (Ed.). (2008). *Plant Virus Evolution*.

- DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-75763-4> [in English].
7. Gilbert, G.S. (2002). Evolutionary ecology of plant diseases in natural ecosystems. *Annual Review of Phytopathology*, 40 (1), 13–43. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.40.021202.110417> [in English].
 8. Osman, T.A. & Buck, K.W. (1996). Complete replication *in vitro* of tobacco mosaic virus RNA by a template-dependent, membrane-bound RNA polymerase. *Journal of Virology*, 70 (9), 6227–6234. DOI: <https://doi.org/10.1128/jvi.70.9.6227-6234.1996> [in English].
 9. Pozhylov, I. et al. (2019). Phylogenetic analysis of coat protein gene of tomato mosaic virus isolates circulating in Ukraine. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Biology*, 77 (1), 44–50. DOI: https://doi.org/10.17721/1728_2748.2019.77.44-50 [in English].
 10. Furdychko, O., Bojko, A., Dem'ianiuk, O. & Tsvigun, V. (2020). Virus diseases of plants in agroecosystem and forest ecosystems: diagnostics and prevention. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 98 (2), 5–11. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202002-01> [in English].
 11. Tsvigun, V., Sus, N., Shevchenko, T. & Bojko, A. (2020). Biological properties of cucumber mosaic virus of vegetables. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 98 (12), 26–31. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202012-04> [in English].
 12. Rudneva, T.O. et al. (2006). Virus diseases of *Cucurbitaceae* plants on the territory of Ukraine. *Rastenievadnii nauki*, 43 (6), 508–510 [in English].
 13. Fauquet, C.M. (Eds.). (2005). Virus Taxonomy: VIIIth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. London: Academic Press. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=9WY7Jgy5RWYC> [in English].
 14. Dijkstra, J. & de Jager, C.P. (1998). *Practical Plant Virology*. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-72030-7> [in English].
 15. Wiedbrauk, D.L. & Farkas, D.H. (Eds.). (1995). *Molecular Methods for Virus Detection*. Elsevier. DOI: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-748920-9.x5000-6> [in English].
 16. Polishchuk, V.P., Budzanivska, I.G. & Shevchenko, T.P. (2005). *Posibnyk z praktychnykh zaniat do kursu «Zahalna virusolohiia» [Handbook on practical training for the course «General virology»]*. Kyiv [in Ukrainian].
 17. Boyko, A.L. (Ed.). (2000). *Praktykum z zahalnoi virusolohii [General Virology Practicum]*. Kyiv [in Ukrainian].
 18. Crowther, J.R. (1995). ELISA. Theory and practice. DOI: <https://doi.org/10.1385/0896032795> [in English].
 19. Caglayan, K., Ulubas Serçe, C., Gazel, M. & Jelkmann, W. (2006). Detection of Four Apple Viruses by ELISA and RT-PCR Assays in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30 (2), 241–246. URL: <https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/issues/tar-06-30-4/tar-30-4-1-0507-13.pdf> [in English].
 20. Gibbs, A. & Harrison, B. (Eds.). (1978). *Osnovy virusologii rastenij [Plant Virology: The Principles]*. Moscow [in Russian].
 21. Curry, A., Appleton, H. & Dowsett, B. (2006). Application of transmission electron microscopy to the clinical study of viral and bacterial infections: Present and future. *Micron*, 37 (2), 91–106. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micron.2005.10.001> [in English].
 22. Finetti Sialer, M.M., Cillo, F., Barbarossa, L. & Galitelli, D. (1999). Differentiation of Cucumber mosaic virus subgroups by RT-PCR. *Journal of Plant Pathology*, 81 (2), 145–148. DOI: <http://dx.doi.org/10.4454/jpp.v81i2.1059> [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 15.09.2021

ВПЛИВ НАНОЧАСТИНОК МЕТАЛІВ І НЕМЕТАЛІВ, БАГАТОКОМПОНЕНТНОГО МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО ПРЕПАРАТУ «АВАТАР-2 ЗАХИСТ» ТА МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ «АЗОГРАН» НА СТУПІНЬ УРАЖЕННЯ КАРТОПЛІ ІНФЕКЦІЙНИМИ ХВОРОБАМИ ТА ЧАСТОТУ ЇХ ВИЯВЛЕННЯ

А.В. Васильченко

*Інститут сільськогосподарської мікробіології
та агропромислового виробництва НААН (м. Чернігів, Україна)
e-mail: top.leader.number.1@gmail.com; ORCID: 0000-0003-2263-8702*

Наведено результати дослідження впливу наночастинок (НЧ) металів і неметалів, багатоконпонентного мікроелементного препарату «Аватар-2 захист» та мікробного препарату «Азогран» на ураженість картоплі інфекційними хворобами в умовах in vivo. Ураженість хворобами картоплі сорту Сувенір чернігівський вивчали у двох дрібнодільнянкових дослідах, закладених на дерново-підзолистому ґрунті та чорноземі вилугованому. Візуально оцінювали симптоми ураження бульб паршею звичайною та сухою гниллю й розраховували ступінь ураження рослин цими хворобами та частоту їх виявлення. Методом крапельної аглютинації визначали ураження рослин вірусними хворобами та розраховували частоту виявлення. Встановлено, що на дерново-підзолистому ґрунті композиція НЧ Se+I значущо знижує ступінь ураження бульб картоплі як паршею звичайною, так і сухою гниллю на 20,00 і 17,50% відповідно. Щодо препаратів «Аватар-2 захист», «Азогран» та поєднання препарату «Азогран» із композицією НЧ Se+I знижує лише ступінь ураження сухою гниллю на 22,50%. Поєднання препарату «Азогран» з композицією НЧ Se+I значущо знижує частоту виявлення та ступінь ураження паршею звичайною, частоту виявлення та ступінь ураження сухою гниллю на чорноземі вилугованому на 40,00%; 30,00; 25,00 та 30,00% відповідно, препарат «Аватар-2 захист» — частоту виявлення вірусних хвороб на 33,33–66,67% на обох ґрунтах. Вплив композиції НЧ Se+I та препаратів «Аватар-2 захист» і «Азогран» на ураженість картоплі й інших сільськогосподарських культур інфекційними хворобами потребує подальших досліджень, зокрема необхідно дослідити чисельність груп мікроорганізмів у ризосфері рослин картоплі за передпосівної обробки цими НЧ й препаратами. Отримані результати можуть бути використані при розробленні методів контролю широкого спектра інфекційних хвороб сільськогосподарських культур.

Ключові слова: нанотехнології, мікроелементний препарат, мікробний препарат, хвороби картоплі, засоби захисту рослин, картопля.

ВСТУП

Однією з важливих проблем вітчизняного картоплярства є інфекційні хвороби картоплі. Бактеріальні та грибні хвороби здатні значно знижувати врожай картоплі та погіршувати якість продукції. Вірусні хвороби можуть спричинити втрати врожаю до 80–100%.

Традиційні засоби боротьби з бактеріальними й грибними хворобами картоплі представлені переважно органічними сполуками, які можуть бути токсичними

для людини, тварин та рослин. Збудники хвороб набувають резистентності до традиційних антимікробних препаратів. Проти вірусних хвороб картоплі наразі не існує препаратів, а заходи контролю зводяться переважно до боротьби з векторами передачі цих хвороб. Тому актуальним є пошук нових високоефективних та екологічних засобів контролю інфекційних хвороб картоплі.

Наночастинки (НЧ) та мікробні препарати розглядаються вченими як альтернатива традиційним засобам контролю

інфекційних хвороб рослин. Наночастинки та мікробні препарати не токсичні для людини й тварин, не викликають стрес у рослин. На відміну від традиційних антимікробних засобів, у мікроорганізмів не розвивається резистентність до наночастинок та мікробних препаратів [1].

Тому метою роботи було вивчити вплив НЧ металів і неметалів, багатоконпонентного мікроелементного препарату «Аватар-2 захист» та мікробного препарату «Азогран» на ураженість картоплі інфекційними хворобами в умовах *in vivo*.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Останнім часом у всьому світі наночастинки та мікробні препарати активно досліджуються як перспективні засоби контролю хвороб рослин. Відомо, що НЧ Cu, Ag, Se і наноконкомпозит Se-арабіногалактан володіють антибактеріальною та антифунгальною активністю, знижують ураженість сільськогосподарських культур хворобами, рівень стресу рослин за ураження та індукують резистентність рослин до збудників хвороб [2–4]. У наших попередніх працях встановлено, що композиція НЧ Se+I володіє антифунгальною активністю проти фітопатогенного штаму *Fusarium* sp. 072 в умовах *in vitro* [5].

Увагу вчених привертають й антивірусні властивості наночастинок. Так, НЧ Ag володіють антивірусною активністю щодо *Tomato mosaic virus* та *Potato virus Y* [6; 7]. Наночастинки ZnO проявляють антивірусну активність щодо *Tobacco mosaic virus* [8], НЧ TiO₂ — щодо *Broad bean stain virus* [9].

Мікробні препарати також знижують ураженість сільськогосподарських культур хворобами та володіють антагоністичною активністю щодо збудників хвороб рослин. Встановлено, що мікробний препарат «Азогран» знижує ураження рослин пшениці озимої кореневими гнилями й септоспоріозом листя та колосу [10]. Відомо, що штам *Bacillus subtilis* IMV V-7023 володіє антагоністичною активністю щодо фітопатогенних грибів *Fusarium graminearum*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. sambicinum*, *F.*

culmorum, *Bipolaris sorokiniana*, *Alternaria alternata* та *Gliocladium roseum*, а також щодо фітопатогенних бактерій *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, *P. fluorescens*, *Erwinia carotovora* subs. *carotovora*, *Xantomonas campestris* pv. *campestris* та *Clavibacter michiganense* в умовах *in vitro* [11].

Багатоконпонентні мікроелементні препарати є перспективними, як потенційні засоби захисту рослин від хвороб. Відомо, що препарат «Аватар-2 захист» володіє антиоксидантною та протекторною активністю та підвищує продуктивність сільськогосподарських культур [12]. Наявність у складі препарату НЧ металів і неметалів може забезпечувати антимікробну активність препарату.

Незважаючи на значну кількість публікацій, вплив НЧ Zn, Ti, композиції НЧ Se+I, багатоконпонентного мікроелементного препарату «Аватар-2 захист» та мікробного препарату «Азогран» на ураженість рослин картоплі інфекційними хворобами в умовах *in vivo* не вивчались.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У дослідях використано НЧ Zn, НЧ Ti, композицію НЧ Se+I та багатоконпонентний мікроелементний препарат «Аватар-2 захист», які розроблені д-ром техн. наук, проф. В.Г. Каплуненком та надані В.А. Дімчевим (ТОВ «Науково-виробнича компанія «Аватар»), а також мікробний препарат «Азогран», що розроблений та наданий д-ром біол. наук, проф. Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, І.К. Курдишем.

Діючими речовинами препарату «Аватар-2 захист» є йони таких хімічних елементів, як S, Cu, I, Al, Ni, Bi та V, що отримані за допомогою нанотехнологій і знаходяться в органічних сполуках із лимонною кислотою. Також до складу препарату входять такі елементи, як Mg, Zn, Fe, Mn, Co, Mo, La, Ti, Se, Ge, Si, B та Ce. Колоїдні системи НЧ Zn, НЧ Ti та композиції НЧ Se+I містять НЧ відповідних елементів як дисперсну фазу й 1,5–2,5% розчин лимонної кислоти як дисперсійне середовище.

Біоагентами мікробного препарату «Азогран» є селекціоновані штами азотфіксуювальних бактерій *Azotobacter vinelandii* ІМВ В-7076 та фосфатмобілізувальних бактерій *Bacillus subtilis* ІМВ В-7023.

Ці два досліджувані препарати зареєстровані в Україні та мають сертифікати ТОВ «Органік Стандарт».

Ураженість хворобами картоплі сорту Сувенір чернігівський визначали у двох дрібноділянкових дослідах на земельних ділянках Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН із дерново-підзолистим ґрунтом та з чорноземом вилугованим. Відповідно до загальноприйнятих методик було обрано площу облікової ділянки 9,8 м² [13]. Загальна площа обох дослідів сягала 410 м². Повторність дослідів — чотирикратна. Розміщення варіантів — систематичне двоярусне та багатоярусне.

У різних варіантах дослідів застосовувались НЧ Zn, НЧ Ti, композиція НЧ Se+I, композиція НЧ Zn+Ti+Se+I, препарат «Аватар-2 захист», мікробний препарат «Азогран» та поєднання препарату «Азогран» з композицією НЧ Se+I. Досліджувані НЧ та препарати застосовували за допомогою методу передпосівної обробки.

Для визначення ступеня ураження рослин картоплі бактеріальними та грибними хворобами з кожної повторності будь-якого варіанта викопували по 10 окремо розташованих кущів [14] та обліковували загальну кількість бульб у кущі та кількість бульб, уражених паршею звичайною й сухою гниллю. Ступінь ураження у % розраховували за формулою:

$$x = \frac{n_y}{n_k} \times 100, \quad (1)$$

де x — ступінь ураження, %; n_y — кількість уражених бульб; n_k — загальна кількість бульб із куща.

Таким чином, розрахований показник ступеня ураженості відображує скільки відсотків бульб (від загальної кількості бульб) у кожному кущі мають ознаки ураження паршею звичайною або сухою гниллю. Якщо провести аналогію з 5-бальною

шкалою ураження рослин пшениці корневими гнилями за Коршуною [15], то 1 бал відповідатиме ураженню до 20% бульб у кущі, 2 бали — 20–40, 3 бали — 40–60, 4 бали — 60–80, 5 балів — ураженню 80–100% бульб у кущі.

Зі значень ступеня ураженості кущів у кожному варіанті дослідів формували вибірки, які надалі аналізували відповідними методами статистики: для відображення середніх значень розраховувалась медіана, рівень статистичної значущості визначався за U-критерієм Мана–Уїтні. До вибірок включали лише значення ступеня ураженості більш за 0%.

Згодом розраховували частоту виявлення парші звичайної та сухої гнилі. Для цього підраховували у кожній повторності будь-якого варіанта кількість кущів, які мали симптоми ураження та розраховували частоту виявлення за формулою:

$$x = \frac{n}{10} \times 100, \quad (2)$$

де x — частота виявлення даної хвороби у повторності, %; n — кількість кущів з симптомами ураження; 10 — загальна кількість кущів, що були обліковані.

З отриманих даних формували вибірки, які аналізували відповідними методами статистики.

Для обліку ураженості рослин вірусними хворобами відбирали верхівкові листки у фазі бутонізації та перевіряли наявність вірусів методом крапельної аглютинації. Загальну частоту виявлення вірусних хвороб розраховували за формулою:

$$x = \frac{n_y}{n_3} \times 100, \quad (3)$$

де x — частота виявлення вірусної хвороби; n_y — кількість усіх рослин у цьому варіанті передпосівної обробки, в яких був виявлений вірус за 3 роки; n_3 — загальна кількість обстежених рослин у цьому варіанті за 3 роки.

Статистичну обробку даних щодо частоти виявлення та ступеня ураженості рослин хворобами проводили у програмах Microsoft Office Excel і StatSoft STATISTICA за загальноприйнятими

методиками [16]. У переважній більшості вибірок розподіл даних відрізнявся від нормального за усіма статистичними тестами, тому для відображення середніх значень досліджуваних показників розраховували медіану, а для визначення рівня значущості використовували U-критерій Мана–Уїтні.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Вплив НЧ та препаратів на ураженість бульб паршею звичайною та сухою гниллю. На дерново-підзолистому ґрунті найкращим варіантом виявилась композиція НЧ Se+I, оскільки вона значущо знижувала ступінь ураження як паршею звичайною,

так і сухою гниллю на 20,00% і 17,50% відповідно (табл. 1).

Наночастинки Ti не впливали на прояви хвороб. Решта досліджуваних НЧ та препаратів впливали лише на один із цих показників. Серед таких варіантів варто відмітити препарат «Аватар-2 захист» і «Азогран» та поєднання препарату «Азогран» з композицією НЧ Se+I, де ступінь ураження сухою гниллю значущо знижувався на 22,50% (див. табл. 1).

На відміну від дерново-підзолистого ґрунту на чорноземі вилугованому спостерігалось зниження не лише ступеня ураження паршею звичайною та сухою гниллю, а й частота виявлення цих хвороб (табл. 2). У цьому досліді були отримані

Таблиця 1. Ураження бульб картоплі сорту Сувенір чернігівський за передпосівної обробки на ділянці з дерново-підзолистим ґрунтом, %

Варіант	Ураження паршею звичайною		Ураження сухою гниллю	
	середня частота виявлення	середній ступінь ураження	середня частота виявлення	середній ступінь ураження
Контроль	85,00	50,00	45,00	42,50
НЧ Zn	65,00	30,00*	30,00	40,00
НЧ Ti	70,00	47,50	40,00	30,00
Композиція НЧ Se+I	40,00	30,00*	25,00	25,00*
Композиція НЧ Zn+Ti+Se+I	55,00	30,00*	20,00	30,00
Препарат «Аватар-2 захист»	55,00	30,00	30,00	20,00*
Препарат «Азогран»	80,00	30,00	25,00	20,00*
Препарат «Азогран» + композиція НЧ Se+I	80,00	40,00	25,00	20,00*

Примітка: * значуща різниця щодо контролю згідно з U-критерієм Мана–Уїтні за рівня значущості $p < 0,05$.

Таблиця 2. Ураження бульб картоплі сорту Сувенір чернігівський за передпосівної обробки на ділянці з чорноземом вилугованим, %

Варіант	Ураження паршею звичайною		Ураження сухою гниллю	
	середня частота виявлення	середній ступінь ураження	середня частота виявлення	середній ступінь ураження
Контроль	95,00	60,00	25,00	30,00
НЧ Zn	85,00	55,00*	<5,00*	17,50*
НЧ Ti	90,00	45,00*	<5,00*	15,00
Композиція НЧ Se+I	60,00*	40,00*	<5,00*	25,00
Композиція НЧ Zn+Ti+Se+I	75,00	50,00*	<5,00*	15,00
Препарат «Аватар-2 захист»	65,00*	50,00*	<5,00	10,00*
Препарат «Азогран»	90,00	45,00*	<5,00	15,00*
Препарат «Азогран» + композиція НЧ Se+I	55,00*	30,00*	0,00*	0,00*

Примітка: * значуща різниця щодо контролю згідно з U-критерієм Мана–Уїтні за рівня значущості $p < 0,05$.

більш значущі результати в усіх варіантах.

В усіх варіантах значущо знижувався ступінь ураження паршею звичайною на 5,00–30,00%. Найкращими варіантами виявились поєднання препарату «Азогран» з композицією НЧ Se+I та композиція НЧ Se+I. У першому варіанті значущо знижувались частота виявлення та ступінь ураження паршею звичайною, частота виявлення й ступінь ураження сухою гниллю на 40,00%; 30,00; 25,00 і 30,00% відповідно, а у другому — частота виявлення й ступінь ураження паршею звичайною та частота виявлення сухої гнилі на 35,00%; 20,00 і 20,00% відповідно. Решта варіантів зменшували ці показники не так істотно (див. табл. 2).

Вплив НЧ та препаратів на ураженість рослин картоплі вірусними хворобами.

Встановлено, що на дерново-підзолистому ґрунті досліджувані НЧ і препарати значно знижують частоту виявлення вірусів *Potato virus X*, *Potato virus M*, *Potato virus S* та *Potato virus Y*. Найкращим варіантом виявився препарат «Аватар-2 захист», який значущо знижував частоту виявлення усіх зазначених вірусів на 41,67%; 66,67; 66,67 та 33,33% відповідно (табл. 3).

Близько на 41,67–66,67% композиції НЧ Se+I та НЧ Zn+Ti+Se+I значущо знижували ураженість трьома вірусами, зокрема *Potato virus X*, *Potato virus M* та *Potato virus S*. Решта варіантів впливала на частоту виявлення лише двох вірусів (див. табл. 3).

На ділянці з чорноземом вилугованим в усіх варіантах спостерігалось значуще зниження частоти виявлення *Potato virus X* на 33,34–41,67% (табл. 4).

Таблиця 3. Частота виявлення вірусних хвороб за передпосівної обробки на ділянці з дерново-підзолистим ґрунтом, %

Варіант	Загальна частота виявлення вірусних хвороб			
	<i>Potato virus X</i>	<i>Potato virus M</i>	<i>Potato virus S</i>	<i>Potato virus Y</i>
Контроль	41,67	75,00	66,67	33,33
НЧ Zn	25,00	33,33*	8,33*	8,33
НЧ Ti	0,00*	41,67	8,33*	8,33
Композиція НЧ Se+I	0,00*	25,00*	0,00*	8,33
Композиція НЧ Zn+Ti+Se+I	0,00*	25,00*	8,33*	8,33
Препарат «Аватар-2 захист»	0,00*	8,33*	0,00*	0,00*
Препарат «Азогран»	0,00*	33,33	25,00*	25,00
Препарат «Азогран» + композиція НЧ Se+I	0,00*	41,67	8,33*	33,33

Примітка: * значуща різниця щодо контролю згідно з U-критерієм Мана–Уїтні за рівня значущості $p < 0,05$.

Таблиця 4. Частота виявлення вірусних хвороб за передпосівної обробки на ділянці з чорноземом вилугованим, %

Варіант	Загальна частота виявлення вірусних хвороб			
	<i>Potato virus X</i>	<i>Potato virus M</i>	<i>Potato virus S</i>	<i>Potato virus Y</i>
Контроль	41,67	41,67	33,33	33,33
НЧ Zn	8,33*	41,67	33,33	8,33
НЧ Ti	0,00*	33,33	16,67	16,67
Композиція НЧ Se+I	0,00*	25,00	33,33	16,67
Композиція НЧ Zn+Ti+Se+I	8,33*	16,67	0,00*	8,33
Препарат «Аватар-2 захист»	0,00*	33,33	0,00*	8,33
Препарат «Азогран»	0,00*	16,67	8,33	16,67
Препарат «Азогран» + композиція НЧ Se+I	0,00*	25,00	8,33	16,67

Примітка: * значуща різниця щодо контролю згідно з U-критерієм Мана–Уїтні за рівня значущості $p < 0,05$.

Найкращими варіантами виявились композиція НЧ Zn+Ti+Se+I та препарат «Аватар-2 захист», які значущо знижували частоту виявлення *Potato virus X* (на 33,34 та 33,33% відповідно) й *Potato virus S* (на 41,67 і 33,33% відповідно). Решта варіантів впливали лише на частоту виявлення *Potato virus X* (див. *табл. 4*).

Зниження ступеня ураженості бульб сухою гниллю за передпосівної обробки композицією НЧ Se+I можливо пояснити антифунгальною активністю щодо представників роду *Fusarium*, зокрема фітопатогенного штаму *Fusarium* sp. 072 [5]. Бажаючи припустити, що передпосівна обробка композицією НЧ Se+I сприяє розвитку у ризосфері картоплі корисних ґрунтових мікроорганізмів [17] та посиленню їх антагоністичної активності, проте підтвердження цього припущення потребує подальших досліджень.

Відомо також, що НЧ селену абсорбуються рослинами, переміщуються по тканинах та зазнають біотрансформації, слугуючи джерелом селену для метаболізму рослин [18], що сприяє посиленню захисних механізмів рослин та резистентності до хвороб.

У дослідженнях ураженості рослин картоплі вірусними хворобами ми визначали частоту виявлення, проте не вивчали ступінь ураження.

На нашу думку, ступінь ураження рослин вірусними хворобами не піддається статистичній обробці. У рослинах картоплі, заражених вірусом *Potato virus Y*, вірусні частинки переміщуються по судинах флоєми та проникають у листя, стебла, корені й бульби, викликаючи системну інфекцію [19].

Схожі механізми транспорту є у *Potato virus X* та інших вірусів картоплі [20]. Отже, у будь-якої ураженої вірусом рослини ступінь ураження становитиме 100%, що робить аналіз цього показника не інформативним.

ВИСНОВКИ

На ділянці з дерново-підзолистим ґрунтом композиція НЧ Se+I сприяла значу-

щому зниженню ступеня ураження бульб картоплі сорту Сувенір чернігівський як паршею, так і сухою гниллю на 20,00% та 17,50% відповідно.

Препарати «Аватар-2 захист» і «Азогран» та поєднання препарату «Азогран» із композицією НЧ Se+I значущо знижували ступінь ураження сухою гниллю на 22,50%, проте не впливали на ступінь ураження паршею звичайною.

Препарат «Аватар-2 захист» значущо знижував частоту виявлення вірусів *Potato virus X*, *Potato virus M*, *Potato virus S* та *Potato virus Y* на 41,67%; 66,67; 66,67 і 33,33% відповідно.

На ділянці з чорноземом вилугованим найбільш значне зниження частоти виявлення парші звичайної (на 40,00%), ступеня ураження паршею звичайною (на 30,00%), частоти виявлення сухої гнилі (на 25,00%) та ступеня ураження сухою гниллю (на 30,00%) спостерігалось за дії поєднання препарату «Азогран» з композицією НЧ Se+I.

Також композиція НЧ Se+I знижувала частоту виявлення та ступінь ураження паршею звичайною й частоту виявлення сухої гнилі на 35,00%; 20,00 і 20,00% відповідно, а композиції НЧ Zn+Ti+Se+I та препарат «Аватар-2 захист» — частоту виявлення *Potato virus X* (на 33,34% та 33,33% відповідно) й *Potato virus S* (на 41,67% та 33,33% відповідно).

Перспективним є дослідження впливу композиції НЧ Se+I, багатоконпонентного мікроелементного препарату «Аватар-2 захист», мікробного препарату «Азогран» та поєднання препарату «Азогран» із композицією НЧ Se+I на ураженість картоплі інфекційними хворобами, дослідження їх ефективності за різних способів внесення, а також вивчення їх впливу на ураженість інфекційними хворобами інших сільськогосподарських культур.

Окрім того, для з'ясування механізмів зниження частоти виявлення хвороб та зниження ступеня ураженості цими хворобами рослин картоплі необхідним є проведення подальших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кучерявенко О.О., Пиріг О.В., Будзанівська І.Г. Вплив мікробних препаратів на продуктивність та якість рослин картоплі з культури *in vitro* за дії МВК. *Агроєкологічний журнал*. 2017. № 4. С. 65–70.
2. Quiterio-Gutiérrez T. et al. The application of selenium and copper nanoparticles modifies the biochemical responses of tomato plants under stress by *Alternaria solani*. *International journal of molecular sciences*. 2019. Vol. 20 (8). P. 1950. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms20081950>
3. Papkina A.V. et al. Complex effects of selenium-arabinogalactan nanocomposite on both phytopathogen *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* and potato plants. *Nanotechnologies in Russia*. 2015. Vol. 10 (5). P. 484–491. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1995078015030131>
4. El-Batal A.I. et al. Impact of silver and selenium nanoparticles synthesized by gamma irradiation and their physiological response on early blight disease of potato. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 2016. Vol. 8 (4). P. 934–951.
5. Vasylychenko A. and Derevianko S. Antifungal activity of a composition of Selenium and Iodine nanoparticles. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2021. Vol. 69 (4). P. 491–500. DOI: <https://doi.org/10.11118/actaun.2021.044>
6. Noha K., Bondok A.M. and El-Dougdoug K.A. Evaluation of silver nanoparticles as antiviral agent against ToMV and PVY in tomato plants. *Sciences*. 2018. Vol. 8 (01). P. 100–111.
7. El-Shazly M.A. et al. Inhibitory effects of salicylic acid and silver nanoparticles on *Potato virus Y*-infected potato plants in Egypt. *Middle East Journal of Agriculture Research*. 2017. Vol. 6 (3). P. 835–848.
8. Cai L. et al. Preventing viral disease by ZnONPs through directly deactivating TMV and activating plant immunity in *Nicotiana benthamiana*. *Environmental Science: Nano*. 2019. Vol. 6 (12). P. 3653–3669. DOI: <https://doi.org/10.1039/C9EN00850K>
9. Elsharkawy M.M. and Derbalah A. Antiviral activity of titanium dioxide nanostructures as a control strategy for broad bean strain virus in faba bean. *Pest management science*. 2019. Vol. 75 (3). P. 828–834. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.5185>
10. Корнійчук О.В. та ін. Вплив комплексного бактеріального препарату Азогран на врожайність пшениці озимої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2018. № 27. С. 67–73. DOI: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.27.67-73>
11. Roi A.A., Reva O.N., Kurdish I.K. and Smirnov V.V. Biological Properties of the Phosphorus-Mobilizing *Bacillus subtilis* Strain IMV V-7023. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2004. Vol. 40 (5). P. 476–481. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:ABIM.0000040671.26369.19>
12. Davydova O.E. et al. Evaluation of biological activity of microelement complex Avatar-2 for its application for pre-treatment of wheat seeds. *Биоресурси і природокористування*. 2014. Vol. 6 (5–6). P. 72–78.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
14. Бондарчук А.А. та ін. Методика дослідної справи в картоплярстві. Вінниця: «Нілан-ЛТД», 2019. 470 с.
15. Кирик М.М. та ін. Хвороби кореневої системи рослин: метод. посіб. Київ, 2010. 163 с.
16. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. Москва: МедиаСфера, 2002. 305 с.
17. Derevianko S. and Vasylychenko A. Reproduction of the strain of bacteria *Bacillus Subtilis* IMV B-7023 in the presence of nanomaterials with different chemical composition. *Innovative scientific researches: european development trends and regional aspect: collective monograph / Z. Haladzshun et al. (Eds.)*. Publishing House «Baltija Publishing», 2020. P. 113–135. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-38-9-56>
18. Wang K. et al. Uptake, translocation and biotransformation of selenium nanoparticles in rice seedlings (*Oryza sativa* L.). *Journal of nanobiotechnology*. 2020. Vol. 18 (1). P. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12951-020-00659-6>
19. *Potato virus Y*: biodiversity, pathogenicity, epidemiology and management / C. Lacomme et al. (Eds.). Basel, Switzerland: Springer International Publishing, 2017. 261 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-58860-5>
20. Desk encyclopedia of plant and fungal virology / B.W. Mahy and M.H. Van Regenmortel (Eds.). Elsevier, 2010. 613 p.

REFERENCES

1. Kucheryavenko, O., Pyrih, O. & Budzanivska, I. (2017). Vplyv mikrobykh preparativ na produktyvnist' ta yakist' roslin kartopli z kul'tury in vitro za diyi MVK [Influence of microbial preparations on productiveness and quality of potato plants from in vitro culture under PVM]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological journal*, 4, 65–70 [in Ukrainian].
2. Quiterio-Gutiérrez, T. et al. (2019). The application of selenium and copper nanoparticles modifies the biochemical responses of tomato plants under stress by *Alternaria solani*. *International journal of molecular sciences*, 20 (8), 1950. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms20081950> [in English].
3. Papkina, A.V. et al. (2015). Complex effects of selenium-arabinogalactan nanocomposite on both

- phytopathogen *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* and potato plants. *Nanotechnologies in Russia*, 10 (5), 484–491. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1995078015030131> [in English].
4. El-Batal, A.I. et al. (2016). Impact of silver and selenium nanoparticles synthesized by gamma irradiation and their physiological response on early blight disease of potato. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8 (4), 934–951 [in English].
 5. Vasylenko, A. & Derevianko, S. (2021). Antifungal activity of a composition of Selenium and Iodine nanoparticles. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 69 (4), 491–500. DOI: <https://doi.org/10.11118/actaun.2021.044> [in English].
 6. Noha, K., Bondok, A.M. & El-DougDoug, K.A. (2018). Evaluation of silver nanoparticles as antiviral agent against ToMV and PVY in tomato plants. *Sciences*, 8 (01), 100–111 [in English].
 7. El-Shazly, M.A. et al. (2017). Inhibitory effects of salicylic acid and silver nanoparticles on *Potato virus Y*-infected potato plants in Egypt. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 6 (3), 835–848 [in English].
 8. Cai, L. et al. (2019). Preventing viral disease by ZnONPs through directly deactivating TMV and activating plant immunity in *Nicotiana benthamiana*. *Environmental Science: Nano*, 6 (12), 3653–3669. DOI: <https://doi.org/10.1039/C9EN00850K> [in English].
 9. Elsharkawy, M.M. & Derbalah, A. (2019). Antiviral activity of titanium dioxide nanostructures as a control strategy for broad bean strain virus in faba bean. *Pest management science*, 75 (3), 828–834. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.5185> [in English].
 10. Kornichuk, O.V. et al. (2018). Vplyv kompleksnoho bakteriálního preparatu Azohran na vrozhaïnist pshenytsi ozymoi [Influence of the complex bacterial preparation azohran on winter wheat yield]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia – Agricultural microbiology*, (27), 67–73. DOI: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.27.67-73> [in Ukrainian].
 11. Roi, A.A., Reva, O.N., Kurdish, I.K. & Smirnov, V.V. (2004). Biological Properties of the Phosphorus-Mobilizing *Bacillus subtilis* Strain IMV V-7023. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 40 (5), 476–481. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:ABIM.0000040671.26369.19> [in English].
 12. Davydova, O.E. et al. (2014). Evaluation of biological activity of microelement complex Avatar-2 for its application for pre-treatment of wheat seeds. *Bioresursy i pryrodokorystvannia – Life and environmental sciences*, 6 (5–6), 72–78 [in English].
 13. Dospikhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniï)* [Methodology of field trial (with the basics of statistical analysis of the results)]. Moskva: Agropromizdat [in Russian].
 14. Bondarchuk, A.A. et al. (2019). *Metodyka doslidnoi spravy v kartopliarstviï* [Methodology of research in potato growing]. Vinnytsia: «Nilan-LTD» [in Ukrainian].
 15. Kyryk, M.M. et al. (2010). *Khvoroby korenevoi systemy rosllyn: metod. posibnyk* [Diseases of plant roots: methodology guide]. Kyiv [in Ukrainian].
 16. Rebrova, O.Yu. (2002). *Statisticheskyy analiz meditsynskikh dannykh. Primenenie paketa prikladnykh programm STATISTICA* [Statistical analysis of medical data. Application of applied programs package STATISTICA]. Moskva: MediaSfera [in Russian].
 17. Derevianko, S., Vasylenko, A. & Haladzhun Z. et al. (Eds.). (2020). Reproduction of the strain of bacteria *Bacillus Subtilis* IMV B-7023 in the presence of nanomaterials with different chemical composition. *Innovative scientific researches: european development trends and regional aspect: collective monograph* (pp. 113–135). Publishing House «Baltija Publishing». DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-38-9-56> [in English].
 18. Wang, K. et al. (2020). Uptake, translocation and biotransformation of selenium nanoparticles in rice seedlings (*Oryza sativa* L.). *Journal of nanobiotechnology*, 18 (1), 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12951-020-00659-6> [in English].
 19. Lacomme, C. et al. (Eds.). (2017). *Potato virus Y: biodiversity, pathogenicity, epidemiology and management*. Basel, Switzerland. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-58860-5> [in English].
 20. Mahy, B.W. & Van Regenmortel, M.H. (Eds.). (2010). *Desk encyclopedia of plant and fungal virology*. Elsevier [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 20.08.2021

ВМІСТ КЛЕЙКОВИНИ В ЗЕРНІ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО (*TRITICOSECALE WITTMACK EL. SAMUS*) ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

А.М. Кирильчук

Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України»
(сmt Чабани, Фастівський р-н, Київська обл., Україна)
e-mail: angela.kyrylchuk@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3948-5810

Висвітлено результати досліджень у відділі селекції і насінництва зернових культур у 2015–2018 рр. ННЦ «Інститут землеробства НААН», розташованого в Фастівському р-ні Київської обл. Виділено сорти тритикале озимого Волемир та Фанат з урожайністю насіння 8,0 т/га. У сортів Маєток Поліський та Любомир і сортозразка КС 9-17 кількість сирі клейковини в зерні виявлено на рівні стандарту і в абсолютному визначенні становило 14,0–14,4%. За пружністю клейковини з показниками від 87,5 до 90 одиниць приладу ВДК виділені сорти Аристократ, Волемир, Солодюк та зразок КС 9-17. Сорти Волемир і Мольфар з натурою зерна 726 та 731 г/л достовірно перевищили сорт-стандарт на 45 і 50 г/л. У сорту Маєток Поліський за розтяжністю виявлена клейковина 24,0–24,6 см, яка класифікувалась як довга, гарна. Вміст клейковини в зерні у сорту Мольфар сягав 19,7%; клейковина з хорошою пружністю (I група), світло-сірого кольору з середньою, гарною розтяжністю та еластичністю (I група), вмістом протеїну за групою віднесено до I класу. Показник седиментації за Зелені, який несе інформацію про хлібопекарську силу борошна в сортів Волемир, Мольфар та зразка КС 9-17 виявлений на рівні 22,0–24,4%. За масою 1000 зерен 53,0–55 г виділені сорти Волемир, Маєток Поліський і зразок КС 9-17. Пряму кореляційну залежність встановлено між показниками Зелені та вмістом протеїну і клейковини ($r=0,89-0,9$). Функціональний зв'язок існує між вмістом у зерні протеїну та клейковини ($r=1,0$). У сортів Петрол, Котигорошко, Фанат клейковина хорошої якості (I група) з середньою, задовільною розтяжністю та еластичністю (II група). У сортів Поліський 7, Солодюк, Маєток Поліський, Любомир та зразка КС 9-17 клейковина задовільно слабка (II група) з середньою, гарною розтяжністю та еластичністю (I група). За якість протеїну сорти Поліський 7, Солодюк, Любомир та зразок КС 9-17 віднесені до II класу. У сортів Волемир та Аристократ клейковина за пружністю задовільно слабка (II група), середня, задовільна за розтяжністю і еластичністю (II група). Виділений генетичний матеріал доцільно залучати до селекційного процесу для створення сортів тритикале озимого польського екотипу з поєднанням господарсько-цінних ознак, підвищеними адаптивними властивостями, високою врожайністю зерна та доброю технологічною і хлібопекарською якістю.

Ключові слова: протеїн, пружність, еластичність, клейковинний комплекс, газотворювальна здатність, хлібопекарські властивості.

ВСТУП

Тритикале озимий (*Triticosecale Wittmack el. Samus*) — гібрид пшениці та жита, новий ботанічний вид. Рослина з'явилась у процесі схрещування м'якої та твердої пшениці з озимим житом. Тритикале називають перспективною хлібною культурою, яка доволі добре використовується для виробництва комбікормів, отримання крохмалю, для виготовлення хлібопекарного борошна

та солоду, а також для виробництва біологічного рідкого палива та етилового спирту [1].

Мета досліджень полягала в формуванні цінних господарських ознак тритикале озимого і на цій основі створення нового вихідного матеріалу та сорту з підвищеними адаптивними властивостями, високою врожайністю зерна та доброю технологічною і хлібопекарською якістю для зони Полісся й Північного Лісостепу України.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

За останнє десятиріччя активізувались роботи щодо створення сортів тритикале озимого в усьому світі. Створено серію комерційних сортів із цінними господарськими і біологічними ознаками і властивостями, що змусило по-сучасному подивитися на цю культуру, котра займає дедалі більші площі серед зернових. Робота із селекції тритикале має значні здобутки. Серйозні успіхи мають селекціонери Угорщини, Канади, США, Мексики. Поява нових високоврожайних сортів польської селекції зумовила до зміни структури посівних площ зернових, частка тритикале в Польщі зросла до 10%. У Болгарії, Чехії створено серію сортів тритикале озимих інтенсивного типу, ранньостиглих, зимостійких із комплексом господарських-цінних ознак, стійких проти хвороб і вилягання. В Україні для різних агрокліматичних зон створено високопродуктивні, високозимостійкі, з комплексною стійкістю проти хвороб та високим адаптивним потенціалом сорти озимого тритикале зернового напрямку використання з потенціалом урожайності 100–110 ц/га.

Високу поживну цінність продуктів із цієї культури забезпечує протеїн, який вирізняється підвищеним вмістом амінокислот. Протеїн борошна тритикале багатий на такі незамінні речовини, як лізин, валін, треонін, гліцин, аргінін тощо. Вміст протеїну на 1–2% вищий, ніж у пшениці, і на 3–4% — ніж у жита. Вміст клейковини 20–38%, але через геном жита якість її (еластичність, розтяжність) нижча. Зерно тритикале за протеїновою поживністю перевищує зерно пшениці на 9,5%, а ячменю і кукурудзи — майже на 40% [2]. Підвищений вміст протеїну, збагаченого на незамінні амінокислоти, багатий вітамінний (групи: В, РР, Е) та провітамінний склад (каротиноїди) вигідно відрізняє тритикале від пшениці [3; 4].

Безумовно, величезна цікавість до тритикале викликана великими можливостями цієї культури. Злак володіє величезним потенціалом урожайності, підвищеною мо-

розостійкістю, стійкістю проти вірусів і грибів, не потребує високих показників родючості ґрунту, чудово переносить посуху і приморозки, його можливо вирощувати на таких ділянках, де вирощування традиційних сортів пшениці озимої вельми складне, що в специфічних ґрунтово-кліматичних умовах Полісся і західних районах України перетворює цю культуру в потужний фактор стабілізації зернового господарства в екстремальних умовах вегетації [5].

Хлібопекарські властивості борошна істотно залежать від клейковинного комплексу. Незважаючи на те, що в зернівці тритикале знаходяться хромосоми жита, вона утворює клейковину. Характерними особливостями борошна тритикале є висока активність α -амілази, добра газотворювальна здатність, проте слабка за якістю клейковина, тому борошно із зерна тритикале й досі не знайшло застосування як сировина для хлібопекарської промисловості [6]. Наразі створення таких сортів *Triticosecale Wittmack el. Camus* для умов Полісся України є доволі актуальним завданням.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальні роботи з оцінки зразків тритикале озимого проводили у відділі селекції і насінництва зернових культур ННЦ «Інститут землеробства НААН» у 2011–2018 рр.

Методика проведення досліджень загальноприйнята для польових і лабораторних дослідів [7–9]. Спостереження, обліки здійснювались за методикою державного сортопробування сільськогосподарських культур [10]. Зерно *Triticosecale Wittmack el. Camus* відбирали згідно з ДСТУ 4762:2007 [11; 12]. Аналіз показників якості насіння визначали на приладі Infratec 1241. Аналіз показника кількості сирої клейковини визначали на приладі ВДК-1. Кількість сухої клейковини визначали після висушування сирої клейковини згідно з ГОСТом 13586.1-68 ручним способом, який, як і раніше, є актуальним для зерна на хлібопекарській цілі [13].

Впродовж трьох років (2011–2013 рр.) вивчали 115 зразків тритикале озимого вітчизняного (різних селекційних центрів) та іноземного походження, зокрема — з Росії, Білорусі, Канади, Польщі, Румунії, Чехії.

Дослідження були спрямовані на оцінку напрацьованого сортового та селекційного матеріалу тритикале озимого з точки зору можливості застосування в хлібопеченні [5].

За цей час проведено схрещування за 229 комбінаціями і отримано 10683 шт. насіння F_0 . Найвищий відсоток зав'язуваності — 37,6–45,1% — відмічений за схрещування тритикале/тритикале; 15,0–25,3% — тритикале/пшениця; отримано насіння F_0 9238 та 1390 шт. відповідно. Після проведеного віддаленого схрещування (пшениця/тритикале; пшениця/жито; пшениця/пирій) отримано 27; 19 та 44 насінини з відсотком зав'язуваності 15,0; 21,3 і 28,2% відповідно [14].

Упродовж наступних чотирьох років (2014–2018 рр.) вивчались кандидати в сорти, стандартами були сорти тритикале озимого власної селекції ННЦ «Інститут землеробства НААН» Поліський 7 та Мольфар, у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2002 і 2014 рр. відповідно.

Ґрунт дослідної ділянки — сірий лісовий. В орному шарі ґрунту (0–20 см) містилось 1,23% гумусу (за Гюрінім); реакція ґрунтового розчину слабо кисла, рН сольової витяжки становить 5,2; азоту, що легко гідролізується — 8,0 мг/100 г ґрунту (за Корнфілдом); рухомого фосфору та обмінного калію (за Чириковим) — 21,9 і 22,5 мг/100 г ґрунту. Попередник — ріпак озимий.

Обробіток ґрунту складався з дискування і наступною оранкою на глибину 18–20 см та культивуації з боронуванням, у т. ч. передпосівну на глибину 2 см. Під основний обробіток вносили $P_{30}K_{30}$, навесні для підживлення посівів N_{30} .

Площа конкурсного і попереднього сортовипробування — 10 м², повторність — чотириразова. Проробку вихідного матеріалу

проводили за повною схемою селекційного процесу.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Ознакою, яка зумовлює хлібопекарські властивості зерна і визначається доволі швидко з високою точністю, є кількість і якість клейковини. У зерні тритикале найважливіше — це клейковинний білок, який зумовлює технологічні властивості зерна і виробленого з нього борошна. Тільки за високої кількості сирової клейковини (22% і вище), та гарній її якості можливо отримати пишній, смачний і корисний хліб.

На хлібопекарські властивості, крім кількості клейковинних білків, має великий вплив і їхня якість. Якість клейковини у низці випадків надає вирішальне значення якості хліба, оскільки варіювання його в товарному зерні не менше, а навіть більше, і особливо, останніми роками за несприятливих умов дозрівання та збирання. На якість клейковини впливають також умови вирощування, ступінь стиглості зерна, пошкодження морозом, клопом-черепашкою тощо.

Клейковина — це нерозчинний у воді пружно еластичний гел, що утворюється під час змішування розмеленого зерна тритикале або борошна з водою, вміст білка, в якому становить 98% з невеликою часткою вуглеводів, ліпідів і мінеральних речовин.

Якість клейковини характеризується її кольором і фізичними властивостями, зокрема розтяжністю і пружністю, еластичністю.

Пружність і розтяжність визначають еластичність клейковини. За кольором клейковина може бути світла або темна. Як правило, тільки світла за кольором клейковина має найкращу розтяжність і пружність. Темні відтінки клейковини свідчать про несприятливі впливи на зерно в період дозрівання, обробки, зберігання.

Залежно від біологічних властивостей сорти тритикале поділяють на зернові, кормові та зернокормові. Зерновий сорт має добре виповнений колос і зерно. Було встановлено, що зерно *Triticosecale Wittmack*

el. *Camus* за вивпненістю наближається до пшениці та має добрий товарний вигляд. Натура зерна в середньому по сортах становила 680 г/л та коливалась від 606 г/л у сорту Котигорошко до 731 г/л у сорту Мольфар (табл. 1). Сорти Волемир і Мольфар із натурою зерна 726 й 731 г/л достовірно перевищили сорт-стандарт на 45 та 50 г/л.

Урожайність сортів у середньому становила 7,1 т/га. Виділено сорти тритикале озимого Волемир та Фанат з урожайністю насіння 8,0 т/га, які достовірно перевищили сорт-стандарт Поліський 7 на 16% (1,1 т/га) ($НІР_{05}=0,4$).

Чим більша маса 1000 зерен, тим цінніше зерно. Як правило, зі збільшенням маси 1000 зерен підвищується крупність зерна, скловидність, вміст ендосперму, та як наслідок, вихід борошна. Маса 1000 зерен у середньому становила 45,3 г, сорти Волемир і Маєток Поліський з масою 1000 зерен 55,5 г достовірно перевищили стандартний сорт Поліський 7 на 22% (10 г) ($НІР_{05}=4,3$).

Вміст у зерні тритикале протеїну та крохмалю виявлений у середньому в кількості 9,9 і 68,4% відповідно. Вміст клейковини в зерні сортів, що вивчались, у середньому виявлений на рівні 16,8%, та варіював від 14,0% у сорту Петрол до 19,7% у сорту Мольфар, який достовірно перевищив сорт Поліський 7 на 1,5% ($НІР_{05}=1,1$). Показник седиментації за Зелені, який несе інформацію про хлібопекарську силу борошна в середньому виявлений на рівні 18,9%, та коливався від 14,3% сорт Петрол до 24,4% у зразка КС 9-17.

Кількість сирої клейковини в середньому була на рівні 11,9%, та коливалась від 6,8% у сорту Аристократ до 14,4% сорти Поліський 7 і Маєток Поліський ($НІР_{05}=1,6\%$). Обсяг сухої клейковини в середньому по сортах була на рівні 1,3 г, що сягає 32,5% від маси клейковини до висушування.

Розтяжність клейковини в середньому по сортах становила 15,6 см, сорт Маєток Поліський з розтяжністю клейковини 24,6 см достовірно перевищив сорт-стандарт

Таблиця 1. Характеристика зерна тритикале озимого за якістю клейковини та господарсько-корисними показниками

Сорт	Урожайність, т/га	Кількість сирої клейковини, %	Кількість сухої клейковини, г	Розтяжність, см	Пружність, ум. од.	Натура зерна, г/л	Вміст у зерні, %				Маса 1000 зерен, г
							протеїн	крохмаль	клейковина	седиментація за Зелені	
Поліський 7	6,9	14,4	1,4	14,0	80,0	681	10,7	67,4	18,2	21,5	45,0
Мольфар	5,4	11,6	1,4	11,0	70,0	731	11,8	65,4	19,7	23,2	45,0
Петрол	6,6	9,2	1,2	14,7	62,5	662	7,9	69,1	14,0	14,3	45,0
Волемир	8,0	13,6	1,3	18,1	87,5	726	11,1	69,0	18,5	22,0	55,0
Котигорошко	7,0	8,8	1,3	14,2	62,5	606	9,7	67,8	16,3	18,4	45,0
Солодюк	7,5	13,2	1,3	18,7	87,5	713	10,1	71,1	17,2	19,9	45,0
Фанат	8,0	10,4	1,3	12,4	60,0	627	8,6	67,0	14,7	15,1	35,0
Аристократ	7,0	6,8	1,4	14,2	90,0	673	9,3	68,9	15,9	16,5	35,0
Маєток Поліський	7,0	14,4	1,3	24,6	85,0	658	8,9	66,6	15,2	16,3	55,0
Любомир	7,5	14,0	1,3	14,3	77,5	721	10,2	70,3	17,2	16,4	40,0
КС 9-17	7,0	14,0	1,4	15,0	87,5	687	10,7	69,4	18,0	24,4	53,0
$НІР_{05}$	0,4	1,6	0,0	2,3	7,0	24,9	0,7	1,0	1,1	2,1	4,3
\bar{X}	7,1	11,9	1,3	15,6	77,3	680	9,9	68,4	16,8	18,9	45,3

дарт Поліський 7 близько на 76% (10,6 см) ($НІР_{05}=2,3$).

Пружність клейковини в середньому виявлена на рівні 77,3 ум. од. приладу ВДК-1, сорти Аристократ, Волемир, Солодюк та зразок КС 9-17 достовірно перевищили сорт-стандарт Поліський 7 на 7,5–10,0 ум. од. ($НІР_{05}=7,0$). У виробництві борошняних кондитерських виробів бажано використовувати борошно з середньою і слабкою добре розтяжною клейковиною з показником якості по приладу ВДК-1 80-90 одиниць прибору. За пружністю клейковини з показниками у межах 87,5–90,0 ум. од. приладу ВДК-1 виділені сорти Аристократ, Волемир, Солодюк та зразок КС 9-17.

Кореляційний аналіз виявив слабку залежність між кількістю сирої клейковини та натурою зерна ($r=0,50$) (табл. 2).

Середній кореляційний зв'язок виявлений між показниками: врожайність і вміст крохмалю в зерні; кількість сирої клейковини та маса 1000 зерен; кількість сухої клейковини та вміст у зерні протеїну, клейковини та показника седиментація за Зелені; розтяжність клейковини та пружність і маса 1000 зерен; пружність і натура зерна; натура зерна та вміст у зерні протеї-

ну, клейковини та показника седиментація за Зелені; показник седиментація за Зелені та маса 1000 зерен ($r=0,51-0,7$). Пряма кореляційна залежність установлена між показниками Зелені та вмістом протеїну і клейковини ($r=0,89-0,9$). Функціональний зв'язок існує між вмістом у зерні протеїну та клейковини ($r=1,0$).

Відміту клейковину характеризували за забарвленням, визначаючи візуально перед зважуванням, — «світла», «сіра», «темна» та індексом деформації, що визначали на приладі для вимірювання індексу деформації клейковини «ВДК-1».

Залежно від показників приладу, виражених в умовних одиницях, клейковина належить до відповідної групи якості: від 0 до 15 — III група (незадовільна міцна); від 20 до 40 — II (задовільна міцна); від 45 до 75 — I (добра); від 80 до 100 — II (задовільна слабка); від 105 до 120 — III група (незадовільна слабка) — згідно з методикою проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні.

Оцінку сирої клейковини за структурно-механічними властивостями наведено в табл. 3.

Таблиця 2. Кореляційна залежність господарсько-корисних показників та якості клейковини

Показники	Кількість сирої клейковини, %	Кількість сухої клейковини, г	Розтяжність, см	Пружність, ум. од.	Натура зерна, г/л	Вміст у зерні, %				Маса 1000 зерен, г
						протеїн	крохмаль	клейковина	седиментація за Зелені	
Урожайність, т/га	0,17	-0,33	0,30	0,19	-0,15	-0,26	0,51	-0,29	-0,27	-0,05
Кількість сирої клейковини, %	×	0,12	0,43	0,41	0,50	0,47	0,09	0,47	0,47	0,61
Кількість сухої клейковини, г	×	×	-0,30	0,44	0,26	0,65	-0,28	0,65	0,65	-0,06
Розтяжність, см				0,52	0,02	-0,21	0,16	-0,22	-0,13	0,63
Пружність, ум. од.					0,54	0,38	0,40	0,38	0,41	0,38
Натура зерна, г/л						0,68	0,28	0,70	0,51	0,24
Протеїн, %							-0,09	1,00	0,89	0,32
Крохмаль, %								-0,08	-0,07	-0,07
Клейковина, %									0,90	0,31
Зелені										0,51

Таблиця 3. Оцінка сирої клейковини за структурно-механічними властивостями

Сорт	Фізичні властивості				Протеїн	Колір
	пружність		розтяжність, еластичність			
	група якості	характеристика клейковини	група якості	характеристика клейковини		
Поліський 7	II	Задовільно слабка	I	Середня, гарна	II	Світло-сірий
Мольфар	I	Хороша	I	Середня, гарна	I	Світло-сірий
Петрол	I	Хороша	II	Середня, задовільна		Світло-жовтий
Волемир	II	Задовільно слабка	II	Середня, задовільна	II	Сірий
Котигорошко	I	Хороша	II	Середня, задовільна		Світло-жовтий
Солодюк	II	Задовільно слабка	I	Середня, гарна	II	Світло-сірий
Фанат	I	Хороша	II	Середня, задовільна		Світло-коричневий
Аристократ	II	Задовільно слабка	II	Середня, задовільна		Світло-сірий
Маєток Поліський	II	Задовільно слабка	I	Довга, гарна		Світло-сірий
Любомир	II	Задовільно слабка	I	Середня, гарна	II	Світло-сірий
КС 9-17	II	Задовільно слабка	I	Середня, гарна	II	Світло-сірий

Після проведених досліджень і опрацьованих результатів у сорту Мольфар клейковина виявлена з хорошою пружністю (I група), світло-сірого кольору з середньою, гарною розтяжністю та еластичністю (I група), вмістом протеїну за групою належить до I класу.

У сортів Петрол, Котигорошко, Фанат клейковина хорошої якості (I група) з середньою, задовільною розтяжністю та еластичністю (II група), світло-жовтого кольору, проте клейковина сорту Фанат мала світло-коричневий колір, що свідчить про несприятливі впливи на зерно в період дозрівання.

У сортів Поліський 7, Солодюк, Маєток Поліський, Любомир та зразка КС 9-17 клейковина задовільно слабка (II група) з середньою, гарною розтяжністю та еластичністю (I група) світло-сірого кольору, проте у сорту Маєток Поліський за розтяжністю клейковина виявлена 24,0–24,6 см і класифікувалась як довга, гарна. За якістю протеїну сорти Поліський 7, Солодюк, Любомир та зразок КС 9-17 віднесені до II класу.

Сорти Волемир та Аристократ клейковина за пружністю задовільно слабка (II група), середня, задовільна за розтяж-

ністю та еластичністю (II група), сірого та світло-сірого кольору.

ВИСНОВКИ

В основу досліджень поставлено завдання в формуванні цінних господарських ознак *Triticosecale Wittmack* el. *Camus* і на цій основі створення нового сорту з підвищеними адаптивними властивостями, високою врожайністю зерна та доброю технологічною і хлібопекарською якістю для зони Полісся і Північного Лісостепу України.

Виділені сорти тритикале озимого поліського екотипу з поєднанням господарсько-цінних ознак, підвищеними адаптивними властивостями, високою врожайністю зерна та доброю технологічною і хлібопекарською якістю доцільно використовувати в хлібопекарській промисловості.

За результатами проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність, поширені в Україні сорти тритикале озимого Петрол (2018), Волемир (2018), Любомир (2020), Солодюк (2020), Аристократ (2020), Котигорошко (2020), Маєток Поліський (2021) занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кирильчук А.М. Створення сортів тритикале (*Triticosecale Wittmack* el. *Camus*) методом віддаленої гібридизації. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 1. С. 157–165. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227255>
2. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Івашук П.В., Корнійчук О.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / за ред. В.В. Лихочвора, В.Ф. Петриченка. Львів: НВФ «Українські технології», 2010. 1088 с.
3. Еркінбаева Р.К. Исследование хлебопекарных свойств муки из зерна тритикале: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Москва, 1980. 24 с.
4. Тертычная Т.Н., Гончаров С.В. Технологические аспекты использования муки из зерна тритикале в хлебопечении. *Тритикале России: сб. материалов конф. (г. Ростов-на-Дону, 8–10 июля 1999)*. Р-на-Дону, 2000. С. 113–118.
5. Кирильчук А.М. Оцінка генофонду тритикале озимого для створення сортів польського екотипу. *Селекція і насінництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2014. Вип. 106. С. 24–33.
6. Тритикале — новый вид сырья для хлебопекарной промышленности. Москва: ЦНИИТЭИ Пищепром. 1982. Вып. 4. С. 20–29.
7. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. Загальна частина. Київ, 2000. 100 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: уч. пособ. Москва: Колос, 1985. 423 с.
9. Булавка Н.В. Генетические основы селекции на морозо- и зимостойкость. *Биологические резервы повышения урожайности зерновых колосовых культур: сб. науч. трудов*. Мироновка, 1989. С. 43–51.
10. Ткачик С.О., Лещук Н.В., Присяжнюк О.І. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Вінниця, 2016. 120 с.
11. ДСТУ 4762:2007. Тритикале. Технічні умови. [Чинний від 2007–08–01]. Київ, 2007. URL: <http://kolosok.info>
12. ГОСТ 34023-2016. Тритикале. Технические условия. [Введен в действие 2018–01–01]. Москва: Стандартинформ, 2017. 11 с.
13. ГОСТ 13586.1-68. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. [Введен в действие 1968–06–01]. Изд. офиц. Москва: Стандартинформ, 2009. 6 с.
14. Кирильчук А.М. Створення вихідного матеріалу тритикале озимого польського екотипу на основі світової колекції. *Корми і кормовиробництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2014. Вип. 78. С. 18–25.

REFERENCES

1. Kirilchuk, A. (2021). Stvorenniya sortiv trytykale (*Triticosecale Wittmack* el. *Camus*) metodom vidalenoj hibrydyzats [Creating triticale varieties (*Triticosecale Wittmack* el. *Camus*) by remote hybridization]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 1, 158–165. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227255> [in Ukrainian].
2. Lykhochvor, V.V., Petrychenko, V.F., Ivashchuk, P.V. & Korniiichuk, O.V. (2010). *Roslynnytstvo. Tekhnologii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur [Plant growing. Technologies for growing crops]*. Lviv: Scientific and Production Enterprise «Ukrainian Technologies» [in Ukrainian].
3. Yerkinbaeva, R.K. (1980). Issledovanie khlebopekarnykh svoystv muki iz zerna tritikale [Investigation of the bakery properties of triticale grain flour]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moskva [in Russian].
4. Tertychnaya, T.N. & Goncharov, S.V. (2000). Tekhnologicheskie aspekty ispolzovaniya muki iz zerna tritikale v khlebopechenii [Technological aspects of the use of flour from triticale grain in bakery]. *Tritikale Rossii: sbornik materialov konferentsii [Triticale of Russia: collection of conference materials]*. (pp. 113–118). Rostov-on-Don [in Russian].
5. Kyrylchuk, A.M. (2014). Otsinka henofondu trytykale ozymoho dlia stvorennia sortiv poliskoho ekotyphu [Evaluation of winter triticale gene pool for creation of Polissya ecotype varieties]. *Seleksiia i nasinnnytstvo — Breeding and seed production*, 106, 24–33 [in Ukrainian].
6. *Tritikale — novyy vid syrnya dlya khlebopekarnoy promyshlennosti [Triticale is a new type of raw material for the bakery industry]*. (1982). Moscow: TSNIIETI Food Industry [in Russian].
7. *Metodyka derzhavnogo sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur [Methods of state variety testing of crops]*. (2000). Kyiv [in Ukrainian].
8. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodyka polevogo opyta [Methodology of field experience]*. Moskva: Kolos [in Russian].
9. Bulavka, N.V. (1989). Geneticheskie osnovy selektsii na morozo- i zimostoykost [Genetic foundations of breeding for frost and winter hardiness]. *Biologicheskoe rezervy povysheniya urozhaynosti zernovykh kolosovykh kultur [Biological reserves of increasing the productivity of grain crops]*. (pp. 43–51). Mironovka [in Russian].
10. Tkachik, S.O., Leshchuk, N.V. & Prisyazhnyuk O.I. (2016). *Metodyka provedeniia kvalifikatsiinoi ekspertizy sortiv roslin na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Zahalna chastyna [Methods of qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine]*. Vinnytsia [in Ukrainian].
11. Trytykale. Tekhnichni umovy [Triticale. Specifications]. (2007). *DSTU 4762:2007 from 1st August 2007*. Kyiv. URL: <http://kolosok.info> [in Ukrainian].
12. Triticale. Tekhnicheskie usloviya [Triticale. Technical conditions]. (2017). *ГОСТ 34023-2016 from 1st January 2018*. Moskva [in Russian].
13. Zerno. Metody opredeleniya kolichestva i kachestva kleykoviny v pshenitse [Corn. Methods for determining the quantity and quality of gluten in wheat]. (2009). *ГОСТ 13586.1-68 from 1st June 1968*. Moskva [in Russian].
14. Kyrylchuk, A.M. (2014). Stvorennia vykhidnoho materialu trytykale ozymoho poliskoho ekotyphu na osnovi svitovoi kolektsii [Creation of the source material of the triticale of the winter Polissya ecotype on the basis of the world collection]. *Kormy i kormovyrobnytstvo — Feed and feed production*, 78, 18–25 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 10.08.2021

НЕСПЕЦИФІЧНІ АДАПТИВНІ РЕАКЦІЇ ОРГАНІЗМУ КУРЕЙ ЗА ВПЛИВУ ДОВЖИНИ СВІТЛОВОЇ ХВИЛІ

Ю.В. Осадча

Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна)
e-mail: seledat@ukr.net; ORCID: 0000-0003-4126-2456

Досліджено неспецифічні адаптивні реакції організму курей за впливу довжини світлової хвилі монохромного світла. Для цього в умовах сучасного комплексу з виробництва харчових яєць було сформовано 4 групи яєчних курей промислового стада «Hy-Line W-36», кожну з яких утримували у окремому пташнику-аналогі за площею та клітковим устаткуванням. Курей 1-ї групи утримували з використанням світлодіодних світильників з піковою довжиною світлової хвилі 460 нм, 2-ї групи — 600, 3-ї групи — 630 та 4-ї групи — 650 нм. Для оцінки адаптаційного і загального реактивного імунологічного потенціалу курей визначали інтегральні імуногематологічні індекси інтоксикації, активності запалення та неспецифічної реактивності на основі розширеного загального аналізу крові. Виявлено, що за зменшення довжини хвилі світла спостерігається підвищення індексів зсуву лейкоцитів, співвідношення гетерофілів та лейкоцитів, імунореактивності, співвідношення гетерофілів і моноцитів, співвідношення лімфоцитів та моноцитів, а також співвідношення лімфоцитів й еозинофілів. Це свідчить про зсув лейкоцитарної формули вліво, переважає неспецифічних захисних клітин, що відбувається внаслідок функціонального підвищення проліферативної активності кісткового мозку і виражається у збільшенні кількості гетерофілів, підвищенні їх активності у мікрофагально-макрофагальній системі імунної відповіді. Окрім того, свідчить про наявність в організмі курей високого рівня ендогенної інтоксикації і порушення імунологічної реактивності, а також може інформувати про аутоімунний характер патологічного процесу. Показано, що водночас відбувається зниження лімфоцитарно-гранулоцитарного індексу, індексу співвідношення лейкоцитів і ШОЕ, загального та лімфоцитарного індексів, що підтверджує зсув лейкоцитарної формули вліво, а також про домінування активації клітинної ланки системи імунітету, вказує на активну адаптивну реакцію білої крові й зниження неспецифічного протиінфекційного захисту внаслідок інтоксикації. Одночасне підвищення індексу зсуву лейкоцитів та зниження лімфоцитарно-гранулоцитарного індексу свідчить про розвиток ендогенної інтоксикації у курей та порушення у них імунологічної реактивності внаслідок автоінтоксикації організму під час деструкції власних клітин.

Ключові слова: кури-несучки, технологічний стресор, неспецифічні захисні клітини, лейкоцитарна формула, ендогенна інтоксикація.

ВСТУП

Штучне світло, як чинник навколишнього середовища, має вирішальне значення для вивільнення гормонів, які відіграють ключову роль у життєдіяльності, рості, імунитеті та розмноженні птиці. Для курей-несучок світло відіграє важливу функцію у розвитку та функціонуванні репродуктивної системи, істотно впливаючи на вік знесення першого яйця, несучість та продуктивність взагалі [1; 2].

Джерелом штучного світла останнього покоління у птахівництві є світлодіодні світильники (LED). Порівняно із лампами

розжарювання та люмінесцентними лампами, світлодіодні мають більший термін служби, специфічний спектр, меншу теплову потужність, вищу енергоефективність та надійність, а також менші витрати на обслуговування, тому дедалі частіше використовуються виробничниками [3; 4].

Світлодіоди (LED) — це особливий вид напівпровідникових діодів, які можуть давати монохромне світло. Колір світла визначається різною довжиною хвилі видимого спектра, а монохромне світло має одну пікову довжину світлової хвилі. Доведено, що довжина хвилі світла впливає на поведінку, добробут та продуктивність

птиці. Однак інформація щодо впливу монохромного світла з різною довжиною пікової світлової хвилі на фізіологічний стан організму курей відсутня. Тому актуальним є вивчення фізіологічного стану курей за зміни довжини світлової хвилі монохромного світла [5; 6].

Мета досліджень — виявити неспецифічні адаптивні реакції організму курей за впливу довжини світлової хвилі монохромного світла.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Неспецифічні реакції організму, властиві для всіх видів стресів, — це, переважно, реактивність гіпоталамо-гіпофізарно-адренкортикальної системи і вегетативних функцій, у т. ч. серцево-судинної і кровотворення. Г. Сельє визначив стрес як неспецифічну реакцію організму, що розвивається під впливом різних причинних факторів. Усі екзогенні й ендогенні чинники, які створюють підвищені вимоги до організму, отримали назву стресорів [7; 8].

Активация кори наднирників, як центру стресових реакцій, супроводжується численними змінами в складі крові. Багатьма дослідниками [9] ці зміни були прийняті як критерії оцінювання стресового стану птиці, які дають можливість виявити стресовий вплив на їх організм різних факторів і визначити інтенсивність та тривалість стресового стану. Під час виявлення стресів за оцінюванням цих критеріїв, які базуються на основі інтенсивної і постійної реактивної відповіді, найчастіше використовують співвідношення гетерофілів та лімфоцитів [10]. Оскільки встановлено [11], що під час розвитку стресового стану цей показник збільшується внаслідок підвищеної проліферації гемопоетичних стовбурових клітин, збільшення вироблення гетерофілів та за рахунок абортивного викиду незрілих клітин гетерофілів із кісткового мозку в кровоносне русло і міграції лімфоцитів із нього у тканини. Крім того, зміни співвідношення гетерофілів і лімфоцитів корелюють із концентрацією кортикостерону в крові курей та пропор-

ційного ступеня впливу стресорів різної природи [12].

Співвідношення гетерофілів і лімфоцитів є інтегральним імуногематологічним індексом, який у гуманній медицині відомий як індекс Кребса [13]. Крім нього, у гуманній медицині використовують цілу панель імуногематологічних індексів, що непрямим чином віддзеркалюють стан імунної системи і характер перебігу адаптаційних процесів в організмі [14]. Останнім часом маркерну панель, до якої належать індекс зсуву лейкоцитів (ІЗЛК), індекс співвідношення гетерофілів і лімфоцитів (ІСГЛ, або індекс Кребса), індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ (ІЛШОЕ), лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (ІЛГ), загальний індекс (ЗІ), індекс імунореактивності (ІІР), індекс співвідношення гетерофілів та моноцитів (ІСГМ), індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів (ІСЛМ), лейкоцитарний індекс (ЛІ) та індекс співвідношення лімфоцитів й еозинофілів (ІСЛЕ) використовують і в тваринництві [15]. Тому актуальним є вивчення впливу довжини світлової хвилі монохромного світла на організм курей саме на основі дослідження їх неспецифічних адаптаційних реакцій через інтегральні імуногематологічні індекси.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В умовах сучасного комплексу з виробництва харчових яєць у пташнику площею 2915 м² сформували 4 групи яєчних курей промислового стада «Hy-Line W-36», кожна з яких утримували в окремому пташнику-аналогу за площею та клітковим устаткуванням. Кожен пташник був обладнаний клітковими батареями «Big Dutchman» (Німеччина), що склалися з 1176 кліток площею 40544 см² (362×112 см). Відмінності між пташниками стосувалися лише світлодіодних світильників (*табл. 1*). Так, курей 1-ї групи утримували з використанням світлодіодних світильників із піковою довжиною світлової хвилі 460 нм (блакитний колір спектра), 2-ї групи — 600 (жовтий колір), 3-ї групи — 630 (помаран-

Таблиця 1. Схема досліджу

Характеристика	Група курей			
	1	2	3	4
Пікова довжина хвилі, нм	460	600	630	650
Колір спектра	блакитний	жовтий	помаранчевий	червоний
Кількість гол. у клітці		101		
Кількість гол. у групі		118776		
Щільність посадки, гол./м ²		24,9		
Забезпеченість площею, см ² /гол.		401,4		
Розміри клітки, см:		362		
– довжина		112		
– глибина				
Площа клітки, см ²		40544		
Кількість ніпелів у клітці, шт.		12		
Фронт годівлі, см		7,8		
Площа пташника, м ²		2915		

чевий колір) та 4-ї групи – 650 нм (червоний колір спектра).

Упродовж дослідження курей забезпечували питною водою, повнораціонними комбікормами однакового складу та утримували згідно з вимогами (ВНТП-АПК-04.05).

Гемограму курей-несучок визначали на гематологічному аналізаторі Micros 60 (Horiba Ltd.) у лабораторії «Бальд» (сертифікат № LB/02/2016). Для цього відбирали по 30 проб цільної крові у несучок кожної групи віком 52 тижні. Відбирали по 1,0–1,5 мл крові з підкрильцевої вени у пробірку з EDTA.

Для оцінювання неспецифічної реактивності організму курей визначали інтегральні імуногематологічні індекси інтоксикації, активності запалення та індекси неспецифічної реактивності за формулами 1–10 [13].

Індекс зсуву лейкоцитів (ІЗЛК) розраховували за формулою (1):

$$\text{ІЗЛК} = (E + B + G) / (M + L), \quad (1)$$

де E – еозенофіли, B – базофіли, G – гетерофіли, M – моноцити, L – лімфоцити.

Індекс Кребса (ІК) розраховували за формулою (2):

$$\text{ІК} = (P + C) / L, \quad (2)$$

де P – паличкоядерні гетерофіли, C – сегментоядерні гетерофіли, L – лімфоцити.

Лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (ІЛГ) розраховували за формулою (3):

$$\text{ІЛГ} = L \times 10 / (M + Y + P + C + E + B), \quad (3)$$

де L – лімфоцити, M – мієлоцити, Y – юні форми, P – паличкоядерні гетерофіли, C – сегментоядерні гетерофіли, E – еозинофіли, B – базофіли.

Індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ (ІЛ ШОЕ) розраховували за формулою (4):

$$\text{ІЛ ШОЕ} = L \times \text{ШОЕ} / 100, \quad (4)$$

де L – лімфоцити, ШОЕ – швидкість осідання еритроцитів.

Загальний індекс (ЗІ) розраховували за формулою:

$$\text{ЗІ} = \text{ІЛГ} + \text{ІЛ ШОЕ}, \quad (5)$$

де ІЛГ – лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс, ІЛ ШОЕ – індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ.

Індекс імунореактивності (ІІР) розраховували за формулою (6):

$$\text{ІІР} = (L + E) / M, \quad (6)$$

де L – лімфоцити, E – еозинофіли, M – моноцити.

Індекс співвідношення гетерофілів і моноцитів (ІСНМ) розраховували за формулою (7):

$$\text{ІСНМ} = (M + Y + P + C) / M, \quad (7)$$

де М — мієлоцити, Ю — юні форми, П — паличкоядерні гетерофіли, С — сегментоядерні гетерофіли, Мо — моноцити.

Індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів (ІСЛМ) розраховували за формулою (8):

$$\text{ІСЛМ} = \text{Л} / \text{Мо}, \quad (8)$$

де Л — лімфоцити, Мо — моноцити.

Лімфоцитарний індекс (ЛІ) визначали із співвідношення лімфоцитів і гетерофілів (9):

$$\text{ЛІ} = \text{Л} / \text{Г}, \quad (9)$$

де Л і Г — відсотковий вміст відповідно лімфоцитів і гетерофілів у лейкоцитарній формулі.

Індекс співвідношення лімфоцитів і еозинофілів (ІСЛЕ) розраховували за формулою (10):

$$\text{ІСЛЕ} = \text{Л} / \text{Е}, \quad (10)$$

де Е — еозинофіли, Л — лімфоцити.

Отримані цифрові результати опрацювали методами варіаційної статистики. Достовірність відмінностей між середніми величинами визначали за t-критерієм Ст'юдента, різниці вважали достовірними за $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Виявлено, що лімфоцитарний індекс, лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс та загальний індекс знижувались із зменшенням довжини хвилі світла, тоді як індекси зсуву лейкоцитів, співвідношення гетерофілів і лімфоцитів, співвідношення лейкоцитів та ШОЕ, імунореактивності, співвідношення лімфоцитів і моноцитів, співвідношення гетерофілів та моноцитів та співвідношення лімфоцитів і еозинофілів — навпаки, підвищувались (табл. 2).

Індекс зсуву лейкоцитів (ІЗЛК), який характеризує співвідношення гранулоцитів

Таблиця 2. Інтегральні імуногематологічні індекси курей

Індекс, од.	Група курей			
	1	2	3	4
Індекси інтоксикації				
Індекс зсуву лейкоцитів	1,12±0,069	0,81±0,023**	0,49±0,006**°	0,42±0,013**°
Індекси активності запалення				
Індекс співвідношення гетерофілів і лімфоцитів	1,05±0,064	0,74±0,019**	0,41±0,008**°	0,33±0,013**°/
Лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс	8,81±0,406	13,13±0,633**	15,60±0,077**°	17,85±0,325**°/
Індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ	2,80±0,197	2,21±0,004*	1,81±0,019**°	1,62±0,036**°/
Загальний індекс	11,61±0,405	15,34±0,135**	17,41±0,058**°	19,47±0,293**°/
Індекси неспецифічної реактивності				
Індекс імунореактивності	26,67±0,410	11,11±0,462**	11,02±0,369**	10,94±0,367**
Індекс співвідношення гетерофілів і моноцитів	27,63±0,136	7,44±0,359**	4,26±0,248**°	3,42±0,201**°/
Індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів	25,10±0,301	10,43±0,320**	10,20±0,364**	10,12±0,346**
Лімфоцитарний індекс	1,02±0,047	1,66±0,102**	2,45±0,049**°	3,10±0,126**°/
Індекс співвідношення лімфоцитів і еозинофілів	18,02±0,128	12,80±0,191**	12,33±0,364**	12,27±0,222**

Примітка: * $p < 0,01$, ** $p < 0,001$ — порівняно з першою групою; ° $p < 0,001$ — порівняно з другою групою; / $p < 0,01$, ° $p < 0,001$ — порівняно з третьою групою.

та агранулоцитів і не залежить від кількості лейкоцитів у крові, підвищувався із зменшенням довжини хвилі світла. Зокрема, у курей 1-ї групи, яких утримували за блакитного світла, ІЗЛК був вищим на 38,3% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 128,6% ($p < 0,001$) і 166,7% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. У курей 2-ї групи, яких утримували за жовтого світла, ІЗЛК був вищим на 62,3% ($p < 0,001$) і 92,9% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. У курей 3-ї та 4-ї груп, яких утримували за помаранчевого і червоного світла, ІЗЛК перебував на одному рівні. Підвищення ІЗЛК із зменшенням довжини хвилі світла, а саме за впливу на курей жовтого та блакитного світла, вказує на зсув лейкоцитарної формули їх крові вліво, що свідчить про порушення імунологічної реактивності і надходження в периферійну кров великої кількості «молодих» форм лейкоцитів [14; 15].

Індекс співвідношення гетерофілів і лімфоцитів (ІСГЛ), який класично є маркером стресу й відображає співвідношення клітин специфічного та неспецифічного імунітету, підвищувався із зменшенням довжини хвилі світла. Найвищий ІСГЛ виявлений у курей 1-ї групи, яких утримували за блакитного світла, — на 41,9% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою, та на 156,1% ($p < 0,001$) і 218,2% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю й 4-ю групами відповідно. У курей 2-ї групи, яких утримували за жовтого світла, ІСГЛ був вищим на 80,5% ($p < 0,001$) та 124,2% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. Своєю чергою, у курей 3-ї групи, яких утримували за помаранчевого світла, ІСГЛ був вищим на 24,2% ($p < 0,001$) порівняно з 4-ю групою, в якій курей утримували за червоного світла. ІСГЛ характеризує активність фагоцитарних реакцій і факторів специфічного імунітету, а також їх участь у підтримці загальної реактивності організму, тому його підвищення із зменшенням довжини світлової хвилі свідчить про перевагу в організмі курей неспецифічних захисних клітин, що відбувається внаслідок функ-

ціонального підвищення проліферативної активності кісткового мозку і виражається у збільшенні кількості гетерофілів [12; 14; 16].

Лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (ІЛГ), дає можливість диференціювати аутоінтоксикацію, викликану порушенням роботи імунної або ферментативної системи, та інфекційну інтоксикацію, а також виражає в числах ступінь зсуву лейкоцитарної формули крові [10], знижувався із зменшенням довжини світлової хвилі. У курей 1-ї групи, яких утримували за блакитного світла, ІЛГ виявився найменшим та, водночас, нижчим на 32,9% ($p < 0,001$), 43,5% ($p < 0,001$) та 50,6% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю, 3-ю й 4-ю групами відповідно. У курей 2-ї групи, яких утримували за помаранчевого світла, ІЛГ був нижчим на 15,8% ($p < 0,001$) і 26,4% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. Тоді як у курей 3-ї групи, яких утримували за помаранчевого світла, ІЛГ був нижчим на 12,6% ($p < 0,001$) порівняно з 4-ю групою, у якій курей утримували за червоного світла. Зниження ІЛГ із зменшенням довжини світлової хвилі свідчить про зсув у крові курей лейкоцитарної формули вліво та підтверджує наявність аутоімунної інтоксикації. Окрім того, зниження ІЛГ також можна розглядати як порушення чинників і механізмів імунологічної реактивності. Одночасне підвищення ІЗЛК та зниження ІЛГ свідчить щодо розвитку ендогенної інтоксикації й порушення імунологічної реактивності внаслідок аутоінтоксикації організму під час деструкції власних клітин [10; 17; 18].

Індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ (ІЛШОЕ), зміни якого свідчать про наявність інтоксикації, пов'язаної з інфекційним (зменшення ІЛШОЕ) або аутоімунним (збільшення ІЛШОЕ) процесом [19], підвищувався із зменшенням довжини хвилі світла. Найвищий ІЛШОЕ виявлено у курей 1-ї групи, яких утримували за блакитного світла, — на 26,7% ($p < 0,01$) порівняно з 2-ю групою та на 54,7% ($p < 0,001$) і 72,8% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно.

У курей 2-ї групи, яких утримували за жовтого світла, ІЛШОЕ був вищим на 22,1% ($p < 0,001$) і 36,4% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. Водночас, у курей 3-ї групи, яких утримували за помаранчевого світла, ІЛШОЕ був вищим на 11,7% ($p < 0,001$) порівняно з 4-ю групою, у якій курей утримували за червоного світла. Зниження ІЛШОЕ із зменшенням довжини хвилі світла (кольору світла) свідчить про наявність в організмі курей вираженої системної запальної відповіді з високим рівнем ендогенної інтоксикації і порушенням імунологічної реактивності, а також підтверджує аутоімунний характер патологічного процесу [13; 17–20].

Загальний індекс (ЗІ), який є сумою лімфоцитарно-гранулоцитарного (ІЛГ) та співвідношення лейкоцитів і ШОЕ (ІЛШОЕ) індексів та дає можливість розрізнити характер інтоксикації на різних стадіях розвитку патологічного процесу, знижувався із зменшенням довжини хвилі світла. Найнижчий ЗІ виявлено у курей 1-ї групи, яких утримували за блакитного світла, – на 24,3% ($p < 0,001$) ніж у курей 2-ї групи та на 33% ($p < 0,001$) і на 40,4% ($p < 0,01$) – ніж у курей 3-ї та 4-ї груп відповідно. У курей 2-ї групи, яких утримували за жовтого світла, ЗІ був нижчим на 11,9% ($p < 0,001$) і 21,2% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. Водночас, у курей 3-ї групи, яких утримували за помаранчевого світла, ЗІ був нижчим на 10,6% ($p < 0,001$) порівняно з 4-ю групою, у якій курей утримували за червоного світла. Зниження ЗІ із зменшення довжини хвилі світла свідчить про наявність в організмі курей інтоксикаційного процесу [18; 21].

Індекс імунореактивності (ІПР), який відображає стан основних клітин-продуцентів цитокінів та дисбаланс у цитокіновому профілі, підвищувався із зниженням довжини хвилі світла. У курей 1-ї групи, яких утримували за блакитного світла, ІПР був вищим на 136,5% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 142,0% ($p < 0,001$) і 143,8% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. У курей 2–4 груп, яких утриму-

вали за жовтого, помаранчевого та червоного світла, не виявлено статистичних змін ІПР. Підвищення останнього під час утримання курей за блакитного кольору світла свідчить про декомпенсацію в їх організмі ендогенної інтоксикації [22; 23].

Індекс співвідношення гетерофілів і моноцитів (ІСГМ), який свідчить про співвідношення компонентів мікрофагально-макрофагальної системи, підвищувався із зменшенням довжини хвилі світла. Найвищий ІСГМ спостерігався у курей 1-ї групи, яких утримували за блакитного світла, – на 271,4% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою, та на 548,6% ($p < 0,001$) і 707,9% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю й 4-ю групами відповідно. Водночас кури 2-ї групи, яких утримували за жовтого світла, характеризувались вищим ІСГМ на 74,6% ($p < 0,001$) і 117,5% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. У курей 3-ї групи, яких утримували за помаранчевого світла, ІСГМ був вищим на 24,6% ($p < 0,001$) порівняно з 4-ю групою, у якій курей утримували за червоного світла. Підвищення ІСГМ із зменшенням довжини хвилі світла вказує на підвищення в організмі курей активності гетерофілів у мікрофагально-макрофагальній системі імунної відповіді [17; 24].

Індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів (ІСЛМ) відображає взаємовідношення афекторної й ефекторної ланок імунологічного процесу, підвищувався із зменшенням довжини хвилі світла. У курей 1-ї групи, яких утримували за блакитного світла, ІСЛМ був вищим на 140,7% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою, та на 146,1% ($p < 0,001$) і 148,0% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю й 4-ю групами відповідно. У курей 2–4 груп, яких утримували за жовтого, помаранчевого та червоного світла, статистичних змін ІСЛМ не виявлено. Підвищення ІСЛМ свідчить щодо переважання в організмі курей за впливу блакитного світла ефекторної ланки неспецифічного імунологічного процесу над афекторною [21; 25].

Лімфоцитарний індекс (ЛІ), який відображає взаємовідношення гуморальної та

клітинної ланки імунної системи, знижувався із зменшенням довжини хвилі світла. У курей 1-ї групи, яких утримували за блакитного світла, ЛІ був нижчим на 38,6% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 58,4% ($p < 0,001$) і 67,1% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю й 4-ю групами відповідно. У курей 2-ї групи, яких утримували за жовтого світла, ЛІ був нижчим 32,2% ($p < 0,001$) і 46,5% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. У курей 3-ї групи, яких утримували за помаранчевого світла, ЛІ був нижчим на 21,0% ($p < 0,001$) порівняно з 4-ю групою, в якій курей утримували за червоного світла. Зниження ЛІ із зменшенням довжини хвилі світла свідчить про домінування в організмі курей активації клітинної ланки системи імунітету, а також вказує на активну адаптивну реакцію білої крові та зниження неспецифічного протиінфекційного захисту внаслідок інтоксикації [18; 21].

Індекс співвідношення лімфоцитів і еозинофілів (ІСЛЕ), який відображає співвідношення процесів гіперчутливості негайного і сповільненого типу, підвищувався із зменшенням довжини хвилі світла. У курей 1-ї групи, яких утримували за блакитного світла, ІСЛЕ виявився вищим на 40,8% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 46,1% ($p < 0,001$) і 46,9% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю й 4-ю групами відповідно. У курей 2–4 груп, яких утримували за жовтого, помаранчевого та червоного світла, не виявлено статистичних змін ІСЛЕ. Підвищення останнього за використання блакитного світла відображає переважання в організмі курей реакцій гіперчутливості негайного типу над реакціями уповільненого типу, що свідчить про наростання аутоінтоксикації та порушення імунологічної

реактивності у курей за зменшення довжини хвилі світла [18; 26; 27].

ВИСНОВКИ

Зменшення довжини хвилі світла супроводжувалось підвищенням індексу зсуву лейкоцитів, індексу співвідношення гетерофілів і лейкоцитів, індексу імунореактивності, індексу співвідношення гетерофілів та моноцитів, індексу співвідношення лімфоцитів та моноцитів й індексу співвідношення лімфоцитів і еозинофілів. Це вказує на зсув лейкоцитарної формули вліво, перевагу неспецифічних захисних клітин, що відбувається внаслідок функціонального підвищення проліферативної активності кісткового мозку і виражається у збільшенні кількості гетерофілів, підвищенні їх активності у мікрофагально-макрофагальній системі імунної відповіді та свідчить про наявність в організмі курей високого рівня ендогенної інтоксикації і порушення імунологічної реактивності, а також може інформувати про аутоімунний характер патологічного процесу. Водночас спостерігалось зниження лімфоцитарно-гранулоцитарного індексу, індексу співвідношення лейкоцитів і ШОЕ, загального індексу та лімфоцитарного індексу, що підтверджує зсув лейкоцитарної формули вліво та свідчить про домінування активації клітинної ланки системи імунітету, вказує на активну адаптивну реакцію білої крові та зниження неспецифічного протиінфекційного захисту внаслідок інтоксикації. Одночасне підвищення індексу зсуву лейкоцитів та зниження лімфоцитарно-гранулоцитарного індексу свідчить про розвиток ендогенної інтоксикації у курей і порушення у них імунологічної реактивності внаслідок аутоінтоксикації організму під час деструкції власних клітин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Patel S.J., Patel A.S., Patel M.D. and Patel J.H. Significance of light in poultry production: a review. *Advancements in Life Sciences*. 2016. № 5. P. 1154–1160.
2. Li X. et al. Impacts of colored light-emitting diode illumination on the growth performance and fecal microbiota in goose. *Poultry science*. 2020. Vol. 99 (4). P. 1805–1812. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.034>
3. Yang Y. et al. A new method to manipulate broiler chicken growth and metabolism: Response to mixed LED light system. *Scientific Reports*. 2016. Vol. 6. № 25972. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep25972>
4. Shi H. et al. Effects of LED Light Color and Intensity on Feather Pecking and Fear Responses of Layer Breeders in Natural Mating Colony Cages. *Animals: an open access journal from MDPI*. 2019.

- Vol. 9 (10). P. 814. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani9100814>
5. Yenilmez I F., Saber S.N., Serbester U. and Celik L. Effects of monochromatic light on performance, egg quality, yolk cholesterol and blood biochemical profile of laying hens. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 2021. Vol. 31 (1). P. 46–52. DOI: <https://doi.org/10.36899/JAPS.2021.1.0191>
 6. Svobodova J., Tumova E., Popelarova E. and Chodova D. Effect of light colour on egg production and egg contamination. *Czech Journal of Animal Science*. 2015. Vol. 60. P. 550–556. DOI: <https://doi.org/10.17221/8597-CJAS>
 7. Федоров Б.М. Стресс и система кровообращения. Москва: Медицина, 1990. 318 с.
 8. Селье Г. Очерки об адапционном синдроме. Москва: Медгиз, 1969. 254 с.
 9. Gupta S.K. et al. Influence of stocking density on the performance, carcass characteristics, hemato-biochemical indices of Vanaraja chickens. *Indian Journal of Animal Research*. 2017. № 51 (5). P. 939–943. DOI: <https://doi.org/10.18805/ijar.10989>
 10. Kholodkovskaya V.D. and Barabanov A.L. Using integral hematological indices to assess severity of endogenous toxicosis in chronic dermatoses. *International Scientific and Practical Conference «World Science»*. 2015. № 3 (2). P. 69–72.
 11. Heidt T. et al. Chronic variable stress activates hematopoietic stem cells. *Nature medicine*. 2014. № 20 (7). P. 754–758. DOI: <https://doi.org/10.1038/nm.3589>
 12. Nwaigwe C.U., Ihedioha J.I., Shoyinka S.V. and Nwaigwe C.O. Evaluation of the hematological and clinical biochemical markers of stress in broiler chickens. *Veterinary World*. 2020. № 13 (10). P. 2294–2300. DOI: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.2294-2300>
 13. Разнатовська Є.Н. Інтегральні показники ендогенної інтоксикації у хворих на хіміорезистентний туберкульоз легень. *Актуальні проблеми фармацевтичної та медичної науки та практики*. 2012. № 2 (9). С. 119–120.
 14. Ткаченко Е.А., Дерхо М.А. Лейкоцитарные показатели при экспериментальной интоксикации кадмием у мышей. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2014. № 3. С. 81–83.
 15. Яблунчанский Н.И. Индекс лейкоцитарного сдвига как маркер реактивности организма при остром воспалении. *Лабораторное дело*. 1983. № 1. С. 60–61.
 16. Gao S.Q. et al. Neutrophil-lymphocyte ratio: a controversial marker in predicting Crohn's disease severity. *Journal of Clinical and Experimental Pathology*. 2015. № 8 (11). P. 14779–14785.
 17. Рекалова О.М., Панасюкова О.Р., Коваль Н.Г. Застосування лейкоцитарних індексів при імунологічній оцінці активності запального процесу у хворих на хронічне обструктивне захворювання легень. *Астма та алергія*. 2017. № 1. С. 27–33.
 18. Островська Л.Й., Мошель Т.М., Іваницький І.О. Аналіз показників гемограм у пацієнтів із запальними і запально-дистрофічними змінами тканин пародонта. *Вісник проблем біології і медицини*. 2016. № 1 (126). С. 360–363.
 19. Мустафина Ж.Г., Крамаренко Ю.С., Кобцева В.Ю. Інтегральні гематологічні показники в оцінці імунологічної реактивності організму у больных с офтальмопатологіей. *Клиническая лабораторная диагностика*. 1999. № 5. С. 47–48.
 20. Бондарчук Р.В., Сидорчук Л.П., Сидорчук І.Й. Рівень адаптаційного напруження і клітинна реактивність організму хворих на артеріальну гіпертензію в поєднанні з ішемічною хворобою серця. *Буковинський медичний вісник*. 2016. Т. 20. № 2. С. 16–19. DOI: <https://doi.org/10.24061/2413-0737.XX.2.78.2016.62>
 21. Радзиховський М.Л., Горальський Л.П., Борисевич Б.В., Дишкант О.В. Інтегральні індекси інтоксикації собак за корона вірусного ентериту. *Науковий вісник ветеринарної медицини*. 2018. № 2. С. 13–19. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2018-144-2-13-19>
 22. Шабалов Н.П., Иванов Д.О., Шабалова Н.Н. Генерогенність системного воспалительного ответа при неонатальном сепсисе. *Медицинский академический журнал*. 2001. № 1 (3). С. 81–90.
 23. Хабилов Т.Ш. Уровень реактивного ответа нейтрофилов как показатель степени тяжести эндогенной интоксикации при абдоминальном сепсисе. *Труды IX конгрессу СФУЛТ*. Луганск, 2002. С. 223–226.
 24. Sierzega M. et al. Preoperative Neutrophil-Lymphocyte and Lymphocyte-Monocyte Ratios Reflect Immune Cell Population Rearrangement in Resectable Pancreatic Cancer. *Annals of Surgical Oncology*. 2017. № 24 (3). P. 808–815. DOI: <https://doi.org/10.1245/s10434-016-5634-0>
 25. Дерхо М.А., Самойлова Е.С. Інтегральні індекси інтоксикації як критерій оцінки рівня ендогенної інтоксикації при бабезіозі. *Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана*. 2011. Вып. 207. С. 170–177.
 26. Мазур О.А. та ін. Показники ендогенної інтоксикації у хворих на хронічний гнійний верхньощелепний синусит із цукровим діабетом 1-го типу. *Буковинський медичний вісник*. 2017. Т. 21. № 1 (81). С. 76–80.
 27. Осадча Ю.В. Репродуктивна функція курей за дії технологічного стресора. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 3. С. 127–134. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240332>

REFERENCES

1. Patel, S.J., Patel, A.S., Patel, M.D. & Patel, J.H. (2016). Significance of light in poultry production: a review. *Advancements in Life Sciences*, 5, 1154–1160 [in English].

2. Li, X. et al. (2020). Impacts of colored light-emitting diode illumination on the growth performance and fecal microbiota in goose. *Poultry science*, 99 (4), 1805–1812. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.034> [in English].
3. Yang, Y. et al. (2016). A new method to manipulate broiler chicken growth and metabolism: Response to mixed LED light system. *Scientific Reports*, 6, 25972. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep25972> [in English].
4. Shi, H. et al. (2019). Effects of LED Light Color and Intensity on Feather Pecking and Fear Responses of Layer Breeders in Natural Mating Colony Cages. *Animals: an open access journal from MDPI*, 9 (10), 814. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani9100814> [in English].
5. Yenilmez1, F., Saber, S.N., Serbestler, U. & Celik, L. (2021). Effects of monochromatic light on performance, egg quality, yolk cholesterol and blood biochemical profile of laying hens. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 31 (1), 46–52. DOI: <https://doi.org/10.36899/JAPS.2021.1.0191> [in English].
6. Svobodova, J., Tumova, E., Popelarova, E. & Chodova, D. (2015). Effect of light colour on egg production and egg contamination. *Czech Journal of Animal Science*, 60, 550–556. DOI: <https://doi.org/10.17221/8597-CJAS> [in English].
7. Fedorov, B.M. (1990). *Stress i sistema krovoobrascheniya [Stress and the circulatory system]*. Moskva: Meditsina, 318 [in Russian].
8. Sele, G. (1969). *Ocherki ob adaptatsionnom sindrome [Essays on adaptive syndrome]*. Moskva: Medgiz, 254 [in Russian].
9. Gupta, S.K. et al. (2017). Influence of stocking density on the performance, carcass characteristics, hemato-biochemical indices of Vanaraja chickens. *Indian Journal of Animal Research*, 51 (5), 939–943. DOI: <https://doi.org/10.18805/ijar.10989> [in English].
10. Kholodkovskaya, V.D. & Barabanov, A.L. (2015). Using integral hematological indices to assess severity of endogenous toxicosis in chronic dermatoses. *International Scientific and Practical Conference "World Science"*, 3 (2), 69–72 [in English].
11. Heidt, T. et al. (2014). Chronic variable stress activates hematopoietic stem cells. *Nature medicine*, 20 (7), 754–758. DOI: <https://doi.org/10.1038/nm.3589> [in English].
12. Nwaigwe, C.U., Ihedioha, J.I., Shoyinka, S.V. & Nwaigwe, C.O. (2020). Evaluation of the hematological and clinical biochemical markers of stress in broiler chickens. *Veterinary World*, 13 (10), 2294–2300. DOI: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.2294-2300> [in English].
13. Raznatovska, Ye.N. (2012). Intehralni pokaznyky endohennoi intoksykatsii u khvorykh na khimio rezystentnyi tuberkuloz leheniv [Integral indicators of endogenous intoxication in patients with chemoresistant pulmonary tuberculosis]. *Aktualni problemy farmatsevtichnoi ta medychnoi nauky ta praktyky – Current issues of pharmaceutical and medical science and practice*, 2 (9), 119–120 [in Ukrainian].
14. Tkachenko, E.A. & Derho, M.A. (2014). Leykotsitarnye pokazateli pri eksperimentalnoy intoksykatsii kadmiem u myshyey [Leukocyte parameters in experimental cadmium intoxication in mice]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo univertsiteta – Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, 3, 81–83 [in Russian].
15. Yabluchanskiy, N.I. (1983). Indeks leykotsitarnogo sdviga kak marker reaktivnosti organizma pri ostrom vospalenii [Leukocyte shift index as a marker of the body's reactivity in acute inflammation]. *Laboratornoe delo – Laboratory work*, 1, 60–61 [in Russian].
16. Gao, S.Q. et al. (2015). Neutrophil-lymphocyte ratio: a controversial marker in predicting Crohn's disease severity. *Journal of Clinical and Experimental Pathology*, 8 (11), 14779–14785 [in English].
17. Rekalova, O.M., Panasiukova, O.R. & Koval, N.H. (2017). Zastosuvannia leukotsytarnykh indeksiv pry imunolohichnii otsitsii aktyvnosti zapalnoho protsesu u khvorykh na khronichne obstruktyvne zakhvoriuvannya lehen [The use of leukocyte indices in the immunological assessment of the activity of the inflammatory process in patients with chronic obstructive pulmonary disease]. *Astma ta alerhiia – Asthma and allergies*, 1, 27–33 [in Ukrainian].
18. Ostrovska, L.I., Moshel, T.M. & Ivanytskyi, I.O. (2016). Analiz pokaznykiv hemogram u patsiiientiv iz zapalnymi i zapalno-dystrofikhnymi zminamy tkanyyn parodontu [Analysis of hemogram parameters in patients with inflammatory and inflammatory-dystrophic changes of periodontal tissues]. *Visnyk problem biologii i medytsyny – Bulletin of problems of biology and medicine*, 1 (126), 360–363 [in Ukrainian].
19. Mustafina, Zh.G., Kramarenko, Yu.S. & Kobtseva, V.Yu. (1999). Integralnye gematologicheskie pokazateli v otsenke imunologicheskoy reaktivnosti organizma u bolnykh s oftalmopatologiyey [Integral hematological parameters in the assessment of immunological reactivity of the body in patients with ophthalmopathology]. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika – Clinical laboratory diagnostics*, 5, 47–48 [in Russian].
20. Bondarchuk, I.V., Sidorchuk, L.P. & Sidorchuk, I.Y. (2016). The level of adaptive stress and cellular reactivity of the body of patients with hypertension in combination with coronary heart disease [The level of adaptive stress and cellular reactivity of the body of patients with hypertension in combination with coronary heart disease]. *Bukovynian Medical Bulletin – Bukovynian Medical Bulletin*, 20, 2, 16–19. DOI: <https://doi.org/10.24061/2413-0737.XX.2.78.2016.62> [in Ukrainian].
21. Radzykhovskiy, M.L., Horalskiy, L.P., Borysevych, B.V. & Dyshkant, O.V. (2018). Intehralni indeksy intoksykatsii sobak za korona virusnoho enterytu [Integral indices of intoxication of dogs for crown viral enteritis]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny – Scientific Bulletin of Veterinary Medicine*, 2, 13–19. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2018-144-2-13-19> [in Ukrainian].
22. Shabalov, N.P., Ivanov, D.O. & Shabalova, N.N.

- (2001). Geterogennost sistemnogo vospalitel'nogo otveta pri neonatalnom sepsise [Heterogeneity of the systemic inflammatory response in neonatal sepsis]. *Medit'sinskiy akademicheskii zhurnal – Medical academic journal*, 1 (3), 81–90 [in Russian].
23. Habirov, T.Sh. (2002). Uroven reaktivnogo otveta neytrofilov kak pokazatel stepeni tyazhesti endogennoy intoksikatsii pri abdominalnom sepsise [The level of reactive response of neutrophils as an indicator of the severity of endogenous intoxication in abdominal sepsis]. *Trudi IH kongresu SFULT [Proceedings of the IX Congress SFULT]*. (pp. 223–226). Lugansk [in Russian].
24. Sierzega, M. et al. (2017). Preoperative Neutrophil-Lymphocyte and Lymphocyte-Monocyte Ratios Reflect Immune Cell Population Rearrangement in Resectable Pancreatic Cancer. *Annals of Surgical Oncology*, 24 (3), 808–815. DOI: <https://doi.org/10.1245/s10434-016-5634-0> [in English].
25. Derho, M.A. & Samoylova, E.S. (2011). Integralnyie indeksyi intoksikatsii kak kriteriy otsenki urovnya endogennoy intoksikatsii pri babezioze [Integral indices of intoxication as a criterion for assessing the level of endogenous intoxication in babesiosis]. *Uchenyie zapiski KGAVM im. N.E. Baumana – Scientific notes KGAVM them. N.E. Bauman*, 207, 170–177 [in Russian].
26. Mazur, O.A. et al. (2017). Pokaznyky endohennoi intoksykatsii u khvorykh na khronichnyi hniinyi verkhnochelepnyi synusyt iz tsukrovym diabetom 1-ho typu [Indicators of endogenous intoxication in patients with chronic purulent maxillary sinusitis with type 1 diabetes mellitus]. *Bukovynskiy medychnyi visnyk – Bukovynian Medical Bulletin*, 21, 1 (81), 76–80 [in Ukrainian].
27. Osadcha, Yu. (2021). Reproduktyvna funktsiya kurey za diyi tekhnolohichnoho stresora [Hen reproductive function under the influence of technological stressor]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal*, 3, 127–134. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240332> [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 11.08.2021

СТРАТЕГІЧНІ ПРІОРИТЕТИ ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ ЛІСОВОГО СЕКТОРУ ПОДІЛЬСЬКОГО ЕКОНОМІЧНОГО РЕГІОНУ

О.П. Яремко

*Тернопільське обласне управління лісового і мисливського господарства
(м. Тернопіль, Україна)*

e-mail: OYaremko@i.ua; ORCID: 0000-0003-4619-0527

У статті викладено узагальнені результати досліджень із питань збалансованого розвитку лісового сектору. Обґрунтовано підходи до формування основних пріоритетних заходів в управлінні регіонального лісового комплексу. Проаналізовано ключові складові управління лісогосподарським комплексом. Розглянуто основні компоненти взаємодії економічні, екологічні та соціальні в лісовій галузі. Запропоновано пріоритетні заходи щодо розвитку лісового комплексу регіону для забезпечення збалансованого розвитку. Визначено, що ключовими етапами до ефективних перетворень у лісовій галузі мають бути узгодженість та співпраця між державними й місцевими органами лісового управління, перспектива інвестиційного залучення, екологізація лісогосподарського виробництва, збереження і відновлення лісових насаджень та об'єднання територіальних громад. Доведено, що за формування стратегії повинні враховувати масштаби діяльності, наявні ресурси, попит на свою продукцію, місткість та сегмент ринку, споживачів тощо. Реалізація стратегії має привести до вирішення економічних, соціальних, екологічних аспектів, які стосуються розвитку збалансованості розвитку лісового сектору. Основою розробки стратегій є необхідність переходу регіонального лісокористування від реального вихідного положення до цільового. Тобто це пов'язано із застосуванням стратегічного аналізу з метою визначення положень, таких як: сучасний стан лісового сектору в загальному соціоеколого-економічному просторі країни чи окремої території; зовнішні фактори простору, від яких залежить реалізація потенціалу лісового господарства держави або певної території; пріоритетні напрями збалансованого розвитку країни та лісового комплексу зокрема. Визначено, що для ефективних дій збалансованого розвитку лісового сектору, необхідне державне стимулювання розвитку господарської діяльності у деревообробній галузі з отриманням доданої вартості; впровадження нової системи організації охорони і захисту лісів, попередження незаконних рубок та обігу незаконно заготовленої деревини; збільшення поглинання й утримання вуглецю; адаптація лісів до змін клімату та перехід на наближені до природи методи лісівництва із формуванням лісів природного складу і структури.

Ключові слова: *лісовий комплекс, регіональна політика, лісові ресурси, ліспромисловий комплекс.*

ВСТУП

Лісове господарство є важливою складовою економіки країни та потребує значних площ території країни й істотно залежить від кліматично-ґрунтових умов. У зв'язку з цим ліси розміщені по території країни нерівномірно [1]. Адже лісове господарство є основним пріоритетним елементом національної економіки, по-перше, забезпечує виробників лісорослинною сировиною, по-друге, основою для проведення господарської діяльності суб'єктами

лісогосподарювання, за якого планується створення робочих місць і відповідне виготовлення продукції тощо.

Оскільки Подільський економічний регіон має вигідне економіко-географічне положення, що визначається його розташуванням із промислово розвиненим центральним регіоном та Поліським, Карпатським, Південним економічними регіонами й Республікою Молдовою. Регіон визначається виробництвом товарів народного споживання, вирощуванням продукції сільського господарства, харчової, легкої,

деревообробної, целюлозно-паперової промисловості та будівельних матеріалів. Видову структуру лісів Поділля формують дубово-грабові ліси на півночі та букові ліси в межах регіону. Цей регіон є досить малолісний, але забезпечений сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами для ведення лісового господарства, близько 90% площі дібров державного лісового фонду розташовані на території Поділля. Одним із головних завдань лісівників регіону є вирощування цінних дубових насаджень. Основу лісової та деревообробної промисловості Подільського економічного регіону становлять кінцеві етапи деревообробки, а саме виробництво будівельних деталей, меблі, папір. Удосконалення лісопереробної промисловості в Подільському регіоні є необхідним етапом, передусім, у підвищенні продуктивності лісів та лісогосподарської діяльності. Напрями удосконалення лісової галузі регіону необхідно розглядати в контексті збалансованого розвитку лісокористування [2].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Фахівцями відзначається, що обмежувальними факторами надходження інвестицій у лісову галузь, є, передусім, неформованість вітчизняного фінансового ринку, зокрема, через відсутність можливості портфельного інвестування державних (унітарних) лісогосподарських підприємств. Водночас, власне використовуючи зазначений недолік (державна форма власності), для підвищення інвестиційної привабливості суб'єктів господарювання галузі доцільно якнайшвидше розробити і впровадити механізм державних гарантій для забезпечення захисту прав інвесторів. Окрім того, рівень інвестиційної привабливості державних лісогосподарських підприємств можна підвищити, удосконаливши (впровадивши) систему постійного оновлення лісовпорядних матеріалів, які містять достатньо достовірну інформацію щодо наявності лісових ресурсів певної якості і в певних обсягах по всій території країни [3].

Значний науковий внесок у дослідженні збалансованого розвитку лісового господарства та пріоритетних напрямів у лісокористуванні на регіональному рівні внесли такі вчені, як О. Фурдичко, М. Шершун, О. Дребот, П. Лакида та ін. Новітні підходи в управлінні лісовим господарством на регіональному рівні розглядали Є. Мішенін, Р. Дубас, Я. Ярова та ін. Варто зауважити, що недостатньо розкрито питання щодо стратегічних пріоритетів збалансованого розвитку лісового сектору Подільського економічного регіону, що потребує удосконалення як на державному, так і регіональному рівнях.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У дослідженні використані низка методів, такі як: монографічний, абстрактно-логічний, системно-структурний та графічний методи наукового пізнання.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Сьогодні функціональні стратегії розвитку регіонів нашої країни формуються на підставі державних і регіональних концептів та їх особливостей, необхідних змін сучасної парадигми користування природними ресурсами в лісовому господарстві, умов збалансованого розвитку регіонів і конкретизації пріоритетних напрямів.

Вважаємо, що конкурентна стратегія управління діяльністю підприємств лісового господарства повинна характеризувати набір дій, методів та норм, наявність можливих ресурсів, їх раціональне використання для досягнення поставлених цілей. При цьому наявна стратегія має враховувати і можливість модифікації відповідно до зміни зовнішнього та внутрішнього середовища, бути готовою вчасно адаптуватися до неврахованих майбутніх обставин, взаємопов'язаною з минулими показниками, чинниками, відповідати базовим завданням підприємства тощо [4].

Наведені стратегії розвитку лісового сектору України залежно від доцільності та можливостей лісогосподарських підпри-

Характеристика стратегій розвитку лісового сектору України

Регіони	Стратегія	Значення
ПОДІЛЛЯ		
Вінницька Тернопільська Хмельницька	Стратегія диверсифікації	Використання стратегії полягає в різноманітності, що забезпечується розширенням галузевого діапазону діяльності підприємств
ПОЛІССЯ		
Волинська Рівненська Житомирська	Стратегія інтенсифікації	Зростання рівня прибутковості можна досягти шляхом збільшення обсягів виробництва, що можливо за покращання (модифікації) існуючого товару
Чернігівська	Стратегія стабілізації виробництва	За такої стратегії підтримується існуючий рівень виробництва, а видатки на подальший розвиток є мінімальними
ЛІСОСТЕП		
Київська Полтавська Сумська Харківська Черкаська	Стратегія диверсифікації	Використання стратегії полягає в різноманітності, що забезпечується розширенням галузевого діапазону діяльності підприємств
СТЕП		
Кіровоградська Луганська Одеська Дніпропетровська Запорізька Херсонська Миколаївська	Стратегія інноваційних перетворень виробництва (технологій)	Збільшення прибутку можна досягти за рахунок виробництва наукомісткої продукції інноваційного характеру
КАРПАТИ		
Львівська Закарпатська Івано-Франківська	Стратегія повної спеціалізації. Стратегія обмеженої спеціалізації виробничого процесу	1. Концентрація на виробництві одного найбільш перспективних видів продукції, що забезпечує мінімізацію витрат та утримання позицій лідера 2. Підприємства покращують якість товарів при зменшенні асортименту, що впливає на ріст їх ціни через вищу якість
Чернівецька	Стратегія інтенсифікації	Зростання рівня прибутковості можна досягти шляхом збільшення обсягів виробництва, що можливо за покращання (модифікації) існуючого товару

Примітка: сформовано автором на основі [5–8].

емств, які можна впроваджувати у практичну діяльність (табл.).

Процес формування подальшої конкурентної стратегії діяльності лісгосподарських підприємств повинен враховувати такі показники, як гнучкість виробничої

діяльності та ймовірність її подальшого розвитку. У результаті впровадження такої моделі можуть виникнути ризики невчасного постачання продукції, невідповідності лісопродукції основним технологічним і організаційно-економічним показникам,

оптимального розміру вкладень інвестиційних ресурсів тощо [4].

Для розробки ефективної виробничої стратегії потрібно мати достовірну інформацію про наявний стан ринку, рівень конкуренції на ньому, зміну попиту та пропозиції, чинників, які впливають на ці зміни, переваги й недоліки діяльності досліджуваного підприємства [9].

Доречно відмітити, що для всіх лісогосподарських підприємств обрання однієї стратегії не можливо, необхідно обирати кілька для ефективної та раціональної діяльності підприємств.

Необхідно за формування стратегії враховувати масштаби діяльності, наявні ресурси, попит на свою продукцію, місткість та сегмент ринку, споживачів тощо. Реалізація стратегії має привести до вирішення економічних, соціальних, екологічних аспектів, які стосуються розвитку збалансованості розвитку лісового сектору.

За даними Василика Н.М., до зовнішніх чинників формування стратегій розширення регіонального потенціалу лісового господарства відносяться:

- світові тенденції й міжнародні виклики;
- національні особливості та внутрішні виклики;
- регіональні інтереси і специфіка;
- наукове обґрунтування принципів сталого лісокористування [10].

Основою розробки стратегій є необхідність переходу регіонального лісокористування від реального вихідного положення до цільового. Тобто це пов'язано із застосуванням стратегічного аналізу з метою визначення таких положень, як:

- сучасний стан лісового сектору в загальному соціоеколого-економічному просторі країни чи окремої території;
- зовнішні фактори простору, від яких залежить реалізація потенціалу лісового господарства держави або певної території; пріоритетні напрями збалансованого розвитку країни та лісового комплексу зокрема.

Необхідно звернути увагу та погодитись з твердженнями О. Фурдичка, що до цільових положень стратегічного планування

процесів еколого-економічного розвитку потенціалу лісової галузі на рівні окремих територій належать: створення механізмів розвитку лісокористування, охорона та підвищення їх екологічно-ресурсного потенціалу як необхідної умови формування економічної безпеки; реалізація регіональної екологічної політики та сталого задоволення потреб суспільства у природних ресурсах і послугах лісових екосистем. Це пов'язано з тим, що потенціал лісового господарства, котрий є складовою природно-ресурсного потенціалу території, фактично характеризує асиміляційний потенціал території [11].

Освоєння та відтворення як два основні процеси знаходять своє відображення в різних видах і формах господарської діяльності (лісівництво, лісозаготівля, лісоохорона, збирання недревних ресурсів лісу, лісовпорядкування, рекреаційне лісокористування тощо) відповідно до типу регіону [12].

Насамперед, варто забезпечити екологічно орієнтований напрям ведення лісового господарства та комплексного використання лісових ресурсів, з урахуванням ландшафтних особливостей та перегляд принципів розподілу лісів за екологічним і господарським призначенням. Впровадження лісового сертифікації на території регіону надає змогу оцінити відповідність лісового господарства до міжнародних екологічних, соціальних і економічних вимог.

За даними [13] станом на початок 2021 р., площі лісової сертифікації Подільського регіону збільшуються. Лідером є Тернопільська обл., де вже сертифіковано 147 807,0 га площ лісових ділянок, Хмельницька обл. має 186 482,5 га сертифікованих лісів та Вінницька — 133 870,0 га.

Ключову роль у забезпеченні сталого розвитку лісового господарства відіграє результативний управлінський підхід, що надає рівні умови на кожному етапі лісогосподарського виробництва.

Для забезпечення збалансованого лісокористування, збереження біорізноманіття та застосування нових інноваційних підходів, необхідно виокремити основні напрями

ми сталого розвитку для лісової галузі Подільського економічного регіону. Поетапне застосування ведення практики виконання лісгосподарських робіт підприємствами малого та середнього бізнесу з лісгосподарськими підприємствами забезпечать фінансування та конкурентоспроможність. Також, має бути на меті впровадження сучасних технологій у лісовирощуванні для збільшення видового складу та заліснення площ [14].

Реалізація інвестиційної стратегії розвитку лісового господарства на регіональному рівні вимагає також диверсифікації джерел фінансування конкретних напрямів інноваційної діяльності постійних лісокористувачів. Такими джерелами можуть бути:

- інвестиції у модернізацію, реконструкцію та технічне переоснащення основних лісгосподарських засобів та виробничого устаткування лісопереробних підрозділів державних лісгосподарських підприємств за рахунок чистого прибутку і амортизаційних відрахувань, коштів, акумульованих у результаті спільної діяльності із суб'єктами підприємницької діяльності, а також коштів, залучених у рамках реалізації угод державно-приватного партнерства; збільшення обсягів бюджетного фінансування потреб державних лісгосподарських підприємств через забезпечення цільової прив'язки частини дивідендів, які сплачуються до Державного бюджету України постійними лісокористувачами, до реалізації лісгосподарських та лісоохоронних проєктів;
- фінансові ресурси міжнародних фінансово-кредитних організацій та урядів іноземних держав у рамках виконання багатосторонніх міжнародних угод низьковуглецевого розвитку, зокрема через розширення площі земель лісгосподарського призначення та збереження водно-болотних угідь тощо.

Використання досвіду європейських країн дасть змогу поліпшити стан та якісний склад лісів; посилити їх екологічні функції та підвищити продуктивність; ство-

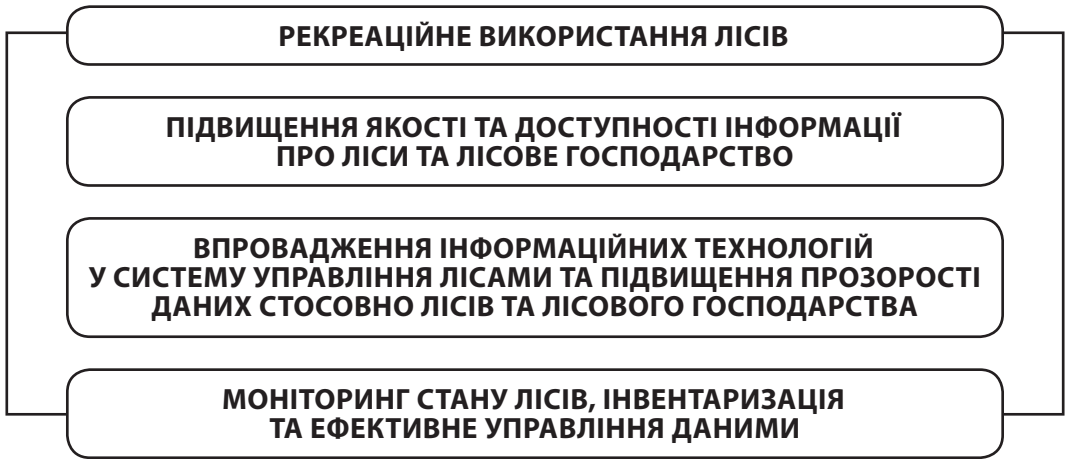
рити умови для досягнення оптимальних показників рівня лісистості; удосконалити законодавство з питань лісового господарства з урахуванням екологічних, соціальних та економічних функцій лісів; запровадити нові природозберігаючі технології проведення лісозаготівель; удосконалити й оптимізувати систему управління лісовим господарством, лісовпорядкування, інвентаризації та моніторингу стану лісів; забезпечити соціальний захист працівників галузі лісового господарства; забезпечити розвиток лісівничої науки та освіти; забезпечити ведення лісового господарства на засадах сталого розвитку тощо [15].

Розглядаючи Проєкт Державної стратегії управління лісами України до 2035 р., розвиток лісового господарства в регіональному аспекті має ґрунтуватись на заходах щодо адаптації лісів до зміни клімату, які мають насамперед, забезпечувати життєздатність та стійкість лісів, зменшення їх вразливості до негативних чинників, особливо варто відмітити наявність ефективної системи моніторингу в Подільському економічному регіоні, для забезпечення визначення потенційних загроз для лісів і лісокористувачів та зменшення економічних збитків. Необхідним є збільшення площ лісовідтворення із урахуванням лісо-рослинних умов [16].

До ефективних дій збалансованого розвитку лісового сектору необхідне державне стимулювання розвитку господарської діяльності у деревообробній галузі з отриманням доданої вартості; впровадження нової системи організації охорони і захисту лісів, попередження незаконних рубок та обігу незаконно заготовленої деревини; збільшення поглинання й утримання вуглецю; адаптація лісів до змін клімату та перехід на наближені до природи методи лісівництва із формуванням лісів природного складу і структури.

Для Подільського економічного регіону варто виокремити основні нагальні дії для підвищення еколого-економічного потенціалу лісового господарства (рис.).

Як зазначає в своїх працях Сахарнацька Л., збільшення показників ефективності



Пріоритетні дії збалансованого розвитку лісового господарства
Подільського економічного регіону

Примітка: розроблено автором.

діяльності господарюючих суб'єктів лісового комплексу залежить від збільшення обсягів виробництва готової продукції, що характеризується високим значенням доданої вартості [17].

Держава, що виступає в ролі власника лісових ресурсів, повинна неодмінно забезпечити ефективний та прозорий контроль за охороною, ефективним використанням та повноцінним відновленням ресурсів лісового комплексу, до того ж, використовуючи для цього ефективні наразі економічні ринкові механізми. До складу механізму впровадження регіональної лісової політики мають входити такі елементи: ефективна взаємодія відповідних структур виконавчої влади щодо визначення та впровадження пріоритетних напрямів розвитку; формування правового забезпечення у вигляді законодавчих актів, рішень Уряду України й інших державних органів управління; постійний контроль за впровадженням регіональної лісової політики. Для збільшення ефективності впровадження лісової політики необхідна активна участь громадськості.

Це зумовлено групою чинників, які формують кращі можливості для відвідування лісів, поступової зміни соціаль-

них цінностей та спрощенням механізмів взаємодії уряду та громадськості. Розвиток таких взаємовідносин неодмінно зумовить до посилення контролю за діяльністю лісового комплексу зі сторони активної громадськості та формуванню більш високих вимог до розробки політики лісових комплексів.

Також, досліджуючи аналітичні матеріали, варто погодитись із баченням Всесвітнього фонду природи WWF-Україна [18], щоб стратегічні напрями були втіленими та ефективними, необхідна низка управлінських та адміністративних цілей, що безпосередньо впливають на економічний регіональний розвиток лісової галузі, зокрема:

- держава має прийняти нові та ефективні управлінські рішення, реформувати лісову галузь і переглянувши їх для досягнення цілей сталого лісового розвитку в регіоні, має бути створена діалогова платформа із залученням всіх ключових зацікавлених сторін для обговорення ключових цілей нової лісової політики, шляхів їх досягнення і управлінської моделі реформованої лісової галузі;
- одними з ключових напрямів реформування має бути розділення контролю-

вальних та господарських повноважень у лісовій галузі для уникнення конфлікту інтересів, а також створення фінансового механізму, який покриватиме потреби лісової галузі, у т.ч. і зокрема, на екологічні і соціальні витрати;

- впровадження регіональної лісової політики та оцінювання результатів її виконання має здійснюватися на основі оцінки індикаторів стану лісів, впливу лісового менеджменту на нього, для цього має бути встановлений сет критеріїв для кожної з цілей лісової політики;
- результати моніторингу індикаторів мають лягти в основу вибору найкращих практик та рішень ідентифікованих проблем;
- положення лісової політики застосовуються до лісів усіх форм власності, з урахуванням відмінностей цілей менеджменту, що можуть стояти в державних, комунальних та приватних лісах;
- держава має гарантувати публічний доступ до інформації про стан лісів, зокрема, щодо стану та динаміки лісу; публічно доступної векторної інформації щодо планів насаджень, меж об'єктів природно-заповідного фонду; лісових карт та лісокористувачів конкретних лісових ділянок тощо;
- держава надає можливість для участі широкого кола зацікавлених сторін при плануванні лісової політики, при прийнятті рішень щодо втілення конкретних кроків, пов'язаних з управлінням лісу та його менеджментом;
- держава забезпечує інтеграцію лісової політики з іншими державними стратегіями.

Природно-кліматичні та еколого-економічні умови Подільського економічного регіону є сприятливими для втілення основних стратегічних напрямів розвитку

збалансованого лісового господарства, дасть змогу поліпшити стан та якісний склад лісів, посилити їх екологічні функції, забезпечить ефективне ведення лісового господарства області на засадах сталого розвитку, допоможе ефективно здійснювати управління землями лісового фонду, забезпечити соціальний захист працівників галузі лісового господарства, а також досягти розвитку рекреаційної та туристичної інфраструктури в лісах регіону. Крім того, це зумовить зменшення загрози деградації земель та збільшення площі лісів за рахунок створення нових лісів і включення до лісового фонду самозаліснених, малопродуктивних і деградованих земель сільськогосподарського призначення [19].

Необхідною умовою є залучення територіальних громад до процесу створення нових лісів та збільшення лісистості територій.

ВИСНОВКИ

Аналізуючи можливості та перспективи збалансованого розвитку лісового сектору Подільського економічного регіону, можна зробити висновок, що ключовими етапами до ефективних перетворень у лісовій галузі мають бути узгодженість та співпраця між державними та місцевими органами лісового управління, перспектива інвестиційного залучення, екологізація лісгосподарського виробництва, збереження та відновлення лісових насаджень та об'єднання територіальних громад. Необхідно розглядати також фінансові спроможності лісгосподарських підприємств регіону і створювати умови для збільшення державного бюджету та підвищення обігу лісгосподарської продукції.

Отже, пріоритетом вдосконалення розвитку є перегляд управлінських дій та рішень у лісовій галузі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кизим М.О., Ярошенко І.В., Хаустова В.Є., Губарева І.О. Формування стратегічних пріоритетів розвитку лісопромислового комплексу України: моногр. Харків: ФОП Лібуркіна Л.М., 2019. 476 с. URL: https://ndc-ipr.org/media/publications/files/Monogr-2019-Lisoprom_kompleks-Kyzym.pdf
2. Подільський економічний регіон: Українські кластери. URL: <https://ucluster.org/universitet/klastery-ukraina/2005-study/podillya-economic-region>.
3. Ярова І.Є. Розвиток еколого-економічних механізмів у системі сталого управління лісгосподар-

- ськими підприємствами. *Механізм регулювання економіки*. 2010. № 4. С. 198–207.
4. Волинець І.Г. Управління виробничою діяльністю підприємств лісового господарства на засадах гнучкості: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04. Луцьк, 2016. 238 с.
 5. Кичко І.І., Гарус Ю.О. Перспективи розвитку лісового господарства України. *Вісник Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського*. 2016. № 11. С. 128 – 132.
 6. Зернюк О.В., Федорова Ю.М. Проблеми управління якістю на підприємстві лісгосподарської галузі. *Вісник Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського*. 2016. № 11. С. 350– 355.
 7. Дребот О.І., Шершун М.Х., Шкуратов О.І. Збалансований розвиток лісового сектору економіки в контексті європейської інтеграції України: моногр. Київ: Аграрна наука, 2014. 317 с.
 8. Яремко О.П. Еколого-економічний аналіз сучасного стану лісового господарства України. *Ефективна економіка*. 2016. № 11. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2016_11_69
 9. Хілуха О.А., Адамюк А.О. Стратегії управління виробничою діяльністю підприємств лісового господарства. *Інноваційний розвиток та безпека підприємства в умовах неойндустриального суспільства: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Луцьк, 31 жовт. 2019 р.)*. Луцьк, 2019. С. 420–423.
 10. Василик Н.М. Комплексне використання лісоресурсного потенціалу регіону: переваги, сучасний стан та перспективи. *АгроСвіт*. 2009. № 23. С. 41–47. URL: http://www.agrosvit.info/pdf/23_2009/11.pdf
 11. Фурдичко О.І. Формування сучасних еколого-економічних відносин у галузі українського лісівництва. *Економіка України*. 2014. № 10. С. 67–78.
 12. Боцула О.І. Стратегічні напрями розвитку еколого-економічного управління лісовим господарством. *Економіка природокористування і сталій розвиток*. Київ: ДУ ІЕПСР НАН України. 2018. № 3–4 (22–23). С. 107–114. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/162399>
 13. Факти та цифри: Forests For All Forever. URL: https://ua.fsc.org/uaua/nasha-diyalnist/facts_and_figures
 14. Яремко О.П. Перспективні напрями щодо управління розвитку лісового господарства Подільського економічного регіону. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 2. С. 52–57. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234455>.
 15. Павліщук О.П., Кравець П.В. Стратегічні пріоритети лісового господарства України в контексті «зеленої» економіки. *Економічний простір*. 2015. № 103. С. 227–238.
 16. Про схвалення Державної стратегії управління лісами України до 2035 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-%D1%80#Text>
 17. Сахарнацька Л.І. Формування організаційно-економічного механізму екологізації лісового комплексу регіону: дис. ... канд. екон. наук. 08.00.05. URL: https://msu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/06/sah_ds.pdf
 18. Якою має бути лісова політика України. Бачення Всесвітнього фонду природи WWF-Україна. URL: <https://wwf.ua/?364682/forest-policy-vision>
 19. Про Програму розвитку лісового господарства Тернопільщини на 2017–2021 роки. URL: <http://surl.li/bjuu>

REFERENCES

1. Kyzym, M.O., Yaroshenko, I.V., Khaustova, V.E. & Gubareva, I.O. (2019). *Formuvannya stratehichnykh priorytetiv rozvytku lisopromyslovoho kompleksu Ukrainy [Formation of strategic priorities of development of the timber industry of Ukraine]*. Kharkiv. URL: https://ndc-ipr.org/media/publications/files/Monogr-2019-Lisoprom_kompleks-Kyzym.pdf [in Ukrainian].
2. Podil's'kyi ekonomichnyy rehion: Ukrayins'ki klasteri [Podolsk economic region: Ukrainian clusters]. (n.d.). URL: <https://ucluster.org/universitet/klasteri-ukraina/2005-study/podillya-economic-region> [in Ukrainian].
3. Yarova, I.Ye. (2010). Rozvytok ekoloho-ekonomichnykh mekhanizmiv u systemi staloho upravlinnya lisohospodars'kymu pidpryyemstvamy [Development of ecological and economic mechanisms in the system of sustainable management of forestry enterprises]. *Mekhanizm rehulivannia ekonomiky – The mechanism of economic regulation*, 4, 198–207 [in Ukrainian].
4. Volynets, I.H. (2016). Upravlinnya vyrobnychoyu diyal'nistyu pidpryyemstv lisovoho hospodarstva na zasadakh hnuchkosti [Management of production activities of forestry enterprises on the basis of flexibility]. *Candidate's thesis*. Lutsk [in Ukrainian].
5. Kychko, I.I. & Harus, Yu.O. (2016). Perspektivyvy rozvytku lisovoho hospodarstva Ukrainy [Prospects for the development of forestry in Ukraine]. *Naukovyi visnyk Mykolajiv'skoho natsionalnoho universytetu imeni V.O. Sukhomlyns'koho – Research Fellow of Mykolajiv University named after V.O. Sukhomlynsky*, 11, 128–132 [in Ukrainian].
6. Zernyuk, O.V. & Fedorova, YU.M. (2016). Problemy upravlinnya yakystyu na pidpryyemstvi lisohospodars'koyi haluzi [Problems of quality management at the enterprise of the forestry industry]. *Visnyk Mykolajiv's'koho natsional'noho universytetu imeni V.O. Sukhomlyns'koho – Research Fellow of Mykolajiv University named after V.O. Sukhomlynsky*, 11, 350– 355 [in Ukrainian].
7. Drebot, O.I., Shershun, M.Kh. & Shkuratov, O.I. (2014). Zbalansovanyj rozvytok lisovoho sektoru ekonomiky konteksti ieropеjs'koi intehratsii Ukrainy [Balanced development of the forest sector of the economy in the context of European integration of Ukraine]. Kyiv [in Ukrainian].
8. Yaremko, O.P. (2016). Ekoloho-ekonomichnyy analiz

- suchasnoho stanu lisovoho hospodarstva Ukrainy [Ecological and economic analysis of the current state of forestry in Ukraine]. *Efektivna ekonomika – Effective economy*, 11. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2016_11_69 [in Ukrainian].
9. Hilukha, O.A. & Adamyuk, A.O. (2019). Stratehiyi upravlinnya vyrobnychoyu diyal'nisty pidpryyemstv lisovoho [Strategies for managing the production activities of forest enterprises]. *Innovatsiynyy rozvytok ta bezpeka pidryemstva v umovakh neoindustrial'noho suspil'stva: materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi [Innovative development and security of enterprise in a neo-industrial society: materials of the international scientific-practical conference]*. (pp. 420–423). Lutsk [in Ukrainian].
 10. Vasylyk, N.M. (2009). Kompleksne vykorystannya lisoresursnoho potentsialu rehionu: perevahy, suchasnyy stan ta perspektyvy [Integrated use of forest resource potential of the region: advantages, current state and prospects]. *AhroSvit – Agrosvit*, 23, 41–47. URL: http://www.agrosvit.info/pdf/23_2009/11.pdf [in Ukrainian].
 11. Furdychko, O.I. (2014). Formuvannya suchasnykh ekoloho-ekonomichnykh vidnosyn u haluzi ukrayins'koho lisivnytstva [Formation of modern ecological and economic relations in the branch of Ukraine's forestry]. *Ekonomika – Economy*, 10, 67–78 [in Ukrainian].
 12. Botsula, O.I. (2018). Stratehichni napryamy rozvytku ekoloho-ekonomichnoho upravlinnya lisovym hospodarstvom [Strategic directions of development of ecological and economic management of forestry]. *Ekonomika pryrodokorystuvannya i stalyy rozvytok – Economics of nature management and sustainable rosettes*, 3–4 (22–23), 107–114. URL: <http://dSPACE.nbuv.gov.ua/handle/123456789/162399> [in Ukrainian].
 13. Facts and figures: Forests For All Forever. URL: https://ua.fsc.org/uaua/nasha-diyalnist/facts_and_figures [in Ukrainian].
 14. Yaremko, O.P. (2021). Perspektyvni napryamy shchodo upravlinnya rozvytku lisovoho hospodarstva Podil's'koho ekonomichnoho rehionu [Perspective directions in the management of forestry development of the Podolsk economic region]. *Ahroekolohichnyy zhurnal – Agroecological Journal*, 2, 52–57 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234455>.
 15. Pavlishchuk, O.P. & Kravets, P.V. (2015). Stratehichni pryorytety lisovoho hospodarstva Ukrainy v konteksti «zelenoyi» ekonomiky [Strategic priorities of forestry of Ukraine in the context of «green» economy]. *Ekonomichnyy prostir – Economic space*, 103, 227–238 [in Ukrainian].
 16. Pro skhvalennya Derzhavnoyi stratehiyi upravlinnya lisamy Ukrainy do 2035 roku [On approval of the State Strategy of Forest Management of Ukraine until 2035]. (n.d.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
 17. Sakharnatska, L.I. (2017). Formuvannya orhanyzatsiyno-ekonomichnoho mekhanizmu ekolohizatsiyi lisovoho kompleksu rehionu [Formation of organizational and economic mechanism of greening of the forest complex of the region]. *Candidate's thesis*. Uzhhorod. URL: https://msu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/06/sah_ds.pdf [in Ukrainian].
 18. Yakoyu maye buty lisova polityka Ukrainy. Bachenya Vsesvitn'oho fondu pryrody WWF-Ukrayina [What should be the forest policy of Ukraine. Vision of the World Wide Fund for Nature WWF-Ukraine]. (n.d.). URL: <https://wwf.ua/?364682/forest-policy-vision> [in Ukrainian].
 19. Pro Prohramu rozvytku lisovoho hospodarstva Ternopil'shchyny na 2017–2021 roky [About the Ternopil Forestry Development Program for 2017–2021]. (n.d.). URL: <http://surl.li/bjyyu> [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 19.09.2021

ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВИТРАТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ВИРОБНИЦТВО ЯГІДНИХ КУЛЬТУР

А. О. Коваль

*Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: koval.andriy.2.0@gmail.com; ORCID: 0000-0002-2539-4945*

У статті описано перспективність розвитку ягідництва в Україні. Порівняно найпоширеніші ягідні культури, які дають більшу швидку окупність усіх своїх капіталовкладень. Подано показники виробничої собівартості вирощених ягідних культур по областях, рівень їх рентабельності виробництва та витрати на виробництво 1 ц ягідних культур. Проведено розширено економіко-статистичний аналіз даних Державної служби статистики України тощо. По Україні загалом загальні витрати щороку зростають у межах 6%, тобто постійно збільшувалися виробничі витрати. Прямі матеріальні витрати (насіння та посадковий матеріал, мінеральні добрива, паливо і мас-тильні матеріали та т.п. витрати) найнижчими були в 2018 р., порівняно з 2017 р. — на 8% та з 2019 р. — на 12%. Витрати на оплату праці на підприємствах, які спеціалізуються на вирощуванні ягідних культур щороку зростали на 2–11%. Інші прямі витрати та загальновиробничі витрати (відрахування на соціальні заходи, амортизація, оплата послуг сторонніх організацій, інші прямі та загальновиробничі витрати) щороку зростали на 3–16% відповідно. Найвища виробнича собівартість ягідних культур у господарствах Вінницької обл., найнижча — у Полтавській. Витрати сільськогосподарських підприємств на виробництво 1 ц ягідних культур у гривнях по господарствах України у 2019 р. найвищі були в Рівненській обл., найнижчі — у Волинській і Сумській. Рівень рентабельності виробництва ягідних культур найвищим по всіх господарствах у 2019 р. був у Миколаївській та Івано-Франківській обл., найнижчий, відповідно, збитковий — у Кіровоградській, Одеській і Полтавській обл.; у фермерських господарствах був найвищий — в Одеській та Житомирській обл., а найнижчий — у Сумській та Київській обл. Собівартість ягідних культур знаходиться в оберненому зв'язку з рівнем рентабельності.

Ключові слова: ягідництво, нішеві культури, виробнича собівартість, витрати, імпорт, експорт, рентабельність.

ВСТУП

Нині світовим трендом здорового способу життя є споживання ягідної продукції. Обсяги виробництва ягід у країнах ЄС та країнах, що є найбільшими постачальниками ринку Європи, щороку зростають у середньому на 6% за останні 5 років. Україна має шанс стати провідним виробником і постачальником продукції традиційних та найбільш затребуваних ягідних культур, таких як полуниця, малина, чорна смородина, агрус, чорниця, ожина. Іншими перспективними експортними напрямками є виробництво органічної ягідної продукції, вирощування нішевих ягідних культур (актинїдії, жимолості, лимонника тощо), а також ягід лінійки superfoods: чорниці,

обліпихи, ожини, лохини, журавлини та чорноплідної горобини.

Ягідництво сьогодні є досить перспективним [1–4], оскільки розвивається завдяки збільшенню світового споживання ягід. При цьому попит наразі перевищує пропозицію. В Україні 90% ягід виробляють дрібні домогосподарства, тому часто одержувана сировина дуже низької якості, з якої складно сформувати відповідну товарну партію. З огляду на це, в найближчій перспективі об'єктивно потрібно орієнтуватися на розвиток у ягідництві крупних спеціалізованих підприємств.

Оскільки розвитку ягідництва приділяється у світі значна увага, то розвиток цієї галузі — назрілий, оптимістичний. Економічні дослідження в галузі вітчиз-

няного ягідництва проводили Л.П. Симиренко, В.Л. Симиренко, П.Г. Шитт, В.В. Юрчишин, Д.Ф. Чухно, О.М. Шестопаль, А.І. Шумейко, О.Ю. Єрмаков, В.А. Рульєв, Г.М. Сатіна, Т.А. Маркіна, Л.А. Костюк, Л.М. Шевчук, І.А. Сало, О.П. Попова та ін.

Метою наших досліджень є формулювання економічних показників витрат сільськогосподарських підприємств на виробництво ягідних культур.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Збільшення обсягів виробництва ягід в Україні з метою зменшення частки імпорту та створення додаткових можливостей для експорту можливе за умови зростання конкурентоспроможності виробництва ягідної продукції та інвестиційної привабливості ягідного бізнесу. Основою конкурентоспроможного функціонування галузі є створення ноу-хау в діяльності підприємств, здатність забезпечити високу ефективність господарювання та набуття конкурентних переваг підприємствами на внутрішньому і зовнішньому ринках за удосконалення механізму державної підтримки галузі.

Поміж усіх багаторічних насаджень ягідні культури порівняно більш швидко можуть забезпечити окупність усіх своїх капіталовкладень. Серед ягідних культур за валовим збором урожаю лідирують: 1) суниця та чорна смородина; 2) чорниця та лохина високоросла; 3) малина. Порічки та агрус у промислових насадженнях зустрічаються рідше і переважно вирощуються на присадибних ділянках.

За даними багатьох вчених, для багаторічних трав'янистих ягідних культур характерний найбагатший вибір виробничих технологій вирощування: 1) на грядках із застосуванням різних видів мульчуючого матеріалу (поліхлорвінілова плівка, агроволокно, кора дерев, солома тощо) з підвищеною щільністю розміщення розсади; 2) класичний рядковий або стрічковий спосіб із застосуванням зеленої розсади або розсади «фріго»; 3) в умовах закритого ґрунту — круглорічні ягоди. Урожайність

18–25 т/га, рівень рентабельності виробництва 180–190%, прибуток з 1 га 35,0–45,0 тис. грн.

Для ягідних чагарників із багаторічною кореневою системою характерні: швидкий вступ у промислове плодоношення; висока врожайність (до 20 т/га); максимальна механізація виробничих процесів; тривалий (8–10 років, винятки: чорниця та лохина високоросла — 40–50 років) термін експлуатації насаджень. Оптимальна щільність садіння 4,0–5,4 тис. шт. на 1 га. При застосуванні 2-ярусної шпалери створюється суцільний плодovий ряд і зменшуються затрати праці за формування, обрізування кущів та зборі врожаю на 20–25%. Вартість створення 1 га такого насадження з проектуванням та улаштуванням краплинного зрошення сягає приблизно 65,0–75,0 тис. грн. Рівень рентабельності майже 110–120%, термін окупності 2–2,5 років.

Як підтверджують дослідження [6–11], економічна ефективність ягідництва залежить від рівня інтенсивності його ведення. Виміром такого рівня цілком можна вважати виробничу собівартість вирощених ягідних культур, рівень їх рентабельності виробництва та витрати (грн) на виробництво 1 ц ягідних культур.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для аналізу ягідної галузі в сільськогосподарських підприємствах різних форм власності нами було використано дані Державної служби статистики України [5] щодо продуктивності насаджень та економічної ефективності виробництва і реалізації ягідної продукції.

Для виконання поставленого завдання використовували такі методи дослідження: економіко-статистичний, математичного моделювання, графічний та розрахунково-конструктивний тощо.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Залежність показників виробничої собівартості вирощених ягідних культур, рівень їх рентабельності виробництва та витрати

(грн) на виробництво 1 ц ягідних культур наведено у *табл. та рис. 1–5*.

За наведеними даними, по Україні загалом у період 2017–2019 рр. загальні витрати щороку зростали в межах 6%, тобто постійно збільшувалися виробничі витрати. Прямі матеріальні витрати (насіння та посадковий матеріал, мінеральні добрива, пальне і мастильні матеріали та т.п. витрати) найнижчими були в 2018 р., порівняно з 2017 р. – на 8% та з 2019 р. – на 12%. Витрати на оплату праці на підприємствах, які спеціалізуються на вирощуванні ягідних культур, цілком очевидно, щороку зростали на 2–11%. Інші прямі витрати та загальновиробничі витрати (відрахування на соціальні заходи, амортизація, оплата послуг сторонніх організацій, інші прямі та загальновиробничі витрати) щороку зростали на 3–16% відповідно.

Найвищі виробничі витрати собівартості ягідних культур були у Вінницькій обл.: усі роки досліджень ці витрати становили 30% від усіх витрат по Україні загалом; найнижчі – у Полтавській і Кіровоградській обл. – 0,3 та 0,6% відповідно. Прямі матеріальні витрати найвищими також були у Вінницькій обл.: усі роки досліджень ці витрати сягали понад 30% від усіх витрат по Україні загалом; а найнижчі були – у Полтавській обл. та становили в середньому за час досліджень 0,2%. Витрати на оплату праці в господарствах, які спеціалізуються на вирощуванні ягідних культур, найвищі за досліджуваний нами період були у Вінницькій обл. – у середньому по Україні на 30% вищі, найнижчі – у Полтавській обл. Загальновиробничі й інші прямі витрати на вирощування ягідних культур найвищими були у Вінницькій обл. – 28% від усього по країні, найменшими – у Полтавській, Кіровоградській та Одеській обл. – по 2% від усього по країні.

Рівень рентабельності виробництва ягідних культур найвищим по всіх господарствах у 2019 р. був у Миколаївській (+120,8%) та Івано-Франківській (+114,6%) обл., найнижчий – у Кіровоградській (-51,6%), Одеській (-44,6%) і Полтавській (-42,0%) обл. Рівень рента-

Виробнича собівартість вироблених ягідних культур, усього, тис. грн

Рік	Витрати, усього	Прямі матеріальні витрати, усього	У тому числі				У тому числі					
			насіння та посадковий матеріал	мінеральні добрива	пальне і мастильні матеріали	решта матеріальних витрат	Прямі витрати на оплату праці	Інші прямі витрати та загальновиробничі витрати, усього	відрахування на соціальні заходи	амортизація	оплата послуг сторонніх організацій	решта інших загальновиробничих витрат
2017	161779,4	64994,6	5989,8	26630,5	10224,8	22149,5	47130,3	49654,5	9660,3	20361,5	7229,3	12403,4
2018	172074,5	59715,0	2353,0	28838,0	11338,8	17185,2	53042,7	59316,8	10846,6	25435,9	10592,2	12442,1
2019	183290,2	67625,8	2519,9	33084,1	12600,9	19420,9	54269,9	61394,5	11113,4	30696,3	8805,3	10779,5

Примітка: * – складено автором за даними статистичних збірників «Сільське господарство України» [5]; ** – дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській обл.

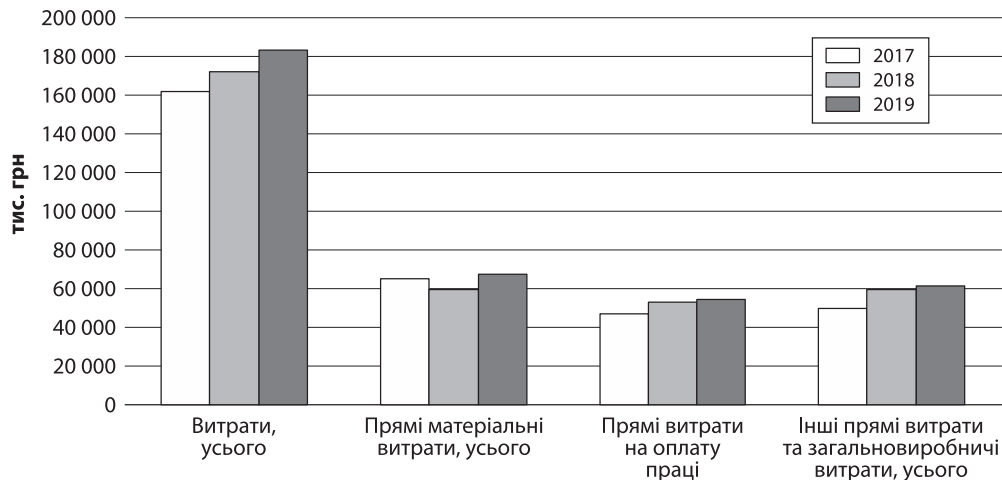


Рис. 1. Виробнича собівартість вирощених ягідних культур в Україні, тис. грн

Примітка: складено за даними статистичних збірників «Сільське господарство України» [5].

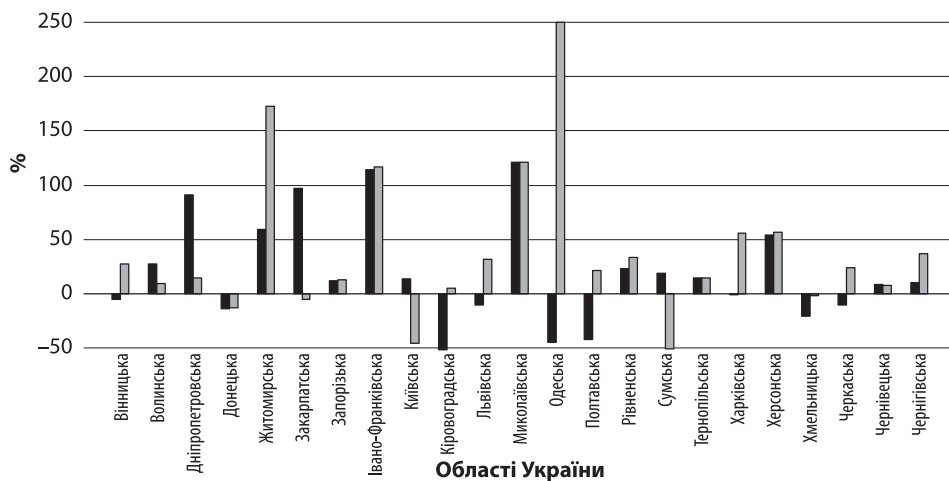


Рис. 2. Рівень рентабельності виробництва ягідних культур у господарствах за регіонами у 2019 р.

Примітка: складено за даними статистичних збірників «Сільське господарство України» [5].

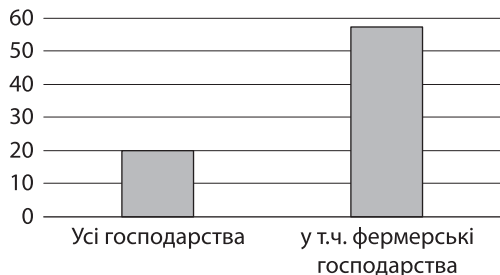


Рис. 3. Рівень рентабельності виробництва ягідних культур у господарствах України у 2019 р.

Примітка: складено за даними статистичних збірників «Сільське господарство України» [5].

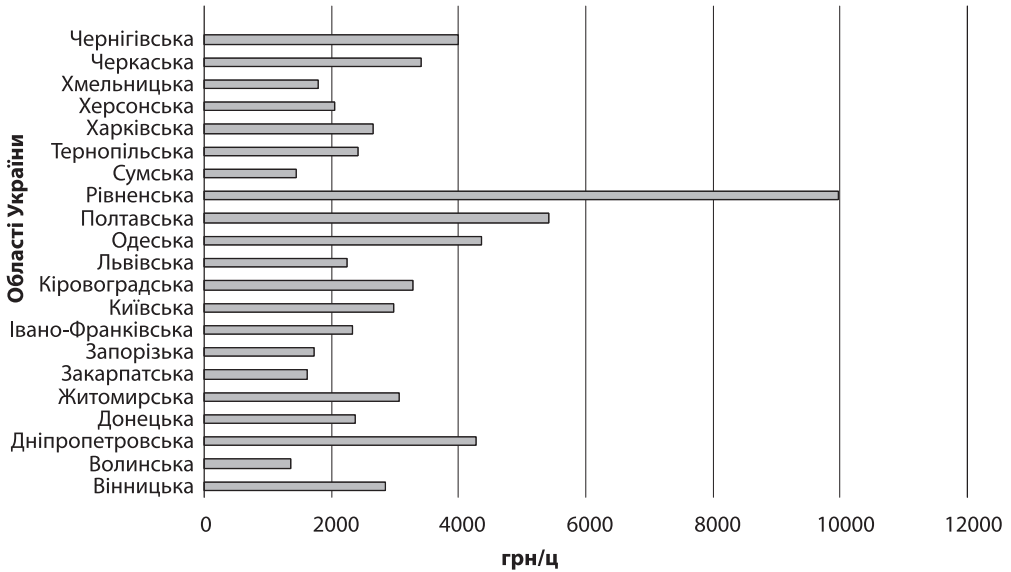


Рис. 4. Витрати підприємств у господарствах України за регіонами у 2019 р. на виробництво 1 ц ягідних культур, грн

Примітка: складено за даними статистичних збірників «Сільське господарство України» [5].

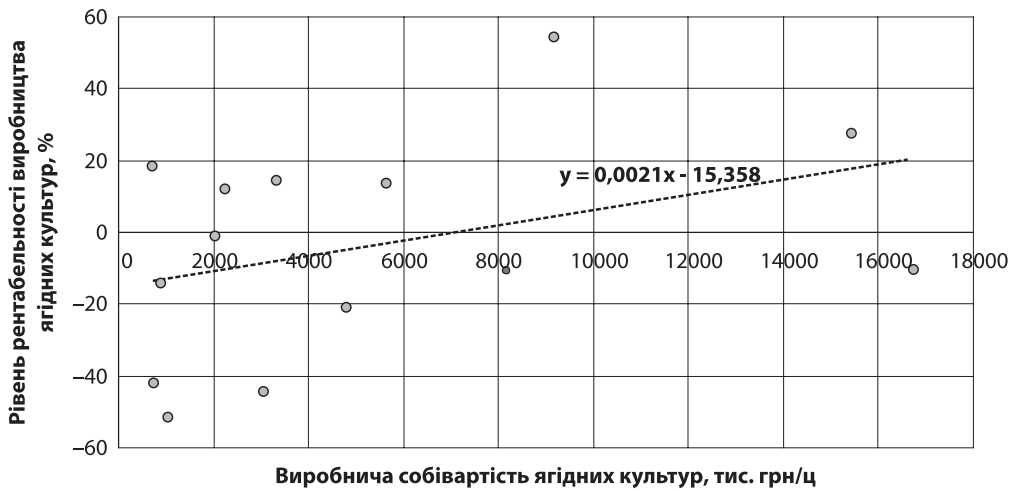


Рис. 5. Залежність рівня рентабельності від собівартості 1 ц ягідних культур у господарствах України у 2019 р., грн

Примітка: складено за даними статистичних збірників «Сільське господарство України» [5].

бельності виробництва ягідних культур у фермерських господарствах України найвищим у 2019 р. був в Одеській (+250,0%) та Житомирській (+172,8%) обл., а най-

нижчий – у Сумській (-50,7%) та Київській (-45,9%) обл. Загалом фермерські господарства порівняно більш рентабельні. Водночас аналогічні офіційні дані по

домогосподарствах у сільській місцевості відсутні.

На рис. 5 побудовано кореляційне поле «рентабельність – собівартість»: собівартість ягідних культур знаходиться в оберненому зв'язку з рівнем рентабельності.

Витрати підприємств на виробництво 1 ц ягідних культур у гривнях по господарствах України у 2019 р. найвищі були в Рівненській обл. – 9966,7 грн/ц, що від середнього по країні показника в 4 рази вище; найнижчі – у Волинській і Сумській обл. – майже вдвічі нижчі порівняно з середнім показником по Україні.

ВИСНОВКИ

Найвища виробнича собівартість ягідних культур у господарствах Вінницької обл., найнижча – у Полтавській обл. Витрати сільськогосподарських підприємств на виробництво 1 ц ягідних культур у гривнях по господарствах України у 2019 р. найвищі були в Рівненській обл., найнижчі –

у Волинській і Сумській. Рівень рентабельності виробництва ягідних культур найвищим по всіх господарствах у 2019 р. був у Миколаївській та Івано-Франківській обл., найнижчий, відповідно, збитковий – у Кіровоградській, Одеській і Полтавській обл.; у фермерських господарствах був найвищий – в Одеській та Житомирській обл., а найнижчий – у Сумській та Київській обл. Разом із тим, якщо мати на увазі абсолютну точність представленої інформації, то дані по деяких областях не оприлюднювалися з метою забезпечення виконання вимог Закону України «Про державну статистику» щодо конфіденційності статистичної інформації. Не враховано також тимчасово окуповані території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській обл. Собівартість ягідних культур знаходиться в оберненому зв'язку з рівнем рентабельності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сало І.А. Розвиток ринку плодів та ягід в Україні. *Економіка АПК*. 2020. № 3. С. 16–23.
2. Сало І.А. Розвиток ринку плодів в Україні: моногр. Київ: ННЦ ІАЕ, 2013. 394 с.
3. Сало І.А., Попова О.П. Сучасний стан галузі рослинництва в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 9. С. 80–87.
4. Кваша С.М. Методологічний базис прийняття суспільних рішень в аграрній політиці. *Економіка АПК*. 2013. № 8. С. 12–21.
5. Статистична інформація Державної служби статистики України. URL: <https://ukrstat.org/uk> (дата звернення: 30.09.2020).
6. Галат Л.М. Експортний потенціал та проблеми розвитку галузі ягідництва України. *Агроевіт*. 2021. № 1–2. С. 46–55.
7. Ринки ягідних культур в Україні та світі. URL: <http://ukrsadprom.org/blog/rynok-yagidnyh-kultur-vukrayini-ta-sviti/> (дата звернення: 29.08.2020).
8. Уланчук В.С., Аніщенко Г.Ю. Споживчий ринок плодючих продукції: стан та перспективи розвитку. *Вісник економічної науки України*. 2011. № 1. С. 56–171.
9. Шестопаль О.М. Відтворення та ефективність продуктивного використання плодівих і ягідних насаджень. Київ: Видавництво «Сільгоспосвіта», 1994. 256 с.
10. Грибинюк О.М., Лисак М.А., Пугачов В.М. Особливості визначення еластичності попиту на плодово-ягідні продукти. *Економіка АПК*. 2018. № 6. С. 52–56.
11. Коваль А.О. Концептуальні засади розвитку сучасного ринку ягідництва в Україні. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 1. С. 114–119. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2020.203939>

REFERENCES

1. Salo, I.A. (2020). Rozvytok rynku plodiv ta yahid v Ukraini [Development of the fruit and berries market in Ukraine]. *Ekononika APK – Economics of AIC*, 3, 16–23 [in Ukrainian].
2. Salo, I.A. (2019). *Rozvytok rynku plodiv v Ukraini: monohrafiia* [Development of the fruit market in Ukraine]. Kyiv: NNTs IAE [in Ukrainian].
3. Salo, I.A. & Popova, O.P. (2019). Suchasnyi stan haluzi roslynnytstva v Ukraini [The current state of the crop industry in Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of agrarian science*, 9, 80–87 [in Ukrainian].
4. Kvascha, S.M. (2013). Metodolohichni bazys priyniattia suspilnykh rishen v ahrarnii politytsi [Methodological basis of acceptance public decisions in agricultural policy]. *Ekononika APK – Economics of AIC*, 8, 12–21 [in Ukrainian].
5. Statystychna informatsiia Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [Statistical information of the State

- Statistics Service of Ukraine]. (n.d.) URL: <https://ukrstat.org/uk> [in Ukrainian].
6. Halat, L.M. (2021). Eksportnyi potentsial ta problemy rozvytku haluzi yahidnytstva Ukrainy [Export potential and problems of development of the berry industry of Ukraine]. *Ahrosvit – Agricultural world*, 1–2, 46–55 [in Ukrainian].
 7. Rynok yahidnykh kultur v Ukraini ta sviti [The market of berry crops in Ukraine and the world]. (n.d.). URL: <http://ukrsadprom.org/blog/rynok-yagidnyh-kultur-vukrayini-ta-sviti> [in Ukrainian].
 8. Ulanchuk, V.S. & Anishchenko, H.Iu. (2011). Spozhyvchy rynek plodoiahidnoi produktsii: stan rista perspektyvy rozvytku [Consumer market of fruit and berry products: state and prospects of development]. *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy – Bulletin of Economic Science of Ukraine*, 1, 56–171 [in Ukrainian].
 9. Shestopal, O.M. (1994). *Vidtvorennia ta efektyvnist produktyvnoho vykorystannia plodovykh i yahidnykh nasadzen [Reproduction and efficiency of productive use fruit and berry plantations]*. Kyiv [in Ukrainian].
 10. Hrybnyiuk, O.M., Lysak, M.A. & Puhachov, V.M. (2018). Osoblyvosti vyznachennia elastychnosti popytu na plodovo-yahidni produkty [Features of determining the elasticity of demand for fruit and berry products]. *Ekonomika APK – Economics of AIC*, 6, 52–56 [in Ukrainian].
 11. Koval, A.O. (2020). Kontseptual'ni zasady rozvytku suchasnoho rynku yahidnytstva v Ukraini [Conceptual development principles berry growing modern market development in Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya – Balanced nature management*, 1, 114–119. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2020.203939> [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 14.10.2021

ВПЛИВ РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ТА ХІМІЧНОЇ МЕЛІОРАЦІЇ НА ФОСФОРНИЙ РЕЖИМ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ

А.І. Павліченко

Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН»
(смт Чабани, Фастівський р-н, Київська обл., Україна)
e-mail: alladvd@ukr.net; ORCID: 0000-0001-6930-2312

Фосфор має надзвичайно велике значення в сільському господарстві. Це пов'язано з тим, що без його участі в рослинному організмі не проходить жодна біохімічна реакція, бо він є складовою молекули АТФ, яка надає енергію. Він являється основним елементом нуклеїнових кислот, фосфоліпідів та інших, бере активну участь у регулюванні ферментативних реакцій, а також входить до складу клітин людини, тварини, рослин і бактерій. Дослідження проводились на базі стаціонарного досліду, який закладений в 1992 р. на сірому лісовому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті, вивчали вплив довготривалої хімічної меліорації і різних систем удобрення (мінеральної, органічної, органо-мінеральної) на трансформацію фосфатного режиму ґрунту на вапнованих і невапнованих фонах. Оптимальне фосфорне живлення сприяє розвитку кореневої системи, що поліпшує забезпечення рослин вологою і поживними елементами, збільшує частину товарної продукції в біологічному врожаї, підвищує вміст крохмалю в картоплі, цукру в коренеплодах, овочах і фруктах, олій в насінні, олійних культур, у прядильних культур збільшує вихід довгого волокна, зростає його міцність. Ось чому управління фосфорним живленням рослин є однією з ключових проблем. Проаналізовано зміни різних форм фосфору (валового, рухомого, водорозчинного) за дією вищевказаних факторів. Для більш об'єктивної оцінки вказаних факторів на фосфатний режим ґрунту поваріантні результати аналізу порівнювались не тільки з абсолютним контролем, але й прив'язувались до вихідного рівня (вік перелогу 28 років), що розташований поряд із дослідним полем. Встановлено, що вміст валового фосфору, який характеризує генетичні особливості ґрунту, практично повністю залежить від загальних запасів гумусу і чітко повторює параметри профільного накопичення вуглецю з урахуванням глибини залегання і потужності гумусованих горизонтів. Немало важливе значення в процесах накопичення валового фосфору має гранулометричний склад, оскільки дефекати досить легко адсорбуються на поверхні ґрунтових структур. Оцінка результатів аналізу свідчить про великий розрив валових форм фосфору і низьку концентрацію його рухомих форм, вміст яких сягає 4,7% від загальних. За нашими даними, водорозчинні солі фосфорної кислоти в сірому лісовому ґрунті загалом знаходяться в дуже невеликих кількостях (0,62 мг/кг у горизонті HE з поступовим зниженням вниз за профілем), що часто стає лімітуючим фактором у фосфорному живленні сільськогосподарських культур. Вапно, зменшуючи активність півтораоксидів послаблює адсорбційні зв'язки фосфору і підвищує відносну кількість фосфатів кальцію. Застосування мінеральних добрив поповнило пул валового фосфору (на 0,08% до контролю), але рухомі форми фосфору (за Кірсановим) збільшились лише на 23 мг/кг, що уступало варіанту тільки з вапнуванням. Загалом ефект вапнування значною мірою збільшує використання фосфатів ґрунту і добрив.

Ключові слова: вапнякові добрива, валовий, рухомий, водорозчинний фосфор, фосфати, гумусованість.

ВСТУП

Значимість фосфору в мінеральному живленні рослин підкреслюють вислови видатних вчених, акад. А.Е. Ферсман, назвав його «елементом життя і думки». Ю. Лі-

біх вважав, що фосфор є ключем життя, а Д. Прянишников відводив йому центральне місце в системі удобрення рослин. Б.С. Носко наголошував, що поряд з азотом другим за важливістю елементом мінерального живлення рослин є фосфор [1]. Це

пов'язано з тим, що без участі фосфору в рослинному організмі не проходить жодна біохімічна реакція, бо він є складовою молекули. АТФ і НДАФ, які надають енергію. Цей елемент являється основним елементом нуклеїнових кислот, фосфоліпідів та інших, бере активну участь у регулюванні ферментативних реакцій. У ґрунтах фосфор міститься в органічній (фітин, фітати, нуклеїнові кислоти, фосфоліпіди, гексозофосфати, гумусові речовини) і мінеральній (аморфні і кристалічні фосфорвмісні мінерали) формах. Мінеральна форма фосфору — це солі ортофосфорної кислоти з кальцієм, магнієм, натрієм, калієм, алюмінієм та іншими катіонами. Хоча їхній вміст не значний, однак вони беруть участь в утворенні багатьох фосфорорганічних сполук, життєво необхідних рослині, мають велике значення в різних процесах обміну речовин. Оптимальне фосфорне живлення сприяє розвитку кореневої системи, що поліпшує забезпечення рослин вологою і поживними елементами. В умовах значного фосфорного дефіциту часто спостерігаються ознаки азотного голодування, що пояснюють зменшення використання азоту для синтезу органічних сполук унаслідок нестачі фосфору.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Однією з найбільш проблематичних є діагностика фосфатного стану ґрунту, оскільки фосфатні йони здатні утворювати різноманітні за міцністю зв'язків сполуки та комплекси, що загалом ускладнює процес їх визначення [2; 3]. Ось чому управління фосфорним живленням рослин є однією з ключових проблем. Тому до цього елемента мінерального живлення необхідно відноситись з особливою увагою і турботою з метою збільшення врожайності сільськогосподарських культур в агроценозах і розширеного відтворення його в ґрунті. Ця проблема посилюється ще й тим, що виробництво фосфорних добрив стримується низьким вмістом цього елемента у земній корі — 0,08–0,12% [4] і незначною кількістю родовищ для його добування.

За сільськогосподарського використання фосфатний режим ґрунтів змінюється залежно від рівня інтенсифікації землеробства, передусім від кількості внесених у ґрунт фосфорних мінеральних (або органічних) добрив. Доведено, що за позитивного балансу фосфору в ґрунтах накопичуються залишкові фосфатні сполуки, які відрізняються від їх природних аналогів і характеризуються вищим ступенем рухомості [5].

Усі сучасні високопродуктивні агрофітоценози залежать від постійного внесення добрив, отримуваних із невідновлюваних фосфоритів — основного джерела фосфору в світі. Однак запаси фосфатів материнських порід виснажуються. Щороку загальна потреба у фосфоритах для виробництва добрив становить близько 15 млн т. Наразі темпи видобутку, за різними оцінками, прогнозують повне виснаження запасів фосфоритів через 50–400 років [6–8].

Тому проблема фосфорного режиму у сірих лісових ґрунтах є актуальною і недостатньо висвітленою у публікаціях.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Основною метою досліджень було оцінювання різних систем удобрення та довготривалої післядії хімічної меліорації на фосфорний режим сірого лісового ґрунту, а також пошук шляхів оптимізації вмісту фосфору в ґрунті з метою отримання найвищої продуктивності сільськогосподарських культур і уникнення забруднення навколишнього середовища під впливом екзогенного надходження добрив.

Спостереження за зміною фосфорного режиму під дією вищевказаних факторів проводили в системі полігонного моніторингу в довготривалому польовому досліді лабораторії агроґрунтознавства та ґрунтової мікробіології ННЦ «Інститут землеробства НААН», який закладений в 1992 р. на території дослідного господарства «Чабани» розташованого в Фастівському р-ні Київської обл.

У досліді вивчалися вплив меліорантів, органічних (сидерати і рослинна побічна

Таблиця 1. Схеми дослідів

Пшениця озима
Без добрив (контроль)
CaCO ₃ (1,0 Hр)
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀ Ca5,7 Mg 4,1 (за ВГС)
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀ + CaCO ₃ (1,0 Hр)
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀ Ca5,7 Mg 4,1 (за ВГС)
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + CaCO ₃ (1,0 Hр)
Сидерат (гірчиця 15 т/га) + CaCO ₃ (1,0 Hр)
Сидерат (гірчиця 15 т/га) + ПП + N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀ Ca _{5,7} Mg _{4,1} (за ВГС) + CaCO ₃ (1,0 Hр)
Сидерат (гірчиця 15 т/га) + ПП + N _{102,8} P _{33,4} K _{44,2} Ca _{11,4} Mg _{8,2} (за ВГС) + CaCO ₃ (1,0 Hр)

продукція) та мінеральних добрив, внесених окремо і в комплексі з органічними добривами і вапном на продуктивність культур і властивості сірого лісового ґрунту. Схеми дослідів наведено у *табл. 1*.

До схеми дослідів введені нові варіанти зі встановленням оптимального рівня удобрення сільськогосподарських культур у сівозміні за їх генотипним співвідношенням (ВГС) за біогенними та лужноземельними елементами (N, P, K, Ca, Mg).

Відомо, що фосфорний режим ґрунту значною мірою залежить від його гранулометричного складу і гумусованості. Тому більш детально зупинимося на цих характеристиках.

Материнська порода досліджуваного ґрунту містить 18,89% найбільш дисперсної фракції (0,0001 мм), що за шкалою М.А. Качинського характерно для легковидних суглинків у цьому типу ґрунту в материнській породі переважає фракція крупного пілу, частка якої сягає 53,55%. Фракційний склад механічних елементів гумусово-аккумулятивного горизонту корелює кількісні показники гранулометрич-

ного складу материнської породи. Сформовані на відповідній за гранулометричним складом материнській породі зберігали адаптивність і для горизонту НЕ. Основною відмінною верхньою і нижньою частинами профілю цих ґрунтів є достовірне збільшення мулу в гумусово-елювіальному горизонті внаслідок акумуляції зольних елементів та колоїдів органічного походження. Тому опосередковано вважати, що частка високодисперсної фази в загальній фракції мулу збільшується в горизонті НЕ. Високий вміст пілу в гумусо-елювіальному горизонті 52,31% (сума середнього і мілкового) і не значний вміст фракції мулу 22,65% зумовлює цілу низку несприятливих фізичних, фізико-хімічних та агрохімічних властивостей досліджуваного ґрунту.

Вміст гумусу і його загальні запаси є інтегрованим показником ґрунтоутворення. Оцінюючи гумусний стан ґрунту, особливо важливо дослідити параметри профільного накопичення вуглецю з урахування глибини залягання і потужності гумусованих горизонтів. Слід зазначити, що сірі лісові ґрунти характеризуються чіткою диференціацією профілю за елювіально-ілювіальним типом і своєрідним гумусонагромадженням у ньому. За нашими даними із узагальнених запасів гумусу (124 т/га), який має досліджуваний ґрунт на цілинній ділянці, 51,6% його міститься у горизонті НЕ; 78,3% у горизонтах НЕ + Іп загальною потужністю 0–56 см. Отже, переважна частина запасів гумусу зосереджено, в основному, у верхньому перегнійному шарі.

Певне уявлення за потенційну родючість досліджуваного ґрунту формується на основі аналізу валових запасів різних форм фосфору, визначення яких має теоретичне і практичне значення для генетичної характеристики та обґрунтування його агрохімічних властивостей. У гумусованому горизонті 30–70% фосфору може бути зв'язано із органічними сполуками, кількість яких залежить від органічної речовини [9].

Важлива роль органічної речовини у регулюванні доступності фосфору в системі

грунт – рослина. Від стійкості органічної речовини до розкладу залежить надходження фосфору у грунт. У сірих лісових ґрунтах до 44% становлять органічні сполуки, а до 2,5% P₂O₅ знаходяться у гумусі та фітатах [10]. Саме у ризосфері знаходиться значна маса коріння і гетеротрофних бактерій, які живуть за рахунок корневих виділень, а також пов'язаних із діяльністю рослин унаслідок процесів біологічного процесу переносу фосфору з нижніх горизонтів.

Як показали дослідження (табл. 2), вміст валового фосфору практично повністю залежить від загальних запасів гумусу. Тіснота кореляційного зв'язку між цими показниками сягає r=0,9 при D=1,00. Вміст валового фосфору в гумусово-елювіальному горизонті (0–29 см) становив 0,130%, а загальні запаси 5,65 т/га, що повністю віддзеркалює вміст та і запаси в ньому гумусу, відповідно, 1,47 та 64,0 т/га.

Не менш важливе значення в процесах накопичення валового фосфору має гранулометричний склад, оскільки фосфати доволі легко адсорбуються на поверхні ґрунтових структур, особливо наявності в ньому мулистої фракції і загалом фракції фізичної глини. За науковими даними, з усього ґрунтового профілю (0–140 см) 50,4% загального фосфору знаходиться у горизонті HE (0–29 см). Загалом, загальні запаси його не високі і сягають 11,2 т/га. Однак за вмістом загального фосфору в ґрунті не можна робити висновок щодо за-

безпеченості його доступними для рослин сполуками фосфору, оскільки основна маса їх міститься у важкорозчинних сполуках недоступних для живлення рослин. Тому в своїх дослідженнях увагу переважно зосереджено на рухомих формах фосфору, які є лімітуючим фактором у формуванні врожайності сільськогосподарських культур.

Надійним показником забезпеченості рослин фосфором є вміст і запаси його рухомих форм. Для визначення рухомих сполук фосфору в ґрунті використано метод Кірсанова, в якому розчинником слугував 0,2 N розчин HCl. Оцінка результатів аналізу свідчить про великий розрив валових форм фосфору і низьку концентрацію його рухомих форм, вміст яких сягає 4,7% від загальних. Це свідчить про те, що фосфорні ґрунтові сполуки слабкорозчинні, мають низьку дисоціацію на іони і, навпаки, високу фіксувальну здатність твердою фазою ґрунту. Вміст рухомих фосфатів віддзеркалює вміст валових форм фосфору, з глибиною їх концентрація також зменшується. Якщо в гумусо-елювіальному горизонті рухомих форм фосфору налічується 90 мг/кг, то в горизонті Ih 67 мг/кг, а в наступних горизонтах їх кількість не змінювалась і є на рівні 54 мг/кг. Загалом, у шарі 0–140 см їх кількість становила 1,3 т/га, що у 8,6 разів менше, ніж валових фосфатів.

Встановлено, що реальна природна забезпеченість досліджуваного ґрунту відпо-

Таблиця 2. Вміст і запаси різних форм фосфору у вихідному (цілинному) сірому лісовому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Водорозчинний P ₂ O ₅ , мг/кг	Рухомий P ₂ O ₅ за Кірсановим		Загальний P ₂ O ₅	
			мг/кг	т/га	%	т/га
HE	0–29	0,67	90,0	0,39	0,130	5,65
Ih	30–56	0,60	67,0	0,26	0,060	2,34
Ihp	57–89	0,55	54,0	0,26	0,028	1,34
Ip	90–120	0,55	54,0	0,24	0,025	1,12
p	121–140	0,55	54,0	0,16	0,025	0,75
Разом				1,31		11,2

відає групі ґрунтів із середньою забезпеченістю живлення рослин цим елементом [11].

Відомо, що живлення рослин здійснюється тільки з ґрунтового розчину. Як відомо, рослини здатні поглинати із ґрунтового розчину навіть за невеликих концентрацій, таких як 0,01–0,02 мл/л P_2O_5 , в якому поживні речовини знаходяться у вигляді катіонів та аніонів, на які дисоціюють солі. Тому для характеристики ґрунту за доступністю рухомих сполук фосфатів (фактор ємності) велике значення має визначення ступеня рухомості фосфатів (фактор інтенсивності). Виділити ґрунтовий розчин дуже складно, і тому для визначення рухомості фосфатів використовують водні витяжки за вузького співвідношення ґрунту до розчину. Відомо, що концентрація фосфору в цих витяжках максимально наближається до концентрації фосфору у ґрунтовому розчині. Дослідження показали (див. *табл. 2*), водорозчинні солі фосфорної кислоти у сірому лісовому ґрунті загалом знаходяться у незначних кількостях (0,67 мг/кг в горизонті НЕ з поступовим зниженням вниз за профілем), що часто стає лімітуючим чинником у фосфорному живленні сільськогосподарських культур.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Оскільки фосфор міститься у всіх вегетативних органах сільськогосподарських культур, а особливо високий його вміст у зерні зернових культур, то він вивозиться з поля і таким чином виснажуються фосфорні запаси ґрунту. Поповнення його в горизонті НЕ внаслідок процесів біологічного переносу з нижніх горизонтів незначне і основним джерелом покращання фосфорного режиму стає використання добрив. Тому дослідження змін фосфору в ґрунті під впливом удобрення має не тільки наукове, а й практичне значення.

Аналіз аналітичних даних (*табл. 3*) свідчить, що за тривалого використання ґрунту без застосування добрив у шарі 0–20 см вміст загального фосфору знизився

на 0,02%, або 0,6 т/га щодо вихідного рівня, а рухомі форми фосфору (за Кірсановим) у цьому шарі ґрунту зменшились на 23 мг/кг ґрунту. Спостерігали деградаційні явища в ґрунті, що погіршують умови фосфорного живлення рослин.

Важливе значення для покращання фосфорного режиму сірих лісових ґрунтів має вапнування. Воно не змінює загального фонду фосфору в ґрунті, проте значно підвищує його рухомість, а значить і завоюваність рослинами. При застосуванні в досліді вапна за (1,0 Нг) вміст валового фосфору залишався на рівні контролю 0,110%, однак спостерігали достовірний ріст рухомого фосфору на 27 мг/кг порівняно з контролем. Помірний ріст і водорозчинних фосфатів (на 0,06 мг/кг). Вапно, зменшуючи активність півтораоксидів послаблює адсорбційні зв'язки фосфору і підвищує відносну кількість фосфатів кальцію. Багато дослідників вважають, що вапнування мобілізує ґрунтові фосфати, чим створюються сприятливі умови для фосфорного живлення рослин [12; 13]. На їхню думку, фосфати алюмінію і заліза переходять у доступніші для рослин фосфати кальцію, усувається антагонізм між фосфором і алюмінієм при надходженні в рослини, посилюється здатність кореневої системи до засвоєння.

Щорічне довготривале застосування мінеральних добрив зумовило до підкислення ґрунту. Прогресуюче підкислення верхнього горизонту сприяло переходу внесених фосфатів у їх важкорозчинні сполуки. Вони стають резервом фосфорного живлення рослин і переходять у ґрунтовий розчин у міру засвоєння рослинами легкозасвоюваних фосфатів. Застосування мінеральних добрив поповнило пул валового фосфору (на 0,08% до контролю), але рухомі форми фосфору (за Кірсановим) збільшилися лише на 23 мг/кг, що уступало варіанту тільки з вапнуванням. Помітне зменшення на цьому варіанті водорозчинного фосфору (на 0,06 мг/кг до контролю).

По-іншому трансформується фосфор із внесених добрив на вапнованому фоні.

Таблиця 3. Вміст різних форм фосфору в сірому лісовому ґрунті за різних систем удобрення та хімічної меліорації (шар 0–20 см)

Варіанти дослідів	Валовий P ₂ O ₅		Рухомий P ₂ O ₅ за Кірсановим		Водорозчинний P ₂ O ₅	
	%	± до контролю	мг/кг	± до контролю	мг/кг	± до контролю
Без добрив (контроль)	0,11		67,0		0,58	
CaCO ₃ (1,0 Hr)	0,11	0,001	94,0	27	0,64	0,06
NPK	0,12	0,008	90,0	23	0,52	-0,06
NPK за ВГС	0,13	0,015	111,0	44	0,59	0,01
NPK + CaCO ₃ (1,0 Hr)	0,11	-0,004	139,0	72	0,62	0,04
NPK за ВГС + CaCO ₃ (1,0 Hr)	0,12	0,014	123,0	56	0,61	0,03
2NPK + CaCO ₃ (1,0 Hr)	0,15	0,036	160,0	93	0,68	0,10
Сидерат + CaCO ₃ (1,0 Hr)	0,12	0,010	107,0	40	0,65	0,07
Сидерат + ПП + NPK за ВГС + CaCO ₃ (1,0 Hr)	0,15	0,041	178,0	111	0,70	0,12
Сидерат + ПП + 2NPK за ВГС + CaCO ₃ (1,0 Hr)	0,22	0,110	185,0	118	0,72	0,14
Вихідний зразок (переліг)	0,13	0,020	90,0	23	0,67	0,09
Середнє	0,10		122,2		0,60	
Sx	0,01		11,7		0,02	
V, %	24,20		31,7		9,20	
S	0,03		38,8		0,06	
НІР ₀₅	0,03		36,9		0,10	

Проведені дослідження засвідчили різкий ріст рухомих форм фосфору (збільшення в 1,5 раза порівняно з невапнованим фоном) і помітне зниження валового фосфору відповідно від 0,118 до 0,106%. На цьому варіанті Нг знизилась до 3,04 мг-екв./100 г ґрунту порівняно з не вапнованим ґрунтом з Нг 3,46 мг-екв./100 г ґрунту. Останнє супроводжується у підвищенні у вапнованому варіанті рухомих фосфатів, зв'язаних з Al³⁺ і Fe³⁺ і недостатнім зв'язуванням фосфору в трикальційфосфат.

Щодо контролю вміст водорозчинного фосфору збільшився на 0,04 мг/кг. Цей ефект вапнування підтверджується і в разі застосування великих доз мінеральних добрив. Систематичне внесення подвійних доз мінеральних добрив на вапнованому фоні

за повною дозою сприяє підвищенню валового фосфору на 36 мг/кг щодо контролю і на 26 мг/кг до вихідного рівня. Крім того, рухомі фосфати збільшились, відповідно, на 23 мг/кг і 70 мг/кг. У цьому випадку, мабуть, підвищені дози азотних добрив сприяють мобілізації ґрунтових сполук фосфору, оскільки з підвищенням їхніх доз коефіцієнт використання фосфору добрив збільшився.

До комплексу добрив, які вносились у досліді за принципом ВГС входить P₂O₅. Це сприяло накопиченню в ґрунті як валового, так і рухомих їх форм, які перевищували рівні контролю і вихідного рівня на не вапнованому і вапнованому фонах (див. *табл. 3*).

Проаналізовано зміни фосфатного фонду ґрунту за систематичного заорювання зеленої маси, сидератів на вапнованому фоні за гідролітичною кислотністю. Ефект від цього агрозаходу полягав у підвищенні валового фосфору на 0,10% щодо контролю, а рухомих форм на 40 мг/кг і, відповідно, до вихідного рівня на 0,10% і 17 мг/кг. Останнє пов'язано з підвищенням гумусованості на цьому варіанті, вміст гумусу на якому зріс на 0,22% до контролю, і на 0,15% до вихідного рівня, а також певною мірою переносом фосфорвмісних сполук кореневою системою з нижніх горизонтів ґрунту. Доречно зауважити, що із застосуванням одних сидератів не можливо створити високі рівні рухомого фосфору в системі ґрунт–рослина, які відповідають рівню забезпечення високих урожаїв, а також розширеного відтворення в ґрунті цього елемента.

У схему введені варіанти сумісного застосування сидератів, побічної рослинної продукції, мінеральних добрив в одинарних та полуторних дозах на фоні вапнування за повною гідролітичною кислотністю. На фоні такого комплексу добрив всі показники фосфорного фонду значно перевищили відповідні дані контролю: валовий вміст фосфору на 36% і 100%, рухомих форм на 165% і 276%. Отже, за такого внесення добрив створюється аерогенний окультурений шар ґрунту з високим і дуже високим вмістом фосфору, що значно підвищує ефективну родючість ґрунту. Добрива на таких фонах фосфору слід застосовувати лише для компенсації його виносу врожаєм сільськогосподарських культур. Встановлено, що оптимальний рівень вміс-

ту рухомих фосфатів у сірих лісових ґрунтах знаходиться в межах 100–150 мг/кг [14–16].

ВИСНОВКИ

Запаси валового фосфору в сірому лісовому ґрунті визначаються їх генетичними особливостями і в ґрунтовому профілі 0–140 см сягають 11,2 т/га, а рухомих фосфатів 1,31 т/га. У горизонті НЕ цілинного ґрунту становить 98 мг/кг (за Кірсановим), що відносить їх до категорії ґрунтів із середнім рівнем забезпеченості цим елементом.

Вміст валового фосфору практично повністю залежить від загальних запасів гумусу. Тіснота кореляційного зв'язку між цими елементами сягає $r=0,9$ при $D=1,00$.

При тривалому використанні ґрунту в сівозміні без застосування добрив вміст загального фосфору в шарі 0–20 см знизився на 0,01% до вихідного рівня, а рухомі форми фосфору на 23 мг/кг ґрунту.

Щорічне довготривале застосування одних мінеральних добрив поповнює пул валового фосфору, але вміст рухомих його форм значно уступає з внесенням їх на фоні вапнування. Загалом, ефект вапнування значною мірою збільшує використання фосфатів ґрунту і добрив.

Для поліпшення дефіцитного балансу фосфору і створення ґрунтів із високим вмістом цього елемента слід широко використовувати на добриво, крім технічних добрив, органічну речовину, що утворюється за рахунок фотосинтезу у вигляді сидератів та рослинних залишків сільськогосподарських культур, за обов'язкового вапнування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Носко Б.С. Фосфор у ґрунтах і землеробстві України. Харків: Бровін О.В., 2017. 474 с.
2. Трускавецький Р.С., Зубковська В.В. Фосфатний фактор інтенсивності та фосфатбуферна ємність — основні інструменти діагностики та оптимізації фосфатного стану ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 10 (787). С. 12–18.
3. Трускавецький Р.С., Цапко Ю.Л. Основи управління родючістю ґрунтів. Харків: ФОП Бровін О.В., 2016. 388 с.
4. Мазур Г.А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів. Київ: Аграрна наука, 2008. 306 с.
5. Носко Б.С. Сучасні проблеми в землеробстві і шляхи їх розв'язання. *Вісник аграрної науки*. 2017. С. 5–12.
6. Balyan H.S., Gahlaut V. and Kumar A. Nitrogen and phosphorus use efficiencies in wheat: physiology, phenotyping, genetics, and breeding. *Plant breeding reviews*. 2016. Vol. 40. P. 167–234.
7. Lun F., Liu J. and Ciais P. Global and regional phosphorus budgets in agricultural systems and their implications for phosphorus-use efficiency. *Earth*

- System Science Data Discuss.* 2017. P. 1–45. DOI: <https://doi.org/doi.org/10.5194/essd-2017-41>
8. Dhillon J., Torres G. and Driver E. World phosphorus use efficiency in cereal crops. *Agr. Journal.* 2017. Vol. 109 (4). P. 1670–1677.
 9. Кононова М.М. Органическое вещество почвы. Москва: Изд-во АН СССР, 1963. 314 с.
 10. Крамарьов С.М. та ін. Зміна вмісту рухомого в генетичних горизонтах чорнозему звичайного на ріллі відносно щільності в умовах Північного Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2014. № 2. С. 7–22.
 11. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення: керівний нормативний документ / за ред. Яцунка І.П., Балюка С.А. Київ, 2019. 108 с.
 12. Авдонин Д.С. Известкование кислых почв. Москва: Колос, 1976. 301 с.
 13. Никитишен В.И., Дмитракова Л.К., Личко В.И. Фосфатный режим серой лесной почвы ополя и эффективность фосфорного удобрения. *Почвоведение.* 2000. № 10. С. 1255–1265.
 14. Никитишен В.И. Агрохимические основы эффективного применения удобрений в интенсивном земледелии. Москва: Наука, 1984. 214 с.
 15. Ткаченко М.А., Павліченко А.І., Кондратюк І.М., Дмитренко О.В. Кислотні властивості сірих лісових ґрунтів залежно від систем удобрення. *Агроекологічний журнал.* 2020. № 2. С. 62–68. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207682>
 16. Дегодюк Е.Г., Літвінова О.А., Ярмоленко Є.В., Дмитренко О.В. Вплив органічних добрив на родючість сірого лісового ґрунту. *Агроекологічний журнал.* 2019. № 2. С. 31–36. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174015>

REFERENCES

1. Nosko, B.S. (1990). *Fosfor u gruntakh i zemlerobstvi Ukrainy [Phosphorus in soils and agriculture of Ukraine]*. Kharkiv: Brovin O.V. [in Ukrainian].
2. Truskavetskiy, R.S. & Zubkovska, V.V. (2018). Fosfatnyy faktor intensyvnosti ta fosfatbuferna yemnist' – osnovniy instrumenty diahnozky ta optymizatsiyi fosfatnoho stanu gruntiv [Phosphate intensity factor and phosphate buffer capacity are the main tools for diagnosing and optimizing the phosphate state of soils]. *Visnyk ahraryoi nauky – Bulletin of Agricultural Science, 10 (787), 12–18* [in Ukrainian].
3. Truskavetskiy, R.S. & Tsapko, Y.L. (2016). *Osnovy upravlinnya rodyuchistyu gruntiv [Fundamentals of soil fertility management]*. Kharkiv: FOP Brovin O.V. [in Ukrainian].
4. Mazur, G.A. (2008). *Vidvorennya i rehulyuvannya rodyuchosti lehkykh gruntiv [Reproduction and regulation of light soil fertility]*. Kyiv: Agrarian Science [in Ukrainian].
5. Nosko, B.S. (2017). Suchasni problemy v zemlerobstvi i shlyakh yikh rozv'yazannya [Modern problems in agriculture and ways to solve them]. *Visnyk ahraryoi nauky – Bulletin of Agricultural Science, 5–12* [in Ukrainian].
6. Balyan, H.S., Gahlaut, V. & Kumar, A. (2016). Nitrogen and phosphorus use efficiencies in wheat: physiology, phenotyping, genetics, and breeding. *Plant breeding reviews, 40, 167–234* [in English].
7. Lun, F., Liu, J. & Ciais, P. (2017). Global and regional phosphorus budgets in agricultural systems and their implications for phosphorus-use efficiency. *Earth System Science Data Discuss, 1–45*. DOI: <https://doi.org/doi.org/10.5194/essd-2017-41> [in English].
8. Dhillon, J., Torres, G. & Driver, E. (2017). World phosphorus use efficiency in cereal crops. *Agr. Journal, 109 (4), 1670–1677* [in English].
9. Kononova, M.M. (1963). *Organicheskoye veshchestvo pochvy [Soil organic matter]*. Moscow [in Russian].
10. Kramarov, S.M. (2014). Zmina vmistu rukhomoho v henetychnykh horizontakh chornozemu zvychnoho na rilii vidnosno tsilyny v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy [Changes in the content of mobile chernozem in the genetic horizons of arable land relative to virgin land in the Northern Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltava's'koyi derzhavnoyi ahraryoi akademiyi – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy, 2, 7–22* [in Ukrainian].
11. Yatsuk, I.P. & Balyuk, S.A. (Eds.). (2019). *Metodyka provedennya ahrokhimichnoyi pasportyzatsiyi zemel' sil's'kohospodars'koho pryznachennya: kerivnyy normatyvnyy dokument [Methods of agrochemical certification of agricultural lands: a guiding normative document]*. Kyiv [in Ukrainian].
12. Avdonin, D.S. (1976). *Izvestkovaniye kislykh pochv [Liming of acidic soils]*. Moscow: Kolos [in Russian].
13. Nikitishen, V.I., Dmitrakova, L.K. & Lichko, V.I. (2000). Fosfatnyy rezhim seroy lesnoy pochvy opolya i effektivnost' fosforogo udobreniya [Phosphate regime of the gray forest soil of the opolye and the efficiency of phosphate fertilizer]. *Pochvovedeniye – Soil science, 10, 1255–1265* [in Russian].
14. Nikitishen, V.I. (1984). *Agrokhimicheskiye osnovy effektivnogo primeneniya udobreniy v intensivnom zemledelii [Agrochemical foundations for the effective use of fertilizers in intensive farming]*. Moscow: Nauka [in Russian].
15. Tkachenko, M., Pavlichenko, A., Kondratyuk, I. & Dmytrenko, O. (2020). Kyslotni vlastyivosti sirykh lisovykh gruntiv zalezno vid system udobrennya [Acid properties of gray forest soils depending on fertilization systems and long-term consequences of chemical amelioration]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal, 2, 62–68*. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207682> [in Ukrainian].
16. Dehodiuk, E.H., Litvinova, O.A., Yarmolenko, Ye.V. & Dmytrenko, O.V. (2019). Vplyv orhanichnykh dobriv na rodychist siroho lisovoho gruntu [Influence of organic fertilizers on the fertility of gray forest soil]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal, 2, 31–36*. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174015> [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 10.10.2021

НОВИНИ

17 грудня 2021 року
в Інституті агроєкології і природокористування НААН
відбувся круглий стіл пам'яті видатного вченого-вірусолога
БОЙКА АНАТОЛІЯ ЛЕОНІДОВИЧА —
«СЕРЦЕ ВІДДАЮ ЛЮДЯМ ТА НАУЦІ»

Анатолій Леонідович БОЙКО — все-світньовідомий вчений-вірусолог, академік Національної академії аграрних наук України, Академії наук Вищої школи України, професор, доктор біологічних наук.

Академік А.Л. БОЙКО збагатив світову біологічну науку працями першочергового значення: розробив новітні біотехнології оздоровлення та профілактики від вірусів для понад 500 сортів сільськогосподарських культур, виявив ряд нових вірусів та штамів вірусів хмелю, соняшнику, цукрового буряку, пшениці; вивчав спектр бактеріофагів та вірусів водної екосистеми тощо. Самостійно та у співавторстві опублікував понад 550 наукових праць, з-поміж яких монографії, підручники, брошури, авторські свідоцтва, патенти на винаходи та свідоцтва на нові сорти рослин.

Анатолій Леонідович — блискучий педагог з яскравим талантом лектора, який упродовж багатьох років на високому професійному рівні викладав загальний курс вірусології й екології студентам та аспірантам. Він є фундатором першої української наукової школи вірусологів та біотехнологів рослин, що досягла світового визнання, а учні цієї школи високо цінуються у багатьох країнах світу (США, Франція, В'єтнам, Китай та ін.). Серед його учнів 63 кандидати та 5 докторів наук, сотні спеціалістів і магістрів-вірусологів.

А.Л. БОЙКО — засновник лабораторії екології вірусів та «Центру контролю за фітовірусними інфекціями» Інституту агроєкології та біотехнології УААН (1994 р.). Науковий керівник основних напрямів із питань вірусології, екології і біотехнології вірусів в аграрній, біологічній науці, пра-



цював консультантом і лектором у різних наукових центрах та на міжнародних конференціях України, Російської Федерації, США, Польщі, Словаччини, Угорщини, В'єтнаму, Бельгії, Шотландії та інших країн.

Анатолія Леонідовича нагороджено медалями: «В пам'ять 1500-леття Києва», «Ветеран труда», «За трудовую доблесть», бронзовою медаллю ВДНГ СРСР, срібною й бронзовими медалями ВДНГ УРСР, почесними грамотами Президії АН УРСР, УААН, Міністерства освіти і науки України. У 2004 р. А.Л. Бойко удостоєно почесним званням «Заслужений діяч науки і техніки України» та нагороджено «Орден князя Ярослава Мудрого». У 2005 р. за цикл наукових праць «Моніторинг ві-

русних інфекцій: діагностика, профілактика» Анатолію Леонідовичу присуджено Державну премію України в галузі науки і техніки.

У роботі круглого столу «СЕРЦЕ ВІДДАЮ ЛЮДЯМ ТА НАУЦІ» брали участь вірні друзі, колеги, рідні, вдячні учні. Серед яких академіки НАН України: ДРЕБОТ Оксана Іванівна, ФУРДИЧКО Орест Іванович, ПАТИКА Володимир Пилипович, ГУДКОВ Ігор Миколайович, ТАРАРІКО Олександр Григорович, ВОЛКОГОН Віталій Васильович, МУСІЄНКО Микола Миколайович; член-кореспонденти НААН: ЯНСЕ Лілія Амінівна, ДЕМ'ЯНЮК Олена Сергіївна, ПАТИКА Микола Володимирович. Від Національної академії наук України: член-кореспондент НАН України, д. б. н., проф. ЗАІМЕНКО Наталія Василівна; д. с.-г. н. ЛАНДІН Володимир Петрович. Від Академії наук вищої школи України: д. б. н., проф. МАКАРЧУК Микола Юхимович. Від провідних університетів: д. б. н., проф. БУДЗАНІВСЬКА Ірина Геннадіївна; д. б. н., проф. МІЩЕНКО Лідія Трохимівна, д. б. н., проф. СЕРЕБРЯКОВ Валентин Валентинович; д. с.-г. н., проф. РОМАНЧУК Людмила Донатівна, д. б. н. ПИДА Світлана Василівна, д. с.-г. н., проф. ДУБОВИЙ Володимир Іванович, д. б. н., проф. ПАРФЕНЮК Алла Іванівна, к. б. н., директор Біосферного заповідника «Асканія-Нова» ГАВРИЛЕНКО Віктор Семенович, д. с.-г. н., доц. БОРОДАЙ Віра Віталіївна та багато інших.

Академік НААН ФУРДИЧКО Орест Іванович поділився власними спогадами про Анатолія Леонідовича Бойка як визначальну постать у розвитку та становленні Інституту агроекології і природокористування НААН.

Володимир Пилипович ПАТИКА розповів про аспірантські роки, закордонні відрадженья свого товариша та друга академіка БОЙКА Анатолія Леонідовича.

Академік ГУДКОВ Ігор Миколайович зупинився у своїх розповідях на основних рисах характеру: чесність, чуйність, людя-

ність та велику силу духу Анатолія Леонідовича.

ГАВРИЛЕНКО Віктор Семенович розповів про своє знайомство з академіком Бойком А.Л. Він доповів, що при сприянні Анатолія Леонідовича були започатковані наукові тематики, які пов'язані з вірусами заповідника «Асканія-Нова».

БУДЗАНІВСЬКА Ірина Геннадіївна зазначила внесок академіка Бойка А.Л. у формування і розвиток вірусологічної науки в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка, як колиски школи вірусології України.

БОЙКО Ольга та онучка БОЙКО Анастасія поділилися спогадами про дитячі роки, життєвий і науковий шлях та сімейні цінності у родині академіка БОЙКА А.Л.

ПАРФЕНЮК Алла Іванівна розповіла про перше знайомство з Анатолієм Леонідовичем Бойком ще в часи своєї юності. Якось на вступному іспиті з екології він мені сказав: «кожна молода людина, яка прагне вчитись, має золоте зерно, а наша мета те зерно знайти і розмножити...». Анатолій Леонідович до останнього подиху гідно це робив. Анатолій Леонідович мав красиву, романтичну душу.

Учні Анатолія Леонідовича поділилися власними спогадами про геніального вчителя і наставника.

Завершився Круглий стіл повчальними словами академіка **Анатолія Леонідовича БОЙКА** — людини з великим серцем і живим розумом.

МІСЦЕ ПРОВЕДЕННЯ:

вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143

ІНСТИТУТ АГРОЕКОЛОГІЇ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ
АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

Для довідок:

т. (044) 522-67-55;

www.agroeco.org.ua;

agroecologynaan@gmail.com

Повідомлення надійшло до редакції журналу 18.12.2021

ABSTRACT

Furdychko O.¹, Nagorniuk O.¹, Palapa N.¹, Tarasenko G.², Shcherbliuk A.¹ Increasing the ecological culture of the rural population of Ukraine in conditions of decentralization of power. *Agroecological journal*. 2021. No. 4. P. 6–11.

¹ *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

² *Vinnitsia Academy of Continuing Education*
e-mail: onagornuk@ukr.net

The village and its nature is the cradle of mankind, maternal comfort, breadwinner, teacher, peace of mind. The article analyzes the current state of the level of ecological culture of the rural population in the conditions of decentralization of power as a factor of balanced development of rural areas. It is emphasized that man, first of all as a biological being, must be aware that the environment is his home, the main means of subsistence. At the same time, awareness of the importance of the quality of human life and well-being should be nurtured from early childhood. We can now call the current state of the vast majority of rural areas in Ukraine shameful. All the negative changes of the twentieth century are now gaining momentum in Ukraine. Therefore, the preservation of the environment as a human habitat depends on the quality of education and the pace of formation of the level of environmental awareness and culture in children and youth, their understanding of the fact that they will live tomorrow on planet Earth. On the basis of the analysis of scientific sources the theoretical bases of ecological and social aspects of development of rural territories are considered, the foreign experience of their development is generalized, the tendencies of development of rural territories of Ukraine are outlined. The probability and validity of the obtained results is due to the use of general scientific and special statistical methods. Formation of ecological consciousness is a complex and long-term process. Since ecological consciousness has a corresponding direction, namely: the formation of intellectual and volitional abilities, it from an early age reflects the child's attitude to his life and the environment. Ecological consciousness as a component of mental activity determines the behavior of the individual and that is why it is so important to form it from the period called in the Ukrainian Concept of ecological education «mother school». Today, much attention is paid to the study of the experience of legislative support for local government reform and territorial organization of power of those countries that are political, economic, legal, geographical, demographic, social, cultural and other conditions close to Ukrainian realities. Along with this, the practice of European countries with traditional decentralized

systems of balanced rural development deserves special attention. Decentralization has led to complex multilevel governance. Implementing decentralization is a difficult task. Such complex reforms are carried out when there is a clear motivation for them. And it is the high degree of political motivation that is the most important factor in the success of such reforms in Ukraine.

Key words: biogeocenosis, ecosystems, rural territories, balanced development, European integration, environmental education and upbringing, ecological consciousness, ecological safety.

Mudrak O.¹, Ganchuk M.², Mudrak H.³, Shevchenko I.¹, Zinovchuk N.⁴, Hayetsky G.¹ Balance of the territorial organization of agricultural landscapes of the eastern division: scientific-methodical and practical approaches. *Agroecological journal*. 2021. No. 4. P. 12–19.

¹ *Vinnitsia Academy of Continuing Education*

² *Dmytro Motornyi Tavriya State Agrotechnological University*

³ *Vinnitsia National Agrarian University*

⁴ *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

e-mail: ov_mudrak@ukr.net

«Sustainable Development Strategy of Ukraine until 2030» provides for the introduction of effective and scientifically sound methods of agricultural production, which would contribute to the preservation of agro-ecosystems, increase their adaptive capacity to withstand climate change (adverse weather events, droughts, floods), improve environmental lands and soils. However, without the balance of the territorial organization of the state of agricultural landscapes it is impossible to achieve this goal. We analyzed the balance of the territorial organization of modern agricultural landscapes of Eastern Podillya, which is 4.4% of the total area of Ukraine, where the share of the region in total agricultural production is 12.3%. Currently, the main destabilizing factors of agricultural land in the structure of agricultural landscapes of Eastern Podillya are: high plowing of agricultural land (average in the region is 75.2%), low level of humus in soils (2.7%), insufficient levels of nutrients (nitrogen 82.0 mg/kg, phosphorus 83.5 mg/kg, potassium 109.9 mg/kg), practically no crop rotations (53% are occupied by cereals and legumes, 32% by industrial crops, 8% by potatoes and vegetables). According to our calculations, it has been established that part of the land of district communities belongs to the ecologically unstable or stably unstable category of land. The lowest level of environmental stability is ob-

served in the central and south-eastern communities. For further balanced development of agrolandscapes of the East Podolsk region, scientific-theoretical and practical approaches to the functioning of agroecosystems are substantiated and a set of measures to comply with the environmentally friendly state of agricultural land use is proposed. The priority areas of balancing the territorial organization of agro-landscapes of the region and improving their ecological condition are measures of regulatory, institutional, technical and economic and organizational and land management. Observance of these measures will provide an opportunity to use significant reserves to increase agricultural production, ensure significant «rehabilitation» of agricultural landscapes and improve the living conditions of the rural population.

Key words: balance of territory, agrolandscape, agricultural lands, sustainable development, rational land use.

Dankevych S. Functioning of the financial and economic mechanism of balanced forest land use. *Agroecological journal*. 2021. No. 4. P. 20–30.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: spalianychko@ukr.net

Scientific and theoretical preconditions for the functioning of the financial and economic mechanism of sustainable use of forest lands were studied through the analysis of ecological and economic aspects of individual factors in accordance with the expected state of forest ecosystems due to forest land use. The study is based on the reports of the State Agency of Forest Resources of Ukraine for 2016–2020, official data of the Forest Stewardship Council®. The influence of reforestation on the level of forest certification in Ukraine is studied; the correlation dependence of capital investments on the state of forest certification is estimated. An assessment of possible trends in the dynamics of forest land use capital investment for the future, free from the impact of individual characteristics of certain periods (under current conditions of forestry and forest certification), as well as an assessment of possible trends taking into account the impact of optimal forestry and forest certification in full. The author's approach to theoretical and methodological approaches and methodological provisions for the formation of the algorithm for implementing the financial and economic mechanism of sustainable use of forest lands, the resulting impact of which is aimed at harmonizing environmental, economic and social components. Theoretical approaches to the formation of a system of principles of sustainable forestry, which allow to reconcile the diverse interests of producers with environmental and socio-economic demands of society; theoretical approaches to organizational and economic management of forestry lands, which are characterized by integrated use of an integrated system of financial and economic mechanisms to achieve

balanced use of forestry lands. It is substantiated that the functioning of the financial and economic mechanism will ensure the greening of economic activity in forestry lands, increase economic and social effectiveness of forestry land use, consolidation of management aspects around strategic objectives and priorities set by the Basic Principles of State Environmental Policy for Ukraine up to 2030.

Key words: forest lands, tools, forest certification, forestry, capital investments.

Tymochko I. Peculiarities of distribution of nectariferous and pollinating plants in forest plantations of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Agroecological journal*. 2021. No. 4. P. 31–36.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: i.tymochko@gmail.com

Artificial and natural forest plantations, in addition to important functions for the preservation of the environment, are essential as objects for obtaining certain types of raw materials from plants common in their composition. The participation of nectar-bearing and pollen-bearing plants in forest groups from the main list of tree and shrub species as sources of raw materials for apiculture was analyzed. For this purpose, forest management materials of the North-Eastern Forest-Steppe were used (the total area of forest plantations is 336110.3 ha). The main species are *Tilia cordata*, *Robinia pseudoacacia*, which are able to provide the main productive honey harvest, in addition to them in the plantations there is a significant group of other species (*Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Betula pendula*, *Acer platanoides*, *Populus tremula*, etc.), which can be sources of supporting honey harvest. Of the 38 forest types identified in the study area, fresh maple-linden oak wood predominates (183442.0 ha, 54.58%), slightly smaller areas are occupied by fresh oak-pine subir (47040.9 ha, 14.00%) and linden-oak-pine sugrud (33999.3 ha, 10.12%), as well as dry maple-linden oak wood (28697.7 ha, 8.54%), which together make up more than 85% of the forested area. These types of forests are the richest in raw plants for apiculture. Thus, of the species composition of forest-forming species, which includes 60 species of trees and shrubs, the main species are *Quercus robur* (190153.9 ha, 56.58%) and *Fraxinus excelsior* (20318.5 ha, 6.05%), which these are raw plants. In addition, it should be noted that other woody, shrubby and herbaceous plant species, which are a valuable source of nectar and pollen, also play a significant role in the above forest groups, which do not take into account the phytodiversity of field protective forest belts of this territory. Thus, the studied forest plantations of this area can be considered as promising lands for apiculture, which have a seasonal maintenance and local main raw material collection for bees.

Key words: raw plants for apiculture, forest-forming species.

Khodyn O.¹, Chornobrov O.² Ecological assessment of dead wood volume in hornbeam-oak forest in «Medobory» Nature Reserve. Agroecological journal. 2021. No. 4. P. 37–46.

¹ Medobory Nature Reserve

² Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: oleksandr.chornobrov@ukr.net

The volume of coarse woody detritus in the 139-year-old hornbeam-oak forest stand of natural origin on the territory of the «Medobory» Nature Reserve have been studied. The study of dead wood was carried out on a sample plot (0.24 ha) by the method of continuous accounting. It was found that the volume of woody detritus in the forest ecosystem is 108.8 m³·ha⁻¹ and consists of fallen (32.1%) and standing (67.9%) deadwood. The main part of the dead wood volume is formed by two tree species — common oak (*Quercus robur* L.) (49.1%) and wychelm (*Ulmus glabra* Huds.) (48.4%). In general, woody detritus is characterized by I–V classes of decomposition, while detritus of decomposition stage II prevails (40.9%), shares of other stages are slightly smaller: I (27.8%), III (18.6%) and IV (11.1%). The share of detritus of the last (V) decomposition stage is insignificant (1.6%). The volume of standing dead wood is 73.9 m³·ha⁻¹ and is formed by whole and broken dead trees. In terms of tree species composition, common oak has a significant advantage (65.4%), wychelm has a much smaller share (33.7%), and the share of hornbeam (*Carpinus betulus* L.) and small-leaved linden is insignificant (*Tilia cordata* Mill) (less than 1.0%). In the total standing dead wood volume, wood of decomposition stage II significantly predominates (43.6 m³·ha⁻¹, 59.0%), compared with stage I (30.3 m³·ha⁻¹, 41.0%). Volume of fallen dead wood is 35.0 m³·ha⁻¹ and is formed by whole fallen trees, fragments of felled trees (trunks) and rough branches. In terms of species composition, woody detritus of which elm predominates (27.8 m³·ha⁻¹, 79.7%), much less common oak wood (5.1 m³·ha⁻¹, 14.6%) and common hornbeam (2.0 m³·ha⁻¹, 5.7%). Fallen dead wood is represented by four stages of decomposition (II–V). In terms of volume, decomposition stage III has an absolute advantage (20.2 m³·ha⁻¹, 57.9%), detritus of stage II is much less (12.1 m³·ha⁻¹, 34.7%), and the shares of other stages are insignificant. The predominance of standing dead wood in the total dead wood volume, as well as the dominance of detritus of I and II decomposition stages due to the relatively short period of strict regime of nature conservation, during which the forest ecosystem developed without human intervention, and the impact of forestry activities (selective sanitary cuttings and fallen dead wood removal) in the past.

Key words: woody detritus, standing dead wood, fallen dead wood, forest ecosystem, volume, decomposition stage, biodiversity conservation.

Mudrak O.¹, Mahdiichuk A.² Stages of research of ecological-coenotic vegetation groups of Podillya. Agroecological journal. 2021. No. 4. P. 47–54.

¹ Vinnytsia Academy of Continuing Education

² Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: ov_mudrak@ukr.net

In this proposed review article analyzes the literary and archive data that devoted to the study of floristic diversity within the territory of Podillya. Research in this region is historically divided into four stages. From research directions of ecological and coenotic groups of different types of vegetation were allocated ecological, geobotanical, floristic, systematic, phytosociological directions. It was determined, that the results of researches of such leading ecological and coenotic groups as forest, meadow, meadow-steppe, steppe, meadow-swamp and water-swamp vegetation were of great scientific importance and reflection of the specifics of species distribution within the region. We have determined, that descriptions of typical flora species appeared in the XIX century within the general characteristics of the region. It was established, that the first knowledge about the floristic diversity of the region was obtained with the activities of educational institutions, academies of sciences and the local lore scientific-research communities, one of their activities was thorough expeditionary research. During this period, were published the results of research of such authors as V. Besser, A. Andrzhevsky, V. Montesor, O. Rogovich, I. Schmalhausen. These works were of a general nature, but on the basis of the acquired knowledge and collected herbarium material, were formed consolidated lists of plant species, which gave a general idea of the specifics of the distribution of species in the region. Further research concerned the study of the genesis of flora, the definition of plant groups, species differentiation, habitats of individual and rare species, which became a prerequisite for floristic and geobotanical zoning. In this area, most famous studies were studies of J. Pachosky, M. Kotov, W. Szafer, Ye. Bradis, A. Barbarych, G. Kukovitsa et al. As a result of long-term expeditions and vegetation research, many well-known nature protection objects have been founded: Medobory Reserve, the national nature parks «Podilski Tovtry», «Karmeliukove Podillya», «Kremenets Mountains», «Dniester Canyon», «Lower Polissia», «Upper Pobuzhia», regional landscape parks «Maliiovanka», «Zagrebella», «Middle Pobuzhia», «Dniester», «Murafa», «Nemyrivske Pobuzhia» etc. At present, ansozological area of research is important and priority way in context of conservation and protection of phytodiversity, the creation of new and expansion of existing protected areas, the formation of the Emerald Network, the implementa-

tion of the regional ecological network of the Podillya region.

Key words: floristic diversity, historical stages, distribution of species, Podillya region, zoological approaches.

Nakonechnyi I., Melnychuk S., Serebrakov V. Turtledove *Streptopelia turtur* in the North Western Black Sea region. Agroecological journal. 2021. No. 4. P. 55–63.

*National University of Shipbuilding
Admiral Makarov*

e-mail: nakonechniigor777@gmail.com

The results of field surveys, regarding seasonal migration and nesting numbers, of the turtle dove *S. turtur* in the North-Western Black Sea region show that in 2021 they were close to the average long-term levels. However, the change of the migration corridor and the departure of the turtle dove, before the beginning of the hunting season (August 7), caused a false picture of the small number of species. This situation is similar to 2020. The main reason was unfavorable meteorological conditions of the spring-summer period. Due to the delay in ripening sunflower, which is a key high-energy feed for migrating turtledoves. Therefore, the lack of ripe sunflower 2020–2021 caused the early flight of birds in order to make up for the forage potential in the fields in the Balkans and Asia Minor. The peak of summer-autumn migration fell on August 9–13, which is 12–12 days earlier than the average long-term period. This situation indicates a sufficient ecological plasticity of the species, expressed in the ability of local and migratory turtledoves to vary the timing of migration and migration corridors, thus responding to changes in environmental conditions. Also, this situation indicates a sharp decrease in the volume of hunting turtle dove — in the hunting season of 2021. Only 5.7 thousand individuals were harvested, which is much less than in 1985–1991. Summarizing the above, the study is evidence that the reduction of migratory birds from 1.5–1.7 million recorded in 1996–2004 to the existing to date 0.9 million. The prospects for further research are in more advanced and in-depth studies of local and flying necks using special accounting methods based on the mass labeling of birds.

Key words: European Turtle-Dove, *Streptopelia turtur* migration, migratory corridors of birds, perennial gorilla numbers, hunting removal of wild pigeons.

Fedorenko V.¹, Mostoviak S.², Mostoviak I.² Ecologically safe methods of pest control in modern agricultural technologies. Agroecological journal. 2021. No. 4. P. 64–74.

¹ *Institute of Plant Protection of NAAS*

² *Uman National University of Horticulture*

e-mail: s.mostoviak@gmail.com

The issue of agricultural crop protection against pests remains constantly relevant. Annual crop losses in the world are 18–20%, estimated at more than 470 billion US dollars because of the harmful effects of arthropods. Most part of the losses of the grown crop occurs under the field conditions before harvest and requires a number of measures to protect plants from pests. The chemical method of plant protection against pests continues to be used by most agricultural producers, which is confirmed by the positive dynamics of the pesticide market development in the world with an annual growth of 2.5–3%. Among the range of chemical plant protection products, sales of insecticides account for 25.3% of world sales. Despite the use of about 3 million tons of pesticides per year, the level of crop losses from harmful entomofauna remains significant. At the same time, deterioration of the phytosanitary condition of agroecosystems caused by a number of abiotic and biotic factors requires a qualitative estimation of the condition and determination of ways of complexes changing of pest organisms in agrobiocenoses and development of new innovative, environmentally safe measures to control their number. Alternative environmentally friendly methods of pest control which meets the principles of integrated plant protection and replacement of chemical insecticides with biological preparations or other environmentally safe methods in modern agrotechnologies for growing crops are increasingly used. This is evidenced by the positive dynamics in the development of the global market for biopesticides with a forecast of annual growth by 14.7%, which may reach \$ 8.5 billion US dollars by 2025. 47% of preparations in the range of biopesticides by functional purpose on the world market are preparations against phytophagous insects. Effective control over the pest number in modern agrotechnologies is based on the use of biological control, microbial pesticides, chemical compounds produced by living organisms and can change pest behaviour, secondary metabolites of plants (eg, phenols and polyphenols, terpenoids, alkaloids), on formation of stable plant varieties and plant immunization, etc.

Key words: noxious organisms, phytophagous insects, crop losses, pest control, biological control, integrated plant protection.

Pasichnyk N.¹, Opryshko O.¹, Tarariko O.² Remote sensing of agrophytocenoses from the UAV platform to assess the level of plant nutrition. Agroecological journal. 2021. No. 4. P. 75–81.

¹ *National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

² *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

e-mail: n.pasichnyk@nubip.edu.ua

Unmanned (remotely controlled) aircrafts (UAVs) are innovative equipment for monitoring fields that are free from a lot of the disadvantages of satellites

such as availability, low cost, and high image resolution. However, the quality, reproducibility and suitability of spectral monitoring data of plantations for crop management processes remain topical issues. Since spectral monitoring is a necessary component in the concept of crop management, the development of a methodology for assessing the suitability of remote monitoring spectral data for the calculation of agrochemical practices was the purpose of the work. According to the publications, the dependence of the number of pixels on the values of the intensity of color components for plants and soil is described by the Gaussian distribution. Deviation from such distribution is caused by the imposing of distributions from various objects fixed on a photo. The experimental test was carried out on the basis of wheat, using the results obtained during 2017–2020 when considering the stresses of nutrient deficiency. UAVs with a specialized Slantrange spectral complex with standard Slantview software and an FC200 visible spectrum camera (from the Phantom 2 UAV) were used for monitoring. The investigation found experimental evidence that the pixel distribution of plantations on the example of the wheat crop is described by the Gaussian distribution. It was found that the analysis of the correspondence of the nature of the distribution on the spectral channels, namely the presence of several max peaks that affects the value of the distribution maximum may indicate the presence of foreign inclusions or a transitional stage of vegetation. The suitability of the data can be assessed on the basis of the reference values of the width of the distribution on the spectral channels. This determines the feasibility of introducing in the sets of regular vegetation indices of geographic information systems additional packages that reflect the spectral channels.

Key words: spectral monitoring, plant vegetation, unmanned aerial vehicles, remotely controlled aircraft, Gauss distribution, vegetation indices, color intensity.

Tsvigun V., Sus N., Mazur S., Melnychuk O., Boyko A. Distribution and biological features of tomato viral diseases in the agroecosystems of Ukraine. *Agroecological journal*. 2021. No. 4. P. 82–89.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: vika-natceвич@ukr.net

The purpose of the work was to analyze the present distribution of viruses that infect tomatoes and to identify the species composition of the tomato viruses under field conditions in Ukraine, as well as to test commercial seeds of various tomato varieties for the presence of viral contamination. In this work, a range of methods, which included visual diagnostics, various modifications of enzyme-linked immunosorbent assay, electron microscopy method and the method of statistical data processing were used. A number of symptoms of viral etiology were detected by visual di-

agnostics. Symptoms of viral etiology on plants were displayed as necrosis, chlorosis, yellow-green mosaic, dark green vein mosaic, and on fruits as ring-shaped spots, various fruit deformations. The morphological properties of the studied viruses were researched by electron microscopy. As a result, two types of virions were detected. The first type of virions was spherical, with a mean diameter of 29 nm. According to the literature, such shape and diameter of the virions are characteristic of the Cucumovirus genus members, in particular the cucumber mosaic virus. The second type of virions was rod-shaped, with a mean length of 300 nm and a mean diameter of 15 nm. According to other researchers, such morphological features are characteristic of the tobacco mosaic virus. The results of five-year monitoring of agroecosystems of Ukraine found that recently in a tomato crop circulates 5 species of viruses, namely tomato spotted wilt virus, cucumber mosaic virus, tobacco mosaic virus, potato virus X, and tomato mosaic virus. We also tested the seeds of 25 varieties of tomatoes by enzyme-linked immunosorbent assay for the presence of viral contamination. The tests revealed that 37% of tested tomato seeds were contaminated with viral antigens. Viral antigens found in tested tomato seeds were antigens of three species of viruses, namely tobacco mosaic virus, cucumber mosaic virus, tomato mosaic virus. In general, the tomato seeds were contaminated with mono-infections, except for mixed infection of cucumber mosaic virus and tomato mosaic virus that was detected once.

Key words: tomato spotted wilt virus, cucumber mosaic virus, tobacco mosaic virus, potato virus X, tomato mosaic virus, crops, ELISA, monitoring, diagnostics.

Vasylychenko A. The effect of nanoparticles of metals and nonmetals of multicomponent trace element preparation «Avatar-2 protection» and microbial preparation «Azogran» on the incidence and severity of infectious diseases of potato. *Agroecological journal*. 2021. No. 4. P. 90–97.

Institute of Agricultural Microbiology and Agro-industrial Production of NAAS

e-mail: top.leader.number.1@gmail.com

The aim of the research was to study the influence of nanoparticles (NPs) of metals and nonmetals of multicomponent trace element preparation «Avatar-2 protection» and microbial preparation «Azogran» on infectious diseases of potato in vivo. Affection of potato cultivar Souvenir Chernihivskiy by diseases was evaluated in two small plot studies on soddy podzolic soil and alkaline chernozem. Symptoms of common scab and dry rot in tubers were identified visually and then the severity and the rate of the diseases were calculated. The presence of viruses in plants was examined by agglutination tests and the rates of the viral infections were calculated. The results of the study indicate that on the soddy podzolic soil

the composition of Se+I NPs significantly decrease disease severity of both common scab and dry rot by 20.00 and 17.50% respectively, whereas «Avatar-2 protection» preparation, «Azogran» preparation and the combination of «Azogran» preparation with the composition of Se+I NPs significantly decreased only the severity of dry rot by 22.50%. The combination of «Azogran» preparation with the composition of Se+I NPs significantly decreased the incidence and the disease severity of common scab, the incidence and the disease severity of dry rot on the alkaline chernozem by 40.00; 30.00; 25.00 and 30.00% respectively; whereas «Avatar-2 protection» preparation significantly decreased the incidence of viral diseases by 33.33–66.67% on both soils. The effect of the composition of Se+I NPs, «Avatar-2 protection» preparation and «Azogran» preparation is promising for further investigation. Particularly, an abundance of different groups of microorganisms in potato's rhizosphere under the treatment with studied substances needs to be evaluated in order to understand the mechanisms diseases' incidence and severity decrease. The effect of the studied NPs and preparations on other diseases of potato and diseases of other agricultural crops needs to be studied. The results of these studies can be useful for the development of the control methods for various infectious diseases of agricultural crops.

Key words: nanotechnology, trace element preparation, microbial preparation, diseases of potato, plant protection, potato.

Kirilchuk A. Gluten content in winter triticale grain (*Triticosecale Wittmack* el. *Camus*) for the use in bakery industry. Agroecological journal. 2021. No. 4. P. 98–104.

State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine»

e-mail: angela.kyrylchuk@gmail.com

The results of research in the department of grain breeding and seed production in 2015–2018 are presented by NSC «Institute of Agriculture NAAN» located in Fastiv district of Kyiv region. The winter triticale varieties Volemir and Fanat with a seed yield of 8.0 t/ha have been identified. In the varieties Maetok Poleskiy, Lubomir and sample KS 9-17, the amount of wet gluten in the grain was found at the standard level and in absolute terms was 14.0–14.4%. According to the elasticity of gluten with indicators from 87.5 to 90 units of the IDK device, varieties Aristocrat, Volemir, Solodyuk and sample KS 9–17 were distinguished. The varieties Volemir and Molfar with grain nature of 726 and 731 g/l truly exceeded the standard variety by 45 and 50 g/l. In the Maetok Poleskiy variety, gluten was found with an extensibility of 24.0–24.6 cm and was classified as long, good. The gluten content in the grain of the Molfar variety was 19.7%; Gluten was found with good elasticity (I group), light gray in color with average, good extensibility and elasticity (I group), the protein con-

tent is assigned to the I class group. The sedimentation index for Zeleni, which carries information about the baking strength of flour in the varieties Volemir, Molfar and sample KS 9–17, was found at the level of 22.0–24.4%. Varieties Volemir, Maetok Poleskiy and sample KS 9–17 were distinguished by the mass of 1000 grains, which in absolute terms was 53.0–55.0 g. A direct correlation was found between the indicators of sedimentation according to Zeleni, the content of protein and gluten ($r=0.89-0.9$). A functional relationship exists between the protein and gluten content of the grain ($r=1.0$). The varieties Petrol, Kotigoroshko, Fanat have good quality gluten (I group) with average, satisfactory extensibility and elasticity (II group). The varieties Poleskiy 7, Solodyuk, MaetokPoleskiy, Lubomir and sample KS 9–17 have satisfactorily weak gluten (group II) with medium, good extensibility and elasticity (group I). By the quality of the protein varieties Poleskiy 7, Solodyuk, Lyubomir and sample KS 9–17 are assigned to the II class. In the varieties Volemir and Aristocrat, gluten is satisfactorily weak in elasticity (II group), medium, satisfactory in elasticity and elasticity (II group). Distinguished sorts of triticale of the winter-annual Polesye ecotype with combination of economic-valuable signs, enhanceable adaptive properties, high productivity of grain, by a good technological and bakery value it is expedient to use in bakery industry.

Key words: protein, resiliency, elasticity, gluten complex, gas generating ability, bakery properties.

Osadcha Yu. Nonspecific adaptive reactions of hen's body under the influence of light wavelength. Agroecological journal. 2021. No. 4. P. 105–114.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

e-mail: seledat@ukr.net

The sources of artificial light of the latest generation in poultry farming are LED lamps, which are able to give monochrome light. It is known that the wavelength of light affects the behavior, well-being and productivity of birds, but the effect of changing the wavelength of light under monochrome light has not yet been studied. Nonspecific adaptive reactions of hens under the influence of light wavelength of monochrome light have been studied. For this purpose, in the conditions of a modern complex for food eggs production, 4 groups of hens of industrial herd «Hy-Line W-36» were formed, each of which was kept in a separate poultry house-analogue in terms of area and cage equipment. Hens of the 1st group were kept using LED lamps with a peak light wavelength of 460 nm, the 2nd group – 600 nm, the 3rd group – 630 nm and the 4th group – 650 nm. To assess the adaptive and overall reactive immunological potential of hens, integrated immunohematological indices of intoxication, inflammatory activity and nonspecific reactivity were determined on the ba-

sis of an extended general blood test. It was found that a decrease in the wavelength of light increases the indices of leukocyte shift, the heterophiles to leukocytes ratio, immunoreactivity, the heterophiles to monocytes ratio, the lymphocytes to monocytes ratio and the lymphocytes to eosinophils ratio. This indicates a shift of the leukocyte formula to the left, the predominance of nonspecific protective cells due to a functional increase in bone marrow proliferative activity and is expressed in increased heterophiles, increased activity in the microphage-macrophage immune response system and indicates the presence of high levels in the body and impaired immunological reactivity, and can inform about the autoimmune nature of the pathological process. It is shown that at the same time there is a decrease in lymphocyte-granulocyte index, leukocyte-ESR ratio, total and lymphocyte indices, which confirms the shift of the leukocyte formula to the left and indicates a predominance of activation of the cellular link due to intoxication. Simultaneous increase in the leukocyte shift index and decrease in the lymphocyte-granulocyte index indicates the development of endogenous intoxication in hens and impaired immunological reactivity due to autointoxication of the body during the destruction of its own cells.

Key words: laying hens, technological stressor, nonspecific protective cells, leukocyte formula, endogenous intoxication.

Yaremko O. Strategic priorities of balanced development of the forest sector of Podilsk economic region. *Agroecological journal*. 2021. No. 4. P. 115–123.

Teropil Regional Department of Forestry and Hunting

e-mail: OYaremko@i.ua

The article presents generalized results of research on sustainable development of the forest sector. Approaches to the formation of the main priority measures in the management of the regional forest complex are substantiated. The key components of forestry complex management are analyzed. The main components of economic, environmental and social cooperation in the forest industry are considered. Priority measures for the development of the forest complex of the region to ensure balanced development are proposed. It is determined that the key stages to effective transformations in the forest sector should be coordination and cooperation between state and local forest authorities, the prospect of investment, greening of forestry production, preservation and restoration of forest plantations and unification of local communities. It is proved that in the formation of the strategy we should take into account the scale of activities, available resources, demand for their products, capacity and market segment, consumers and more. The implementation of the strategy should lead to the solution of economic, social, environmental aspects related to the development of sustainable

development of the forest sector. The basis for the development of strategies is the need to move regional forest use from the actual starting point to the target. That is, it is related to the application of strategic analysis in order to determine the situation, such as: the current state of the forest sector in the general socio-ecological and economic space of the country or individual territory; external factors of space, on which the realization of the potential of forestry of the state or a certain territory depends; priority areas of balanced development of the country and the forest complex in particular. It has been determined that for effective actions of balanced development of the forest sector we need state stimulation of economic activity in the woodworking industry with added value; introduction of a new system of organization of forest protection and protection, prevention of illegal felling and circulation of illegally harvested timber; increase in carbon uptake and retention; adaptation of forests to climate change and the transition to nature-friendly methods of forestry with the formation of forests of natural composition and structure.

Key words: forest complex, regional policy, forest resources, forest industry complex.

Koval A. Economic figures of agricultural enterprises expenses on berry growing. *Agroecological journal*. 2021. No. 4. P. 124–130.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: koval.andriy.2.0@gmail.com

In the article the perspectives of berry growing in Ukraine are described. The most common berry crops, which provide the fastest payback from investment in them, are compared. The figures of production cost grown berry crops in regions together with the rate of profitability and production expenses on 1 hundredweight have been estimated. The economic-statistical analysis of The State Statistics Service has been extendedly done. In Ukraine as a whole, total costs are growing annually within 6%, that is, production costs have constantly increased. Direct material costs (seeds and planting materials, mineral fertilizers, fuel and lubricants, etc. costs) were the lowest in 2018, compared to 2017 – by 8% and since 2019 – by 12%. Labor costs at enterprises specializing in the cultivation of berry crops increased by 2–11% annually. Other direct expenses and general production expenses (deductions for social events, depreciation, payment for third-party services, other direct and general production expenses) increased by 3–16% annually, respectively. The highest production cost is in Vinnytsia region enterprises, while the lowest is in Poltava region. Expenses of agricultural enterprises on 1 hundredweight of berry crops were the highest in Rivne region and the lowest in Volyn and Sumy regions in 2019. The rate of profitability of berry growing was the highest in all agricultural enterprises in Mykolaiv and Ivano-Frankivsk regions,

whereas the lowest, thus, unprofitable in Kirovograd, Odesa and Poltava regions in 2019; as for farming enterprises it was the highest in Odesa and Zhytomyr regions and the lowest in Sumy and Kyiv regions. The cost of berry crops is conversely linked to the rate of profitability.

K e y w o r d s: berry growing, niche crops, production cost, expenses, imports, export, profitability.

Pavlichenko A. Influence of different fertilization and chemical recruitment systems on the phosphorus regime of gray forest soil. *Agroecological journal*. 2021. No. 4. P. 131–138.

NSC «Institute of Agriculture NAAS»

e-mail: alladvd@ukr.net

Phosphorus is extremely important in agriculture. This is due to the fact that without its participation in the plant body does not undergo any biochemical reaction, because it is part of the ATP molecule, which provides energy. It is an essential element of nucleic acids, phospholipids and the others is actively involved in the regulation of enzymatic reactions. It is part of human, animal, plant and bacterial cells. The research was conducted on the basis of a stationary experiment conducted in 1992 on gray forest coarse-grained light loam soil, studied the effect of long-term chemical reclamation and various fertilization systems (mineral, organic, organic-mineral) on the transformation of Optimal phosphorus nutrition promotes the development of the root system, which improves the supply of plants with moisture and nutrients, increases the share of marketable products in the organic crop, increases the starch content in potatoes, sugar in roots, vegetables and fruits, oilseeds, oilseeds the output of a long fiber, its strength increases. That is why the management of phosphorus nutrition of plants is one of the key issues. Changes in various

forms of phosphorus (gross, mobile, water-soluble) under the influence of the above factors are analyzed. For a more objective assessment of these factors on the phosphate regime of the soil on the variant results of the analysis were compared not only with absolute control, but also tied to baseline (age of fallow 28 years), located next to the experimental field. It was found that the content of gross phosphorus, which characterizes the genetic characteristics of the soil, depends almost entirely on the total humus reserves and clearly repeats the parameters of the profile accumulation of carbon, taking into account the depth and thickness of humus horizons. The particle size distribution is of great importance in the processes of gross phosphorus accumulation, as defects are quite easily adsorbed on the surface of soil structures. Evaluation of the results of the analysis shows a large gap in the gross forms of phosphorus and low concentration of its mobile forms, the content of which is 4.7% of the total. According to our data, water-soluble salts of phosphoric acid in gray forest soil are generally found in very small quantities (0.62 mg / kg in the horizon NOT with a gradual decline down the profile), which often becomes a limiting factor in phosphorus nutrition of crops. Lime, by reducing the activity of one and a half oxides, weakens the adsorption bonds of phosphorus and increases the relative amounts of calcium phosphates. The application of mineral fertilizers replenished the pool of gross phosphorus (by 0.08% of the control dock), but mobile forms of phosphorus (according to Kirsanov) increased by only 23 mg/kg, which was second only to liming. In general, the effect of liming significantly increases the use of soil phosphates and fertilizers.

K e y w o r d s: limestone fertilizers; gross, mobile, water-soluble phosphorus; phosphates; humus content.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Бойко Анатолій Леонідович, доктор біологічних наук, професор, академік НААН, Інститут агро-екології і природокористування НААН, м. Київ, Україна

Васильченко Анатолій Володимирович, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернівці, Україна (e-mail: top.leader.number.1@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2263-8702>)

Ганчук Максим Миколайович, кандидат сільськогосподарських наук, Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна (e-mail: ganchukmn@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4052-5744>)

Данькевич Степан Михайлович, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: spalianychko@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2597-4461>)

Зіновчук Наталія Василівна, доктор економічних наук, професор, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: nataliazin@rambler.ru)

Кирильчук Анжела Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», смт Чабани, Фастівський р-н, Київська обл., Україна (e-mail: angela.kyrylchuk@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3948-5810>)

Коваль Андрій Олексійович, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: koval.andriy.2.0@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2539-4945>)

Магдійчук Анна Петрівна, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: mahdiichuk@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6719-2148>)

Мазур Світлана Олександрівна, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: mazurlanalana@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5577-9600>)

Мельничук Олександр Петрович, Інститут агро-екології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: mesa80@ukr.net)

Мельничук Світлана Сергіївна, кандидат біологічних наук, Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна (e-mail: s.s.melnychuk87@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7380-6177>)

Мостов'як Іван Іванович, доктор сільськогосподарських наук, доцент, Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна (e-mail: mostovjak@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4585-3480>)

Мостов'як Світлана Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна (e-mail: s.mostoviak@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8322-8710>)

Мудрак Галина Василівна, кандидат географічних наук, доцент, Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна (e-mail: galina-170971@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1319-9189>)

Мудрак Олександр Васильович, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік АН ВШУ, комунальний заклад вищої освіти «Вінницька академія безперервної освіти», м. Вінниця, Україна (e-mail: ov_mudrak@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1776-6120>)

Нагорнюк Оксана Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: onagornuk@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6694-9142>)

Наконечний Ігор Володимирович, доктор біологічних наук, професор, Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна (e-mail: nakonechniigor777@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3797-3725>)

Опришко Олексій Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна (e-mail: ozon.kiev@nubip.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6433-3566>)

Осадча Юлія Василівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна (e-mail: seledat@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4126-2456>)

Палапа Надія Василівна, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: palapa60@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3748-6414>)

Павліченко Алла Іванівна, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», смт Чабани, Фастівський р-н, Київська обл., Україна (e-mail: alladvd@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6930-2312>)

Пасічник Наталія Анатоліївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна (e-mail: p.pasichnyk@nubip.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2120-1552>)

Серебряков Валентин Валентинович, доктор біологічних наук, професор, комунальний вищий навчальний заклад «Вінницька академія безперервної освіти», м. Вінниця, Україна (e-mail: bcstu2@gmail.com)

com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6897-1589>)

Сус Назарій Петрович, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: nazar.sus@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6919-0920>)

Тараріко Олександр Григорович, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: tarariko@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5132-0157>)

Тарасенко Галина Сергіївна, доктор педагогічних наук, професор комунальний вищий навчальний заклад «Вінницька академія безперервної освіти», м. Вінниця, Україна (e-mail: tarasenkogal@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9394-2600>)

Тимочко Ігор Ярославович, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: i.tymochko@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9893-3869>)

Федоренко Віталій Петрович, доктор біологічних наук, професор, академік НААН, Інститут захисту рослин НААН, м. Київ, Україна (e-mail: tana57-2009@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7783-1617>)

Фурдичко Орест Іванович, доктор сільськогосподарських і економічних наук, професор, академік НААН, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: agroecologynaan@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1108-7733>)

Хасцький Григорій Сильвестрович, кандидат географічних наук, доцент, комунальний заклад вищої освіти «Вінницька академія безперервної освіти», м. Вінниця, Україна (e-mail: khayetskyu@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2482-9978>)

Ходинь Орест Борисович, природний заповідник «Медобори», смт Гримайлів, Тернопільська обл., Україна (e-mail: medobory.reserve@gmail.com)

Цвігун Вікторія Олександрівна, кандидат біологічних наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: vikanatcevich@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9517-9810>)

Чорнобров Олександр Юрійович, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: oleksandr.chornobrov@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8251-1573>)

Шевченко Ілона Андріївна, кандидат педагогічних наук, доцент, комунальний заклад вищої освіти «Вінницька академія безперервної освіти», м. Вінниця, Україна (e-mail: dilon2808@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5585-8547>)

Щерблок Аліна Леонідівна, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: alina.burenko9210@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1606-4554>)

Яремко Олег Павлович, кандидат економічних наук, Тернопільське обласне управління лісового і мисливського господарства, м. Тернопіль, Україна (e-mail: OYaremko@i.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4619-0527>)

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Редакція «Агроекологічного журналу» приймає до розгляду оригінальні статті, підготовлені на високому науковому рівні, що мають важливе теоретичне, практичне значення та висвітлення результатів наукових досліджень вітчизняних та зарубіжних авторів. У журналі публікуються закінчені експериментальні і дослідні роботи, а також оглядові статті, які раніше не були надруковані за наступними напрямками: **актуальні проблеми екології, аграрні науки і продовольство, біологічні науки, економічні науки, лісове господарство, технологія виробництва та переробки продукції тваринництва.**

Подані статті мають бути структуровані відповідно до вимог ВАК України щодо наукових статей (Постанова Президії ВАК України від 15.01.2003 р. № 7-05/1), зокрема:

- постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;
- аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання визначеної проблеми, і на які спирається автор;
- виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття;
- викладення основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;
- висновки з дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі.

Статті подають українською або англійською мовами. До статті додають анотації українською та англійською мовами обсягом 200–250 слів (1800–2000 знаків), ключові слова (5–10), що не дублюють назву, а також відомості про авторів (прізвища, ініціали, місце їх роботи/навчання).

Публікація англійською мовою приймається тільки за умови її професійного перекладу. За подачі англійського варіан-

ту, перекладеного з допомогою інтернет-перекладачів (напр., Google), матеріали будуть відхилені.

До розгляду приймаються наукові статті обсягом від 10 до 20 сторінок, включаючи всі матеріали (анотації, таблиці, рисунки та бібліографічні списки).

У тексті статті мають бути виділені розділи:

- «ВСТУП»,
- «АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ»
- «МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ»,
- «РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ»,
- «ВИСНОВКИ»,
- «ЛІТЕРАТУРА»,
- «REFERENCES».

Розділ «Аналіз останніх досліджень і публікацій», повинен розкрити стан досліджень проблеми у вітчизняній і світовій науковій літературі за останні 5 років.

В описі методики досліджень наводиться детальне викладення методів і методик з посиланням на першоджерело (схеми дослідів, повторність, методи лабораторного аналізу, методи статистичної обробки). Якщо в тексті є абрєвіатура, подавати її в дужках при першому згадуванні. Автори мають дотримуватися правильної галузевої термінології (див. ДСТУ, СОУ), терміни мають бути уніфікованими.

Викладення результатів досліджень має заключатись не в переказі змісту таблиць і рисунків, а у визначенні закономірностей, що з них випливають.

В обговоренні результатів слід показати причинно-наслідкові зв'язки між одержаними ефектами, порівняти одержані дані та показати їх новизну. Повторення одних

і тих самих даних у тексті, таблицях, графіках неприпустимо.

Література (до 20 джерел) мовою оригіналу оформлюється згідно із ДСТУ 8302:2015. Посилання на літературні джерела послідовно нумеруються арабськими цифрами в порядку появи у тексті статті і зазначаються у квадратних дужках.

References здійснюється відповідно до стандарту APA (American Psychological Association).

МАКЕТ СТОРІНКИ

Для оригінал-макета використовується формат паперу – А4, орієнтація – книжкова, поля з усіх сторін – 20 мм.

Гарнітури, розміри шрифтів та начертання:

- для заголовку статті та розділів: Times New Roman – 14 пт, напівжирний, прописні, великі літери;
- для УДК, основного тексту, анотацій, відомостей про авторів, підписів до рисунків та назв таблиць, літератури, references: Times New Roman – 14 пт;
- міжрядковий інтервал – 1,5; абзац – 1,25 см.

ТИПОГРАФСЬКІ ПОГОДЖЕННЯ ТА СТИЛІ

По центру у першому рядку сторінки вирівнюється тематична рубрика, до якої автор подав свою публікацію. Надалі індекс УДК набирається і вирівнюється за

лівим краєм. Заголовок статті набирається в наступному за УДК рядку і вирівнюється посередині. Потім вказують: прізвища, ініціали авторів, нижче – місце роботи/навчання, адреса електронної пошти, код ORCID автора (курсивом). Якщо автори з різних установ, після прізвища авторів та назв установ, у яких працюють/навчаються автори, слід проставити один і той самий верхній цифровий індекс. Далі розташовують анотацію та ключові слова мовою оригіналу статті (курсив); текст статті; відомості про авторів.

Таблиці мають бути виконані в Microsoft Office Word; *формули* – у редакторі формул MS Equation; *графіки* – у Microsoft Office Excel, *фотографії* – у форматі .jpg, .tif або надавати оригінали.

Також всі рисунки (графіки) додатково роздруковують на окремому аркуші – Microsoft Office Excel.

Всі ілюстрації треба подавати у чорнобілому варіанті або у градаціях сірого кольору.

Відповідальність за зміст статті несе автор. Рукописів редакція не повертає.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

ІНСТИТУТ АГРОЕКОЛОГІЇ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ НААН,

вул. Метрологічна, 12, Київ-143, 03143
Довідки за телефоном: (044) 522-60-62.
E-mail: agroecojournal@ukr.net