

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ВІСНИК
АГРАРНОЇ НАУКИ ПРИЧОРНОМОР'Я
Науковий журнал

UKRAINIAN BLACK SEA REGION
AGRARIAN SCIENCE
Scientific journal

*Виходить 4 рази на рік
Видається з березня 1997 р.*

Випуск 3 (107)
Issue 2020

WEB: <https://visnyk.mnau.edu.ua>

DOI: 10.31521/2313-092X/2020-3(107)

Миколаїв
2020

**ВІСНИК АГРАРНОЇ
НАУКИ ПРИЧОРНОМОР'Я**
Науковий журнал

**UKRAINIAN BLACK SEA REGION
AGRARIAN SCIENCE**
Scientific journal

№ 3(107) 2020

Засновник

Миколаївський національний аграрний університет

Founder

Mykolayiv National Agrarian University

Головний редактор

В.С. Шебанін, д-р техн. наук, професор, академік НААН

Editor in chief

V. Shebanin, Dr.Sci.Tech., Prof., Academician of NAAS

Відповідальний секретар

Н.В. Потриваєва, д-р екон. наук, професор

The executive Secretary

N. Potryvaieva, Dr.Sci.Econ., Prof.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

Гавриш В. І., д-р екон. наук, професор
Дубініна М. В., д-р екон. наук, професор
Ксьонжик І. В., д-р екон. наук, професор
Полторак А. С., канд. екон. наук, доцент
Сіренко Н.М., д-р екон. наук, професор
Зайцева О.І., канд. екон. наук, доцент
Мацук З.А., канд. екон. наук, доцент
Бжозовська А., д-р екон. наук, професор (Республіка Польща)
Сандал Я.-У., д-р екон. наук, професор (Норвегія)
Олбрехт Д. PhD, професор (США)
Вишневецька О. М., д-р екон. наук, професор
Ключник А. В., д-р екон. наук, професор
Котикова О. І., д-р екон. наук, професор
Новіков О. Є., д-р екон. наук, професор
Потриваєва Н. В., д-р екон. наук, професор
Червен І. І., д-р екон. наук, професор
Шебаніна О. В., д-р екон. наук, професор
Шлаудерер Р., професор (Німеччина)

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

Крамаренко С. С., д-р біол. наук, професор
Рубан С. Ю., д-р с.-г. наук, професор
Федота О. М., д-р біол. наук, професор
Ковтун С. І., д-р с.-г. наук, професор
Балацький В. М., д-р с.-г. наук, ст.наук. співроб.
Гутій Б. В., д-р вет. наук, професор
Димань Т. М., д-р с.-г. наук, професор
Рашаль І., д-р біол. наук, професор (Латвія)
Луговий С. І., д-р с.-г. наук, доцент
Гиль М. І., д-р с.-г. наук, професор
Горбатенко І. Ю., д-р біол. наук, професор
Рибалко В. П., д-р с.-г. наук, професор
Рожков І. М., д-р біол. наук, професор
Патрєва Л. С., д-р с.-г. наук, професор
Шейко І. П., д-р с.-г. наук, професор, академік НАН
Республіки Білорусь (Республіка Білорусь)
Нежлукченко Т.І., д-р с.-г. наук, професор
Підпала Т.В., д-р с.-г. наук, професор
Федорчук М. І., д-р с.-г. наук, професор
Давиденко К. В., канд. с.-г. наук, доцент
Любич В. В., д-р с.-г. наук, професор
Жуков О.В., д-р біол. наук, професор
Коваленко І. М., д-р біол. наук, професор
Пічура В. І., д-р с.-г. наук, професор
Міщенко Л. Т., д-р біол. наук, професор
Боїнчан Б.П., д-р с.-г. наук, професор (Молдова)
Гамаюнова В. В., д-р с.-г. наук, професор
Панфілова А. В., канд. с.-г. наук, доцент
Антипова Л. К., д-р с.-г. наук, професор
Лимар А. О., д-р с.-г. наук, професор

ECONOMIC SCIENCES

Havrysh, V. I., Dr.Sci.Econ.,Prof.
Dubinina, M.V., Dr.Sci.Econ.,Prof;
Ksyonzhik, I. V., Dr.Sci.Econ.,Prof.
Poltorak, A. S., Cand.Sci.Econ.,Assoc.Prof.
Sirenko, N. M., Dr.Sci.Econ.,Prof.;
Zaitseva, O. I., Cand.Sci.Econ.,Assoc.Prof
Matsuk, Z.A., Cand.Sci.Econ.,Assoc.Prof
Brzozowska, A., Dr.Sci.Econ.,Prof.
Sandal, J.-U. (Norway), Dr.Sci.Econ.,Prof.
Albrecht, Ju. A., PhD, Prof. (USA)
Vyshnevskaya, O.M., Dr.Sci.Econ.,Prof.
Klyuchnik, A.V., Dr.Sci.Econ.,Prof.
Kotyikova, O.I., Dr.Sci.Econ.,Prof.
Novikov, O.Y., Dr.Sci.Econ.,Prof.;
Potryvaieva, N.V., Dr.Sci.Econ.,Prof.
Cherven, I.I., Dr.Sci.Econ.,Prof.
Shebanina, O.V., Dr.Sci.Econ.,Prof.
Schlauderer R., Prof.h.c.mult. (Germany).

AGRICULTURAL SCIENCES

Kramarenko, S. S., Dr.Sci.Biol., Prof.
Ruban, S. Yu., Dr.Sci.Agr.,Prof.
Fedota, O. M., Dr.Sci.Biol., Prof.
Kovtun, S. I., Dr.Sci.Agr., Prof.
Balatsky, V. M., Dr.Sci.Agr., Prof.
Gutyj, B. V., Dr.Sci.Vet., Prof.
Dyman, T. M., Dr.Sci.Agr., Prof.
Rashal, I., Dr.Sci.Biol., Prof. (Latvia)
Lugovoy, S. I., Dr.Sci.Agr., Assoc.Prof.
Gill, M. I., Dr.Sci.Agr., Prof.
Gorbatenko, I. Y., Dr.Sci.Biol., Prof.
Rybalko, V. P., Dr.Sci.Agr., Prof.
Rohzkov, I. M., Dr.Sci.Biol., Prof.;
Patryeva, L. S., Dr.Sci.Agr., Prof.;
Sheyko, I. P., Dr.Sci.Agr., Prof., Academician of NAS
of the Belarus Republic (the Belarus Republic);
Nezhlukchenko T. I., Dr.Sci.Agr., Prof.
Pidpala, T. V., Dr.Sci.Agr., Prof.;
Fedorchuk, M. I., Dr.Sci.Agr., Prof.
Davydenko, K. V., Cand.Sci.Agr., Assoc.Prof.
Liubich, V. V., Dr.Sci.Agr., Prof.
Zhukov, O. V., Dr.Sci.Biol., Prof.
Kovalenko, I. M., Dr.Sci.Biol., Prof.
Pichura, V. I., Dr.Sci.Agr., Prof.
Mishchenko, L., Dr.Sci.Biol., Prof.
Boincean, B. P., Dr.Sci.Agr., Prof.
Gamayunova, V. V., Dr.Sci.Agr., Prof.
Panfilova A.V., Cand.Sci.Agr., Assoc.Prof.
Antypova, L. K., Dr.Sci.Agr., Prof.
Lyamar, A. O., Dr.Sci.Agr., Prof.

Самойленко М. О., д-р с.-г. наук, професор
Січкарь В. І., д-р біол. наук, професор
Чорний С. Г., д-р с.-г. наук, професор
Щербаків В. Я., д-р с.-г. наук, професор
Морару Г. А., д-р с.-г. наук, провідний науковий співробітник (Молдова)
Вожегова Р. А., д-р с.-г. наук, професор

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Шебанін В. С., д-р техн. наук, професор
Атаманюк І. П., д-р техн. наук, професор
Будак В. Д., д-р техн. наук, професор
Гавриш В. І., д-р екон. наук, професор
Ставинський А. А., д-р техн. наук, професор
Прус В. В., канд. техн. наук, доцент
Кондратенко Г. В., канд. техн. наук, доцент
Козлов О. В., канд. техн. наук, доцент
Калініченко А. В., д-р техн. наук, професор (Польща)
Віджай В. К., PhD, професор (Індія)
Бутаков Б. І., д-р техн. наук, професор

Samoylenko, M. O., Dr.Sci.Agr., Prof.;
Sichkar, V., Dr.Sci.Biol., Prof.;
Chorniy, S., Dr.Sci.Agr., Prof.;
Scherbakov, V., Dr.Sci.Agr., Prof.;
Moraru, G., Dr.Sci.Agr., Prof.(Moldova).

Vozhehova, R. A., Dr.Sci.Agr., Prof.;

TECHNICAL SCIENCES

Shebanin, V. S., Dr.Sci.Tech., Prof.
Atamanyuk, I. P., Dr.Sci.Tech, Prof.
Budak, V. D., Dr.Sci.Tech, Prof.
Havrysh, V. I., Dr.Sci.Econ., Prof
Stavinskii, A.A., Dr.Sci.Tech, Prof.
Prus, V. V., Cand.Sci.Tech., Assoc.Prof.
Kondratenko, G.V., Cand.Sci.Tech, Assoc.Prof.
Kozlov, O.V., Cand.Sci.Tech, Assoc.Prof.
Kalinichenko, A.V., Dr.Sci.Tech, Prof. (Poland)
Vijay, V. K., PhD, Prof. (India)
Butakov, B. I., Dr.Sci.Tech, Prof.

Заснований у 1997 році
Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ №19669-9469ПР від 11.01.2013 р.
Виходить 4 рази на рік

Рекомендовано до друку вченою радою
Миколаївського національного аграрного університету
Протокол № 1 від 27.08.2020р.

Посилання на видання обов'язкові
Точка зору редколегії не завжди
збігається з позицією авторів

Адреса редакції, видавця та виготовлювача
54020, Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9,
Миколаївський національний аграрний університет,
тел. +380 (512) 58-05-95, <http://visnyk.mnau.edu.ua>,
DOI: 10.31521/2313-092X
e-mail: visnyk@mnau.edu.ua

Збірник включено до Категорії Б Переліку наукових фахових видань України (науки: економічні, технічні, сільськогосподарські, ветеринарні), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук і доктора філософії /кандидата наук (накази МОН України від 07.05.2019 р. № 612, від 11.07.2019 р. №975).

Founded in 1997

Certificate of governmental registration
№19669-9469PR in 11.01.2013
Published 4 times a year

Recommended for publication by the Academic Council of
Mykolayiv National Agrarian University
Record №1, 27.08.2020.

References to publications are obligatory
The view point of the editorial board does not always
coincide with the position of the authors

Address Editorial office, publisher and manufacturer
54020, Mykolayiv, Georgiy Gongadze st., 9
Mykolayiv National Agrarian University
tel. +380 (512) 58-05-95, <http://visnyk.mnau.edu.ua>,
DOI: 10.31521/2313-092X
e-mail: visnyk@mnau.edu.ua

The Scientific bulletin is in the category B of the List of scientific professional editions of Ukraine (sciences: Economics, Technical, Agricultural, Veterinary), in which the results of theses for obtaining the scientific degrees of the doctor of sciences and the doctor of philosophy / candidate of sciences may be published (an orders of the Ministry of Education and Science of Ukraine, May 7, 2019, No. 612, July 11, 2019, №975)

ISSN 2411-9199 (Online)
ISSN 2313-092X (Print)

© Миколаївський національний аграрний університет, 2020

ЗМІСТ

ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

І. В. Гончаренко, В. Й. Жежуха, А. О. Твердовська, Н. О. Скибінський. Розвиток в'їзного туризму Львівської та Миколаївської областей	4
Г. В. Коваленко, В. Д. Бушилов. Економічна ефективність вирощування клонової підщепи пуміселект у товарних розплідниках	10
Н. В. Міцкевич, Д. І. Міцкевич. Автоматизація взаємовідносин з клієнтами як інструмент управління діяльністю сільськогосподарських підприємств	19

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

В. Ф. Камінський, Н. М. Асанішвілі. Економічна ефективність технологій вирощування кукурудзи різного рівня інтенсивності	27
Г. М. Господаренко, О. Д. Черно, В. В. Любич, В. П. Бойко. Засвоєння основних елементів живлення з ґрунту й мінеральних добрив пшеницею озимою на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу	35
Г. Д. Поспелова, Н. П. Коваленко, Н. І. Нечипоренко, В. Я. Кочерга. Вплив агрокліматичних факторів на розвиток основних хвороб сортів сої	45
Т. О. Рожкова. Вплив водних екстрактів рослин роду <i>Allium</i> на мікофлору насіння та розвиток проростків пшениці озимої	54
І. І. Бандура, А. С. Кулик, С. В. Чаусов, О. М. Цизь. Вплив складу рослинних субстратів на ефективність культивування істівних грибів <i>Cyclocybe aegerita</i> (V. Brig.), <i>Pleurotus eryngii</i> (DC.) Quel., <i>Pleurotus citrinopileatus</i> Singer та <i>Flammulina velutipes</i> (Curtis) Singer.	63
В. І. Крутякова, Н. В. Пиляк, В. Є. Дишлюк, О. М. Нікіпелова. Ефективність застосування біодобрив на основі осадів стічних вод очісних споруд м. Одеса	72
З. В. Білоусова, В. А. Кенєва, Ю. О. Кліпакова. Посівна якість насіння пшениці озимої залежно від компонентного складу протруйників	80
А. М. Звонар. Вплив погодних умов року та сортових особливостей на споживання азоту та формування якості зерна пшениці озимої	88
В. С. Медвідь. Ентомофауна пшениці озимої у Правобережному Лісостепу України	97

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Д. В. Бабенко, О. А. Горбенко, Н. А. Доценко, Н. А. Кім. Оптимізація конструктивних і кінематичних параметрів сепаратора насіння овочевих та баштанних культур	106
О. О. Лимар. Підвищення ефективності обробки жароміцних сталей в умовах неперервного точіння	114

ВІСНИК АГРАРНОЇ НАУКИ ПРИЧОРНОМОР'Я
публікує рецензовані оригінальні наукові та оглядові статті
з проблем аграрної науки та виробництва

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

До друку приймаються статті, що відповідають вимогам ДАК України та мають такі **необхідні елементи**: 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 даної проблеми і на які опирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується дана стаття; формулювання цілей статті (постановка завдання); виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням наукових результатів; висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

З метою дотримання вищезазначених вимог до наукової статті слід жирним шрифтом виділити такі елементи статті: постановка проблеми, аналіз актуальних досліджень, мета статті, виклад основного матеріалу, висновки і перспективи подальших досліджень.

Статті, які не відповідають вимогам до фахових статей, до друку не приймаються.

Обсяг статті – 10-12 сторінок. Розміри полів: ліве – 20 мм, праве – 20 мм, верхнє – 20 мм, нижнє – 20 мм. Статті необхідно готувати за допомогою текстового редактора Microsoft Word. Шрифт статті – Times New Roman Cyr, через інтервал 1,0, розмір – 14 pt.

Назва статті має бути короткою (до 10 слів), адекватно відбивати її зміст, відповідати суті досліджуваної наукової проблеми. При цьому слід уникати назв, що починаються зі слів: «Дослідження питання...», «Деякі питання...», «Проблеми...», «Шляхи...», в яких не відбито достатньою мірою суть проблеми.

Анотації (українською, російською та англійською) набирати курсивом 12 кеглем. Виклад матеріалу в анотації має бути стислим і точним (близько 50 слів). Слід застосовувати синтаксичні конструкції безособового речення, наприклад: «Досліджено...», «Розглянуто...», «Установлено...» (наприклад, «Досліджено генетичні мінливості... Отримано задовільні результати...»).

Реферат статті англійською мовою (від 300 до 350 слів) та ключові слова англійською мовою (від 5 до 10 слів). Треба надати професійний переклад реферату статті англійською мовою (завірений печаткою бюро перекладів або за підписом викладача кафедри іноземних мов вашого ЗВО, завірений відділом кадрів). Бажано надати цей реферат українською (російською) мовою.

Реферат статті англійською мовою повинен бути структурованим (слідувати логіці опису результатів у статті), інформативним (не містити загальних слів); оригінальним (не може бути калькою російськомовної анотації); змістовним (відображати основний зміст статті та результати досліджень).

Посилання в тексті подавати тільки у квадратних дужках, наприклад [1], [1, 6]. Посилання на конкретні сторінки наводити після номера джерела, потім через кому сторінку (маленьке с.), далі її номер (наприклад: [1, с. 5]). Якщо далі йде інше джерело, то ставити його номер через крапку з комою в тих самих дужках (наприклад: [1, с. 5; 4, с. 8]).

Усі цитати, мова оригіналу яких є іншою, подавати мовою Вісника й обов'язково супроводжувати їх посиланнями на джерело і конкретну сторінку.

Не робити посторінкових посилань, а подавати їх у дужках безпосередньо в тексті.

На всі рисунки й таблиці давати посилання в тексті. Усі рисунки мають супроводжуватися підрисунковими підписами, а таблиці повинні мати заголовки.

Рисунки виконувати у редакторі Microsoft Word за допомогою функції «Створити рисунок», а не виконувати рисунок поверх тексту. Написи на рисунках виконувати засобами Microsoft Word з тим, щоб редактор мав можливість зробити в них необхідні виправлення. У разі використання інших програм для створення рисунків надавати редакції на кожний рисунок окремий файл формату TIFF (незжатий – uncompressed) або формату JPG (найкращої якості – best quality).

Таблиці виконувати у редакторі Microsoft Word за допомогою функції «Додати таблицю». Кожна таблиця повинна займати не більше одного аркуша при розмірі шрифту TIMES тексту таблиці не менш ніж 12 кегль (книжкова орієнтація).

Рисунки та таблиці, розміщені на сторінках з альбомною орієнтацією, не допускаються!

Формули у статтях по всьому тексту набирати у формульному редакторі MS Equation – 3.0, шрифт TIMES, 10 кегль.

Автори мають дотримуватися правильної галузевої термінології (див. держстандарти).

Терміни по всій роботі мають бути уніфікованими.

Між цифрами й назвами одиниць (грошових, метричних тощо) ставити нерозривний пробіл.

Скорочення грошових та метричних одиниць, а також скорочення млн, млрд, метричних (грн, т, ц, м, км тощо) писати без крапки.

Треба розрізняти символи «—», «-» та «-». Перший із них у рукописах не використовують.

Якщо в тесті є аббревіатура, то подавати її в дужках при першому згадуванні.

Список використаних джерел, що приводиться наприкінці публікації, повинен бути оформлений відповідно до Національного стандарту України ДСТУ 8302: 2015 або згідно з вимогами APA (American Psychological Association). Сервіси, що допомагають оформити список джерел за стандартами, ви можете знайти на сайті Вісника.

Перелік посилань наводять, з індексами **DOI**, наведеними на сайті **www.crossref.org**.

Номер у списку літератури має відповідати лише одному джерелу.

Обов'язково наявність **транслітерованого списку літератури**, оформленого за міжнародним бібліографічним стандартом APA. Вимоги та рекомендації до транслітерування Ви зможете знайти на нашому сайті.

До редакційної колегії подається примірник тексту статті, підписаний авторами, надрукований на папері форматом А4 (див. Зразок оформлення статті), завірений примірник розширеної англійської анотації, а також їх електронна версія (файл з текстом статті, названий прізвищем автора (Стаття_Прізвище), файл з розширеною англійською анотацією (Анотація_Прізвище) та, за необхідності, файли з рисунками, графіками тощо). Обов'язково подається: квитанція про оплату, відомості про автора, угода про передачу авторських прав.

Статті направляють до редколегії звичайною поштою (у роздрукованому та електронному вигляді) та електронною.

Перед відправкою файла переконайтеся у тому, що дотримані всі вимоги редакційної колегії, наявні всі складові відправлення: стаття, анотації (укр., англ., рос.), ключові слова (укр., англ., рос.), реферат статті (англ.), переклад реферату (укр. або рос.), дані про автора(-ів) (Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання, посада, місце роботи, ORCID ID/Researcher ID, e-mail (буде надруковано у журналі та на сайті)).

Відповідальний секретар – Потриваєва Наталя Володимирівна (тел.: +380-512-580-595).

Технічний редактор – Кушнарєва Олена Михайлівна (тел.: +380-512-580-595).

Адреса редколегії: Миколаївський національний аграрний університет, вул. Георгія Гонгадзе, 9, м. Миколаїв, 54020, Україна; e-mail: visnyk@mnaeu.edu.ua

Порядок рецензування статей

Наукові статті, що надійшли до редколегії, обов'язково проходять рецензування. Форма рецензування статей – зовнішня (рецензування рукописів статей двома провідними спеціалістами з відповідної галузі науки). **Стаття проходить подвійне сліпе рецензування.**

Усі статті, відправлені для зовнішнього експертного огляду, перевіряються на оригінальність з використанням сервісу Unichек. Автори погоджуються з будь-якими необхідними перевірками оригінальності.

Наявність позитивної рецензії – недостатня умова для публікації статті. Остаточне рішення про доцільність публікації приймає редколегія.

Після прийняття рішення про публікацію технічний редактор інформує про це авторів, вказує терміни публікації та оплати.

Редакційна колегія залишає за собою право на редакційні виправлення

ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ СТАТТІ

УДК XXX.XX

НАЗВА СТАТТІ

Л. С. Прокопенко, науковий ступінь, вчене звання (не скорочувати)

ORCID ID: XXXX-XXXX-XXXX-XXXX / ResearcherID

Л. П. Чорнолата, науковий ступінь, вчене звання (не скорочувати)

ORCID ID: XXXX-XXXX-XXXX-XXXX / ResearcherID

Місце роботи

**Текст анотації* українською мовою (50-60 слів)*

Ключові слова: 4-7 ключових слів або словосполучень.

* Текст статті *

Список використаних джерел:

1. Іваненко І. І. Назва роботи. К. : Вища школа, 1999. 111 с.
2. Бобров М. І. Назва статті. *Назва журналу*. 1999. № 6. С. 23-25.

Л. С. Прокопенко, Л. П. Чорнолата. Название статьи

**Текст аннотации* російською мовою (50-60 слів)*

Ключевые слова: російською мовою.

L. Prokopenko, L. Chornolata. Name of the article

**Text of annotation* англійською мовою (50-60 слів)*

Keywords: англійською мовою.

L. Prokopenko, L. Chornolata. Name of the article.

**Text of annotation* розширена анотація англійською мовою (300-350 слів)*

Keywords: англійською мовою.

References:

**Транслітерований список використаних джерел* (оформлений за стандартом APA)*

Наукове видання

ВІСНИК
АГРАРНОЇ НАУКИ ПРИЧОРНОМОР'Я
Науковий журнал
UKRAINIAN BLACK SEA REGION
AGRARIAN SCIENCE
Scientific journal

Випуск **3 (107)**
Issue **2020**

Технічний редактор:	О. М. Кушнарьова
Комп'ютерна верстка:	О. В. Брашавецька
Перекладач-коректор з англійської:	Т. О. Кушова

Підписано до друку 27.08.2020. Формат 60 x 84 1/8.
Папір друк. Друк офсетний. Ум.друк.арк. 22. Тираж 300 прим. Зам. №
Ціна договірна.

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р

ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

УДК 339.92:332

DOI: 10.31521/2313-092X/2020-3(107)-1

РОЗВИТОК В'ІЗНОГО ТУРИЗМУ ЛЬВІВСЬКОЇ ТА МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТЕЙ

І. В. Гончаренко, доктор економічних наук, професор
Миколаївський національний аграрний університет
ORCID:0000-0001-9670-9812

В. Й. Жежуха, кандидат економічних наук, доцент
Національний університет "Львівська політехніка"

А. О. Твердовська, магістр
Миколаївський національний аграрний університет

Н. О. Скибінський, здобувач вищої освіти
Національний університет "Львівська політехніка"

У статті розглянуто потенціал туристичної діяльності Львівської та Миколаївської областей. На основі вивчення умов та особливостей регіонів виявлено перспективи розвитку в'їзного туризму. Виділено основні проблемні моменти туристичної сфери регіонів. Рекомендовано формування комплексного туристичного продукту та активне його просування на зовнішніх ринках.

Ключові слова: потенціал, туристична сфера, в'їзний туризм, туристичний продукт.

Постановка проблеми. Наявні у світовій економіці тенденції до збільшення обсягу вільного часу населення спричиняють попит на персоніфікацію ринку. У даному контексті формуються об'єктивні передумови поширення туризму. Бажання відвідати регіони, віддалені від місць постійного проживання, активізує процеси розвитку людського капіталу, формує туристичні потоки, які спричиняють інтенсифікацію господарювання регіонів, пом'якшення соціального і політичного напруження, поліпшення умов життя шляхом взаємообміну. Зростання кількісних та якісних параметрів в'їзного туризму є фактором розвитку економіки держав та регіонів і потребує комплексного підходу до реалізації їх туристичного потенціалу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В основу визначення туризму: "Діяльність осіб, що подорожують та здійснюють перебування в місцях, які знаходяться поза межами звичного середовища перебування, на період не більше одного року поспіль з метою відпочинку, лікування, діловою та іншою" [11], яке було сформульоване на Конференції з туризму та міжнародних подорожів Організації Об'єднаних Націй, що відбулася у Римі, 1963 р., покладено аспект попиту. Прискорений розвиток продуктивних сил, поглиблення поділу праці, розвиток урбанізаційних

процесів у світовій економіці докорінно змінювали суспільні моделі життєдіяльності людства, туризм перетворювався у форму проведення дозвілля, забезпечену діяльністю міжгалузевого комплексу надання рекреаційних послуг населенню, у складову глобалізації світової економіки [5].

Аристократичні екскурсії культурними пам'ятками Франції, Німеччини та, особливо, Італії, де збережено об'єкти туризму ще римських часів, набули поширення з 16 століття. Їх кількість швидко зростала, розширюючи географічний ареал подорожів, щоб охопити альпійські пейзажі протягом другої половини 18 століття, в періоди між європейськими війнами. З часом ексклюзивність туристичних подорожів значно знизилася, коли представники комерційних, професійних та промислових середніх класів почали брати участь у подібних екскурсіях. На початку 19 століття європейські подорожі заради здоров'я, дозвілля та культури стали загальною практикою серед середнього класу. Туризм зазнавав значних втрат під час воєн, хоча згодом він став включати паломництво до могил та місць битви, а починаючи з другої половини XX століття стабільно зростає кількість осіб, що формують міжнародні туристичні потоки. Сучасний туризм – це все більш інтенсивний, комерційно організований, орієнтований на бізнес комплекс

діяльності, коріння якого можна знайти на промисловому та постіндустріальному Заході.

Потенціал розвитку в'їзного (іноземного) туризму для України є значним, а його реалізація – пріоритетною, як вагомий чинник поповнення валютних надходжень державного бюджету та створення додаткових робочих місць [4]. В'їзний (іноземний) туризм – це поїздки відвідувачів-нерезидентів у регіони, які розташовані поза місцями їх проживання [9].

В Україні є всі передумови для інтенсивного розвитку в'їзного туризму, насамперед багата історична і культурна спадщина (пам'ятки національного та міжнародного значення), унікальні природні умови – наявність морських берегів Чорного та Азовського морів, ландшафти, сприятливий клімат. Науковий та промисловий потенціал України – основа для розвитку наукових та ділових подорожей.

Для туристичної сфери України останні роки стали доволі складними.

Згідно з даними United Nations World Tourism Organization за період з 2011 по 2018 рік, кількість осіб, що відвідали Україну, оплативши тур в туристичній компанії, загалом зменшилася з 234 до 52 тис. Також після різкого скорочення з 21, 4 млн до 12,7 млн у 2014 році кількість туристів, які використовували інші форми організації подорожів, поступово збільшувалася до понад 14 мільйонів [12].

Тому виникає потреба активізації зусиль на розвитку діяльності, спрямованої на створення пакетів туристичних послуг підприємствами, що займаються на території приймаючих регіонів розміщенням, харчуванням, транспортуванням,

організацією дозвілля тощо та просування їх на світових ринках [6].

Метою роботи є дослідження умов та особливостей здійснення діяльності в галузі туризму Львівської та Миколаївської областей, перспектив її поширення та розробка рекомендацій щодо формування комплексних туристичних пропозицій для розвитку в'їзного туризму регіонів.

Виклад основного матеріалу. Туризм – поняття багатоаспектне, у вузькому розумінні – це форма активного відпочинку (подорожі, екскурсії та походи, спортивні розваги, культурний розвиток громадян), у широкому розумінні – це галузь економіки (забезпечення зайнятості населення, збільшення грошових надходжень, формування туристичного ринку). Розвиток туризму та економічні вигоди від туристичної діяльності роблять його одним із найважливіших галузей економіки регіонів з точки зору динаміки економічних процесів, поліпшення соціальної складової, збереження довкілля та відновлення культурної спадщини. Привабливість національного туристичного сектора стимулює зростання туристичних потоків та забезпечує соціально-економічний розвиток країни. Історично склалося, що Львівщина є регіоном, де перспективи туристичної та курортної галузі були й залишаються одними з якнайкращих в Україні. Миколаївська область не має яскраво вираженої рекреаційної орієнтації, туристичні потоки, що фіксуються Головним управлінням статистики у Миколаївській області, спрямовуються переважно за кордон, тому результати значно скромніші (табл. 1).

Таблиця 1

Кількість туристів, обслужених туроператорами та турагентами, осіб

Роки	Кількість туристів, обслужених туроператорами та турагентами		В'їзні (іноземні) туристи	
	Львівська область	Миколаївська область	Львівська область	Миколаївська область
2011	128709	27934	12955	3973
2012	124013	20375	19033	4179
2013	188520	19003	16162	5108
2014	92128	9148	2015	–
2015	112472	7464	3057	–
2016	181827	9023	8370	–
2017	175150	11805	6042	9
2018	182255	19002	7617	5
2019	249442	25107	7929	–

Сформовано автором на основі [1;2;10]

Цілком очевидно є порівняльна успішність Львівської області у галузі туризму, а дослідження туристичного потенціалу двох областей дає підстави стверджувати про

можливість формування комплексних туристичних пропозицій, що підвищить реалізацію можливостей обох регіонів (табл. 2).

Таблиця 2

Туристичний потенціал Львівської та Миколаївської областей

Категорія	Область	
	Львівська	Миколаївська
1	2	3
Природно-заповідний фонд	Національний природний парк «Сколівські Бескиди», Яворівський національний природний парк, Національний природний парк «Північне Поділля», Державний природний заповідник «Розточчя», внесений рішенням ЮНЕСКО до Всесвітньої мережі біосферних резерватів.	Миколаївський зоопарк, Національний природний парк «Білобережжя Святослава», Національний природний парк «Бузький Гард», пороги Південного Бугу (одна з найпопулярніших у Європі трас для водного слалому), унікальні скелі Бузького каньйону (популярні серед альпіністів та скелелазів для тренувань та змагань), природний заповідник «Єланецький степ» (створений для збереження в природному стані ландшафтів степової зони Правобережної України на загальній площі 1675,7 га), Регіональні ландшафтні парки «Гранітно-степове Побужжя», «Тилігульський», «Кінбурнська коса» та «Приінгульський».
Лікувально-оздоровчі ресурси	Близько 200 лікувальних джерел мінеральних вод 7 типів, лікувальних грязей, найбільше в Україні родовище озокериту. На базі цих унікальних ресурсів розвиваються відомі в Україні та за кордоном курорти Трускавець, Східниця, Моршин, Немирів, Великий Любін, Шкло	Піщані пляжі на берегах Чорного моря та лиманів, довжиною близько 140 км, запаси лікувальних грязей, особливо Тилігульського та Бейкушського лиманів з геологічними запасами понад 2 млн куб. м, джерела мінеральної води із затвердженими запасами до 1 тис. куб. м, 141 об'єкт природно-заповідного фонду, площею близько 75,5 тис. га або 3,07 відсотки території області.
Гірський туризм/пляжний відпочинок	Надзвичайно цікаві маршрути пролягають на вершини Пікуй, Парашку, Маківку, Ямельницю, Труханів. І все ж Карпати більш відомі гірськолижними центрами. Засніжені схили Славського, Тисовця, Плаю, Волосянки, Орявчика, Сколе, Розлуча, Турки, Верхнього	Зони відпочинку Коблеве, Рибаківка, Чорноморка та Очаків.
Історико-культурні/архітектурні/археологічні заповідники	Державний історико-архітектурний заповідник у Львові, Державний історико-архітектурний заповідник у Жовкві, Державний історико-культурний заповідник в Белзі, Державний історико-культурний заповідник «Личаківський цвинтар» у Львові, Державний історико-культурний заповідник «Нагуєвичі», Музей-заповідник «Золочівський замок», Державний музей-заповідник «Олеський замок».	Історико-археологічний заповідник «Ольвія» та острів Березань (залишки поселень стародавніх греків)
Об'єкти, які включено до Списку Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО	Ансамбль історичного центру Львова та чотири дерев'яні церкви: церква святого Юрія XVI–XVII ст., Пресвятої Трійці 1720 року, Собор Пресвятої Богородиці 1838 року, Зіслання Святого Духа 1502 року.	
Обсерваторії/об'єкти мілітарі історії		Яхт-клуб, музей ракетних військ стратегічного призначення, подібний якому у світі є тільки у США, Унікальна Миколаївська астрономічна обсерваторія, єдиний в Україні музей суднобудування і флоту, Миколаївський обласний краєзнавчий музей «Старофлотські казарми»

Продовження таблиці 2

1	2	3
Культові споруди	Розташовано 1235 культових споруд, серед яких 999 споруд (церкви та дзвіниці) – пам'ятки архітектури, з них 398 – національного значення, 601 – місцевого значення. Особливе місце в культурній спадщині області займають пам'ятки дерев'яної сакральної архітектури, яких понад 600 об'єктів	На березі Інгулу знаходиться пам'ятка архітектури 1904 року – Свято-Михайлівський жіночий монастир (Пелагеевська церква). Церква трьохпрестольна, 12. 3 1996 року тут діє жіночий монастир.
Сільський туризм/народні промисли	Народні умільці, які від батька до сина передають своє ремесло. Тут зосереджені осередки ткацтва, вишивки, гаварецької кераміки, лозоплетіння, писанкарства, ковальства, ґердану, гаварецької кераміки, глинянських килимів, гутного скла, художньої обробки металу та шкіри, яворівської іграшки.	В області пропонують свої послуги 74 об'єкти сільського туризму, найбільш популярними серед них є: страусина ферма «Кременівський страус» (с. Кременівка Веселинівського району); комплекс рибалки і відпочинку «Золота підкова» (с. Кандибине Новоодеського району); ферма «Саванна» (с. Ставки Веселинівського району); розважальний центр «Козацька застава» (смт Костянтинівка Арбузинського району).

Сформовано автором на основі [7;8]

Сьогодні поряд з низкою позитивних тенденцій існує ряд проблемних питань, які гальмують розвиток туристично-рекреаційної та санаторно-курортної сфери області. Відтак, їх швидке й ефективне вирішення (або мінімізація їх впливу) дозволить створити необхідні передумови для підвищення якості туристичних послуг, що означатиме створення нових туристичних продуктів, залучення більшої кількості туристів та відвідувачів для оздоровлення й лікування, розвиток туристичної та лікувально-оздоровчої бази тощо.

До таких актуальних проблем галузі на сьогодні можна віднести:

- неефективне використання туристично-рекреаційних можливостей у районах області та сільській місцевості;
- неналежне й нераціональне використання туристичних можливостей об'єктів природо-заповідного фонду, стійка загроза для унікальних санаторно-курортних ресурсів;
- низький рівень розвитку туристичної та рекреаційної інфраструктури;
- неналежний стан, а подекуди взагалі відсутність впорядкованих (облаштованих) туристичних маршрутів (брак обладнаних місць короткочасного відпочинку, гірських туристичних притулків, недостатня кількість ознакованих і впроваджених шляхів активного туризму (пішохідних, велосипедних, водних тощо) та недостатня їх популяризація);
- недостатня забезпеченість інформацією як туристів, так і підприємців, що працюють у сфері туризму (карт, інформаційно-довідкової продукції тощо), слабкий рівень забезпечення візуальною туристичною інформацією, недостатність дорожніх вказівників і туристично-інформаційних знаків;

– незадовільний стан пам'яток історико-архітектурної спадщини;

– незадовільний стан доріг та під'їздів до об'єктів туристичної та курортної сфери, недостатнє використання транспортних можливостей для перевезення туристичних потоків;

– низький рівень державної підтримки суб'єктів туристичної діяльності;

– недостатнє забезпечення професійними кадрами галузі туризму, курортів і рекреації;

– неефективна діяльність відповідних структур щодо забезпечення екологічної безпеки територій для розвитку рекреаційного бізнесу;

– слабка співпраця місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування у розвитку туризму в регіоні;

– недостатня доступність регіону для іноземних туристів (відсутність логістики інформації іноземною мовою тощо);

– низький рівень доступності регіону для інклюзивного туриста.

Безумовно, вказаний перелік не є вичерпним, існують інші проблемні питання, які потребують також уваги й значних зусиль для їх успішного вирішення.

Найбільш проблемними питаннями розвитку туристично-рекреаційної сфери Миколаївської області є: обмежена пропозиція якісних туристичних продуктів на ринку; низька якість рекреаційно-туристичної інфраструктури; проблеми інженерної інфраструктури на туристично-рекреаційних територіях (незадовільне водопостачання та водовідведення, погані дороги та відсутність під'їздів до багатьох туристичних об'єктів тощо); занедбаність пам'яток історико-архітектурної спадщини, які можуть бути задіяні у сфері туризму; відсутність поінформованості

потенційних туристів про можливості рекреаційно-туристичного потенціалу області; низька ідентифікація регіонального продукту на національному і міжнародному туристичному ринках.

Результати проведеного аналізу свідчать про те, що основна проблема у регіонах – це відсутність Програм розвитку туризму, де чітко визначено перелік ефективних заходів на регіональному та місцевому рівнях.

До таких заходів першочергово необхідно включити:

- формування конкурентоздатних туристичних продуктів;
- забезпечення безпечного та комфортного транспортного обслуговування, проживання, харчування;
- підвищення кваліфікації персоналу, що працює в туристичній галузі.

Проблемою також залишається вихід на світові ринки, насамперед через відсутність якісної реклами готелів, турів. У цілому, більшість компаній працюють переважно на вивіз туристів, а отже й коштів за кордон, тобто на „імпорт вражень” [3]. Вирішення наявних проблем позитивно вплине на економічний та соціальний розвиток країни.

Перспективним напрямом активізації туристичних потоків не тільки в окремому регіоні, але і продовження маршрутів до потенційно привабливих туристичних центрів України, є формування комплексних туристичних продуктів на основі поєднання потенціалів різних регіонів країни. Вивчивши запити вітчизняних та іноземних туристів, ми спостерігаємо наявний попит, протягом теплого сезону на туристичні продукти Миколаївської області. Вигідне розташування області, унікальні кліматичні умови, пляжі Чорного моря, історико-культурні пам'ятки створюють сприятливі умови для нарощування обсягів надання туристичних послуг.

Для підвищення конкурентоспроможності туристичної галузі Львівщини та Миколаївщини як регіонів туристичного, курортного та рекреаційного значення потрібно удосконалити процес відтворення якісного туристичного продукту. Особливо для Миколаївщини потрібне створення і просування туристичного бренду на внутрішньому та міжнародному туристичних

ринках. Активізація міжнародної та міжрегіональної співпраці у сфері туризму, курортів і рекреації.

Взаємодія транспортного комплексу з туристичним взаємовигідна. Регіони мають пряме залізничне сполучення, найближчим часом прогнозується можливість авіаперельотів з пересадкою у Києві. Потрібна рекламна кампанія, непогані умови для старту якої створює проведення в регіонах міжнародних масових заходів. У м. Миколаєві доцільним є започаткування щорічного бізнес-форуму "Міжнародний туризм", що стане потужним джерелом інформації для представників міжнародного туристичного бізнесу.

Висновки. Наявні у регіонах ресурси формують їх абсолютні переваги на ринку туристичних послуг та можуть бути посилені пропозицією комплексних туристичних продуктів, формуванням спеціалізації на міжнародному ринку, гнучкою ціновою політикою в слабкі сезони. Важливим завданням є зосередження на перспективних видах бізнесу й на основі їх особливостей формування бренду рекреаційних послуг, які можуть бути конкурентоспроможними на міжнародному рівні. Необхідно оновлення існуючих продуктів, розширення переліку супутніх послуг, неординарного представлення чи реалізації. Особливої уваги заслуговує комплекс заходів, спрямованих на посилення діяльності ключових стейкхолдерів, зокрема бізнес структур, залучення місцевих громад, влади, їх залученості до розвитку рекреаційного потенціалу в регіонах. Поряд з цим, необхідно надалі виявляти та реалізувати конкурентні переваги регіонів та рекреаційної галузі, а також нарощувати ресурсне забезпечення рекреаційного потенціалу. Інновації в туристичній сфері варто спрямувати на розвиток транспортного обслуговування та гостинності, запровадження високих стандартів в готельному бізнесі під час формування нового туристичного продукту. Але першочерговим завданням є створення туристичного бренду регіонів, який поєднає потужний рекреаційно-ресурсний потенціал, достатню матеріально-технічну галузі туризму, інфраструктуру у високоякісному конкурентоспроможному туристичному продукті.

Список використаних джерел:

1. Головне управління статистики у Львівській області. Кількість туристів, обслугованих туроператорами та турагентами, за видами туризму (2000—2019). URL: https://www.lv.ukrstat.gov.ua/ukr/si/inf_2009.php?vid=1&code=24&ozn_news=1&show=1&show2=1 [Дата останнього доступу 03.08.2020]
2. Головне управління статистики у Миколаївській області. Кількість туристів, обслугованих туроператорами та турагентами, за видами туризму (2000—2019). URL: <http://www.mk.ukrstat.gov.ua/> [Дата останнього доступу 03.08.2020]

3. Гончаренко І. В. Стратегічні напрями реалізації рекреаційного потенціалу регіону. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2015. № 4. С.13-19.
4. Кадацька Ю. А. Релігійний туризм в Україні. Предмет «Маркетинг туризму» URL: <http://tourism-book.com/books/book-29/chapter-1346/>.
5. Любіцева О.О. Ринок туристичних послуг. К.: Альтерпрес, 2002. 436 с.
6. В'їзний туризм./ М.О.Михайловський, П.Ф. Коваль, А.Н.Олешугіна та ін. Ніжин, 2010. 304 с.
7. Програма розвитку туризму та курортів у Миколаївській області на 2016-2020 роки. URL: <https://www.mk-oblrada.gov.ua/oblasni-programy>
8. Програма розвитку туризму, курортів і рекреації у Львівській області на 2018–2020 роки URL: https://loda.gov.ua/upload/users_files/32/upload/Programa%20rozvYtku%20turYzmu%2C%20kurortiv%20i%20rekreacii%20u%20L.o.%20na%202018-2020%20rokY.pdf
9. Професійна юридична система, словник законодавчих термінів URL: <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1078.14233.0>.
10. Статистичний збірник Регіони України: статистичний збірник. / Державна служба статистики України.; За редакцією І.Є. Вернера 2019. – 315с.
11. Doc. U.N. Economic and Social Council, Final Report of the United Nations Conference of International Travel and Tourism, E/3839, E/Conf. 47/14. Sept. 26, 1963. P. 1. 12. Country Profile – Inbound Tourism. URL: <https://www.unwto.org/country-profile-inbound-tourism>

И. В. Гончаренко, В. Й. Жежуха, А. О. Твердовская, Н. О. Скибинский. Развитие въездного туризма Львовской и Николаевской областей.

В статье рассмотрен потенциал туристической деятельности Львовской и Николаевской областей. На основе изучения условий и особенностей регионов выявлены перспективы развития въездного туризма. Выделены основные проблемные моменты туристической сферы регионов. Рекомендовано формирование комплексного туристического продукта и активное его продвижение на внешних рынках.

Ключевые слова: потенциал, туристическая сфера, въездной туризм, туристический продукт.

I. V. Honcharenko, V. J. Zhezhuha A. O. Tverdovska N. O. Skibinski. Development of inbound tourism of Lviv and Mykolaiv regions

The statistic has revealed the potential of tourist activity of Lviv and Mykolaiv regions. On the basis of the study of conditions and the peculiarities of the regions, the prospects for the development of tourism were revealed. The main problematic moments of the tourist sphere of the regions were highlighted. It is recommended to formulate a complex tourist product and promote it actively on the foreign markets.

Keywords: potential, tourism, tourism, tourism product.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КЛОНОВОЇ ПІДЩЕПИ ПУМІСЕЛЕКТ У ТОВАРНИХ РОЗПЛІДНИКАХ

Г. В. Коваленко, кандидат економічних наук

ORCID ID: 0000-0002-7306-4270

Миколаївський національний аграрний університет

В. Д. Бушилов, аспірант

Уманський національний університет садівництва

У статті висвітлено результати дослідження промислових технологічних моделей вирощування клонової підщепи для кісточкових культур відсадками і живцями. Встановлено ефективність діяльності базових етапів вирощування (вертикальні відсадки, горизонтальні відсадки, маточно-живцевий сад, шкілька). Висвітлено проблеми, які виникають в процесі виробництва відсадків за різними технологічними моделями, та запропоновано напрямки їх вирішення з урахуванням специфіки регіону і культури. Доведено і обґрунтовано переваги перспективного напрямку вирощування підщепи пуміселект здерев'янілими живцями.

Ключові слова: клонова підщепа, спосіб розмноження, економічна ефективність, рентабельність, прибутковість.

Постановка проблеми. Нарощування виробництва кісточкових культур значною мірою базується не тільки на збільшенні площі, яку вони займають, але й на суттєвому підвищенні врожайності, що є більш раціональним і ефективним. У свою чергу збільшення продуктивності насаджень досягається за рахунок втілення новітніх елементів технологічного процесу і перспективних сортів [8]. Находять місце в садівництві енергозберігаючі технології, які передбачають щільне розміщення плодівих дерев, формування компактної крони, що передбачає використання клонових підщеп, головним чином – карликових [1, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Світова практика показала доцільність введення насаджень на слабкорослих підщепах для таких культур, як яблуні та груші [3, 5, 6, 9]. Завдяки наполегливій роботі в останні десятиріччя значні успіхи відмічаються в селекції підщеп для кісточкових культур [4]. Вони адаптовані до кліматичних і ґрунтових умов багатьох регіонів товарного плодівництва. На жаль, в Україні майже не закладаються насадження кісточкових культур на клонових підщепах. Однією з головних причин тому є відсутність посадкового матеріалу.

В Україні проблемі розмноження клонових підщеп для персика і сливи тільки останнім часом почали приділяти належну увагу [4]. На погляд фахівців в галузі садівництва, перспективною

підщепою для кісточкових культур може бути карликова клонова підщепа пуміселект (*Pumiselect*), яка на попередньому етапі сортівивчення виявилася достатньо привабливою для вирощування саджанців абрикоса, аличі, персика та сливи.

Як у свій час відмічав академік В. І. Едельштейн, виробництво сільськогосподарської продукції «...в кінцевому підсумку визначається невблаганними законами економіки». Настала необхідність порівняти способи розмноження клонової підщепи пуміселект, які знаходять місце в промислових розплідниках, виявити їх переваги і недоліки, і в кінцевому результаті дати об'єктивну організаційно-економічну оцінку кращому з них для товарних виробників.

Треба відмітити, що малочисельні публікації з проблеми розмноження клонових підщеп присвячені тільки окремим технологічним аспектам виробництва [4]. Організаційне й економічне обґрунтування доцільності їх вирощування представлене лише в авторефератах у стислій формі. Порівняльний аналіз вирощування клонових підщеп відсадками і здерев'янілими, наскільки відомо, в Україні взагалі не проводився.

Метою дослідження є проведення порівняльного аналізу способів вирощування саджанців кісточкових культур на клонових і вегетативних підщепах, удосконалення базових

елементів їх розмноження. Визначення головного напрямку їх виробництва з урахуванням специфіки регіону й економічної ефективності виробництва клонової підщепи пуміселект для кісточкових культур родини Сливові відсадками (вертикальні, горизонтальні) і живцями (здерев'янілі).

Виклад основного матеріалу. Плодівництво, як галузь сільського господарства України, в останні десятиріччя знаходиться на підйомі. Відмічається позитивна динаміка у збільшенні площ, які займають плодові насадження (у тому числі і кісточкові культури), урожайності і валовому надходженні продукції. Клонова підщепа пуміселект проявила достатню адаптивність для специфічного клімату південного регіону України. Технологічний процес при її виробництві достатньо механізований. Частково ручна праця використовується лише під час заготівлі відсадок, їх сортуванні і маркуванні.

З урахуванням тих обставин, що розмноження клонових підщеп, у тому числі клонової підщепи пуміселект способом живцювання в Україні не вивчалось, було проведено дослідження, на першому етапі яких виявлено суттєві резерви покращення організаційно-економічних показників.

Для пошуку перспективних способів розмноження клонової підщепи пуміселект в умовах Південного регіону України було проведено досліди протягом 2016-2019 рр. на дослідному полі ТОВ «Підгур'ївське» Миколаївської області (на базі філії кафедри виноградарства і плодовоовочівництва Миколаївського національного аграрного

університету). Маткові насадження були закладені оздоровленим посадковим матеріалом, отриманим від компанії Lodder Unterlagen з Німеччини. Ділянка, на якій знаходилися маточники, виділена з польової сівозміни. Попередник – чорний пар. Схема розміщення маткових рослин матково-живцевого саду: 3,0х1,0. Схема розміщення маткових рослин 3,0х1,0 м (горизонтальні відсадки), 3,0х0,5м (вертикальні відсадки). Заготівля живців для їх висаджування в шкілку проводили напередодні в осінні (І декада жовтня) і весняні (І декада березня) строки. Заготівлю підщеп зі шкілки проводили в ІІІ декаді жовтня. Відділення підщеп на маткових насадженнях вертикальних і горизонтальних відсадок проводили в ІІІ декаді жовтня. Сортування підщеп незалежно від способу вирощування виконували згідно з вимогами ДСТУ 4791:2007. Підготовка ділянки, висадка, догляд за насадженнями здійснювалися згідно із загальноприйнятими технологіями і рекомендаціями по догляду за матковими насадженнями клонових підщеп. Розрахунки економічної ефективності вирощування підщеп способом відсадок і живцюванням здійснювали за умов діючих трудових відношень між працівниками і підприємством.

Вегетативно прийнято розмножувати рослини, які в природних умовах придатні до формування коренів на паростках. У товарному розплідництві найбільше поширення отримало їх розмноження відсадками і живцями.

Технологічна модель вирощування клонових підщеп відсадками передбачає вкоріненість пагонів без їх відділення від маткових рослин (рис. 1).

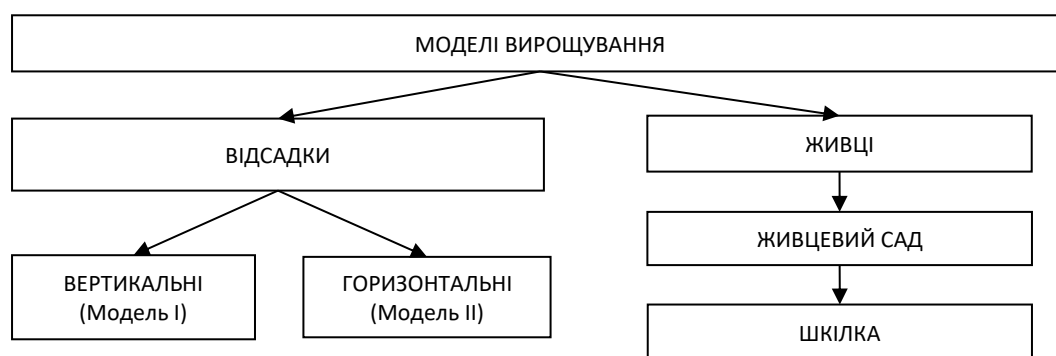


Рис. 1. Технологічні моделі вирощування клонових підщеп плодових культур

Технологічна модель вирощування підщеп здерев'янілими живцями передбачає вкоріненість відокремлених останніх на окремих грядках, де набагато простіше оптимізувати параметри навколишнього середовища, які в першу чергу необхідні для вкоріненості. Не виникає особистих проблем у створенні прийнятних умов для росту і розвитку маткових рослин, де кінцевою метою є

тільки отримання достатньо розвинутих пагонів. З урахуванням динаміки температури повітря і опадів протягом травня...вересня і при штучному зрошенні правомірно припустити, що обидві технологічні моделі мають право на існування.

Класична технологія вирощування клонових підщеп для плодових культур представлена вертикальними і горизонтальними відсадками.

Якість підщеп і їх кількість, отриманих способом вертикальних відсадків, нижча, ніж способом горизонтальних відсадків, але їх можливо отримувати щорічно, тоді як горизонтальними відсадками – через рік. Тому в товарних розплідниках частіше за все використовують вертикальний спосіб розмноження підщеп, меншою мірою – горизонтальний.

Дотримання всіх основних елементів технологічного процесу дає можливість рослинам реалізувати свій біогенетичний потенціал в достатній мірі. Інтенсивні ростові процеси пагонів забезпечуються за рахунок маткових рослин (табл. 1). При цьому одна маткова рослина при веденні моделі І «Вертикальні відсадки» залежно від ступеня розвитку формує 8-16 пагонів.

Таблиця 1

Економічна ефективність вирощування клонових підщеп вертикальними і горизонтальними відсадками (площа 1га), у середньому за 2016-2019 рр.

Показники	Відсадки	
	вертикальні	горизонтальні
Продуктивність, тис. штук	119,44	343,44
Укоріненість (стандартні підщепи), %	60,35	36,69
Вихід підщеп, тис. шт.,	119,44	343,44
у тому числі:		
– 1-й товарний ґатунок	28,64	54,64
– 2-й товарний ґатунок	43,44	71,36
– стандартні (1-й та 2-й т. г.)	72,08	126,00
– нестандартні	47,36	217,44
Вартість товарної продукції, грн,	122440,00	216320,00
у тому числі:		
– 1-й товарний ґатунок	57280,00	109280,00
– 2-й товарний ґатунок	65160,00	107040,00
– стандартні (1-й та 2-й т. г.)	122440,00	216320,00
– нестандартні	0,00	0,00
Витрати на вирощування, тис. грн	62367,00	103314,00
Прибуток, тис. грн	60073,00	113006,00
Витрати праці люд.-год.,		
всього	984,00	2816,00
– на 1 тис. підщеп	13,65	22,35
Середня ціна реалізації 1 шт., грн	1698,67	1716,82
у тому числі:		
– 1-й товарний ґатунок	2000,00	2000,00
– 2-й товарний ґатунок	1500,00	1500,00
Собівартість 1 тис. шт., грн	865,25	819,95
Рівень рентабельності, %	96,32	109,38

За своїми біометричними показниками надземної частини значна їх частка відповідала умовам, що дає підставу віднести їх до стандартних клонових підщеп. Але процес коренеутворення проходив повільно. Це призвело до того, що слабко розвинена коренева система на значній частці пагонів не відповідала вимогам, які висуваються до якісних підщеп 1 і 2-го ґатунків. У кінцевому результаті частка стандартних підщеп в структурі продуктивності розплідника склала 60,35%.

У моделі ІІ «Горизонтальні відсадки» протягом першого року ведення насаджень пагони не підгорталися і, як слідство – не мали можливості вкорінюватися. Закріплення в ґрунті навесні приростів минулого року сприяло рівномірному пробудженню бруньок, а згодом – і відростанню пагонів. На період заготівлі підщеп

число пагонів на одному куці було в 2-3 рази більше, ніж тоді, коли вони вирощувалися способом вертикальних відсадків. Загальний вихід стандартних відсадків склав 216,32 тис. шт./га, що в 1,75 разів більше відповідно. Доцільно відмітити, що в структурі продуктивності маткових насаджень моделі ІІ «Горизонтальні відсадки» значна частка підщеп відносилася до нестандартних (63,31%). Вони мали перш за все малий діаметр кореневої шийки, що виключило їх з числа стандартних. Крім того, у них була недостатньо розвинута коренева система.

Значна частка клонових підщеп залишається в розплідницьких господарствах для виробництва саджанців. Низка невеликих садівничих господарств вирощують щеплені саджанці, при цьому не вирощують підщепи, а проводять

закупівлю їх в спеціалізованих підприємствах. Середня оптова ціна, залежно від якості підщеп і культури, коливається в межах 1,5-3,0 тис. грн/тис. шт. Ураховуючи якісний склад підщеп, продуктивність маткових насаджень і середню ціну реалізації, вартість товарної продукції для моделі «Вертикальні відсадки» склала 122,44 тис. грн, «Горизонтальні відсадки» – 216,32 тис. грн.

На перший погляд складається враження, що доцільно вирощування саджанців горизонтальними відсадками тому, що вони мають більшу вартість товарної продукції. Але слід враховувати, що при вирощуванні відсадків в технологічній моделі «Горизонтальні відсадки» надходження продукції, як вже наголошувалося, є через рік, в моделі I «Вертикальні відсадки» – щорічно. Вартість продукції за загальний цикл вирощування в моделі II «Вертикальні відсадки» буде складати більше, ніж в моделі «Горизонтальні відсадки» на 13,2%, що відповідає 244,88 тис. грн.

Суттєві відмінності відмічаються в порівнювальних моделях за таким показником, як кількість витрат, пов'язаних з вирощуванням відсадків. Все ж таки технологічний процес вертикальної культури маткових насаджень в теперішній час значною мірою механізований. Ручні роботи виконуються лише під час сортування відсадків, їх пакування і маркування. Горизонтальна культура маткових насаджень протягом першого року вирощування не викликає труднощів за доглядом за рослинами. Але на другий рік є доволі широкий спектр робіт, які потребують задіяння ручної праці, пов'язаної з розкладанням, прищипленням пагонів вздовж рядків, 1-2 – разовою просапкою в рядку та іншим роботами. Достатньо трудомістким елементом вирощування є відокремлювання пагонів, які з метою запобігання ушкодженню маткових рослин проводять також вручну. Таким чином, трудомісткі витрати для технологічної моделі «Вертикальні відсадки» на 63,74% є меншими на одиницю продукції, ніж в моделі «Горизонтальні відсадки», що значною мірою впливає на прибутковість і рентабельність їх виробництва.

Незважаючи на суттєві недоліки, культура маткових насаджень вертикальними відсадками отримала більше розповсюдження ніж культура горизонтальними відсадками. Так, за два роки по вертикальних відсадках прибуток буде складати 120,15 тис. грн/га при рівні рентабельності 96,32%, при горизонтальній культурі – 113,01 тис. грн/га і 109,38% відповідно.

Вирощування клонів підщеп здерев'янілими живцями в технологічному процесі має

суттєві відмінності. Виділяють принципово важливі і специфічні дві складові виробництва: матково-живцевий сад і шкілка. Вегетативне розмноження живцюванням в плодівництві використовується головним чином для розмноження невеликої групи рослин (обліпиха, порічки, смородина), які здатні добре формувати кореневу систему на живцях.

Технологія ведення матково-живцевого саду достатньо проста і не потребує великих матеріальних, грошових і трудових витрат. Всі заходи спрямовані на отримання добре розвинутих пагонів. Немає потреби в трудових ресурсах з високою кваліфікацією садівника. Ручна робота застосовується лише в осінній або весняний період і направлена на заготівлю пагонів для живцювання. Всі інші види робіт по догляду за рослинами і обробітку ґрунту протягом року повністю механізовані.

З урахуванням різноякісного за біометричними показниками посадкового матеріалу, який використовується під час закладення матково-живцевого саду, незважаючи на дотримання якісного і вчасного проведення агрозаходів протягом всього циклу експлуатації насаджень, масив рослин залишається достатньо барвистим. Число пагонів, їх довжина, навіть сусідніх рослин, може суттєво різнитися між собою. Навіть у випадку, коли загальна довжина приросту декількох рослин є однаковою, структура пагонів, з яких заготовляють живці, може бути різною. Велике значення мають такі показники, як число пагонів і їх середня довжина. Ці обставини в кінцевому результаті впливають на продуктивність насаджень, визначають доцільність їх експлуатації.

Облік і розрахунки показали, що погодні умови, за існуючої технології ведення насаджень, дозволяють отримати з однієї маткової рослини 25-50 пагонів, довжина яких складає 50-200 см. Звісно, чим менше навантаження пагонами на маткову рослину, тим більше довжина пагонів, і навпаки, більше навантаження маткової рослини пагонами приводить до послаблення ростових процесів. Як видно з даних таблиці 2, середнє число пагонів на одній рослині дорівнює 25, довжина – 180 см по I технологічній моделі «Вертикальні відсадки», у моделі II «Горизонтальні відсадки» – 50 пагонів, у яких середня довжина 90 см. Таким чином, різні структурні складові маткової рослини дозволяють отримати однакове число пагонів з одиниці площі, яке складає 749,92 тис. шт./га.

Таблиця 2

**Економічна ефективність ведення матково-живцевого саду (площа 1 га),
у середньому за 2016-2019 рр.**

Показники	Технологічна модель	
	I – 25/180	II – 50/90
Число пагонів, тис. шт.	83,32	83,32
Загальна довжина приросту, тис. м	149,98	149,98
Вартість товарної продукції, тис. грн	16,66	12,50
Витрати на вирощування, тис. грн	14,50	16,32
Прибуток, тис. грн/га	2,16	-3,82
Витрати праці люд.-год, всього	550,00	710,00
на 1 тис. пагонів	6,60	8,52
Середня ціна реалізації 1 тис. пагонів, грн	200,00	150,00
Собівартість 1 тис. пагонів, грн	174,02	195,86
Рівень рентабельності (збитковості), %	14,93	-23,41
<i>Примітка:</i>		
Число пагонів/рослина	25	50
Довжина пагона, см	180	90
Число живців/пагін	9	4,5

Загальна вартість пагонів визначалася їх кількістю з урахуванням якості. З цієї причини вартість пагонів в моделі I (25/180) дещо перевищувала вартість пагонів в моделі II (50/90). Відповідно, пагони довжиною 200 см були дорожчими, ніж пагони, довжиною 90 см, їх вартість 200,00 грн/тис. шт. і 150,00 грн/тис. шт. Якщо розглядати витрати, пов'язані з утриманням насаджень на високому агротехнічному рівні, то основна стаття витрат припадає на заготівлю пагонів. Заходи, пов'язані з обробкою ґрунту, захистом рослин від шкідників і хвороб, є незначними.

У той же час, зіставляючи надходження та витрати, пов'язані з отриманням пагонів, в технологічній моделі I (25/180) прибуток є незначним (2,16 тис. грн/га), в технологічній моделі II (50/90) – матково-живцевий сад є збитковим. Вартість продукції буде незначно перевищувати витрати на їх вирощування, або буде менше витрат. Отже треба отримувати пагони з високими біометричними показниками (довжина 180 см), хоча на одній рослині їх може бути невелика кількість.

Треба враховувати, що в першу чергу живці розглядають не як кінцевий продукт виробництва, а проміжний для отримання підщеп, а в перспективі – саджанців. Витрати на догляд за матково-живцевим садом незначні, основні з них припадають на заготівлю пагонів. Залежно від продуктивності насаджень вони складають 16,28-30,56 тис. грн/га. Невеликими залишаються витрати праці, які коливаються в межах 57,56-105,23 люд.-год./га.

Очевидно, що будувати на них ефективну економіку недоцільно. В той же час не можна розглядати отримання живців в умовах господарства як збиткове. Розрахунки свідчать,

що при ціні реалізації 200,00 грн/тис. шт. рентабельність складає 22,85-30,89%, прибутковість – 4,0-14,0 тис. грн/га.

Треба погодитися із тим, що вирощування живців є лише складовим елементом технологічного процесу вирощування клонів підщеп здерев'янілими живцями.

Другим специфічним складовим етапом є живцювання. Безперечно, біометричні показники живців визначають не тільки їх укоріненість, але й якість отриманих підщеп. А різні за біометричними показниками пагони визначають різні за біометричними показниками живці. З пагонів, довжина яких складає 180 см, можливо виробити 9 живців, з пагонів 90 см – 4 живця. Відомо, що живці з нижньої частини пагона не тільки краще укорінюються, але й добре нарощують стеблову частину і кореневу систему. Живці з термінальної частини пагона погано укорінюються і погано відновлюють стеблову частину і кореневу систему. З'ясування доцільності використовувати термінальну частину добре розвинутих пагонів і всіх живців з середніми показниками пагонів представлено в таблиці 3.

У технологічних моделях I, II, III представлено варіанти, де розглядаються маткові рослини з однаковою продуктивністю, але з різними біометричними показниками пагонів. Так, в моделі I число живців із загального числа на одному пагоні в 9 придатними для живцювання було 8, в моделі II – 9 і 4, в моделі III – 5 і 4 відповідно. Таким чином, з маткових рослин заготовлено однакове число пагонів і виготовлено однакове число живців, але виділено для живцювання залежно від моделі 333,32 тис. шт. і 666,64 тис. шт.

Таблиця 3

**Економічна ефективність вирощування клонових підщеп
здерев'янілими живцями (площа 1га), у середньому за 2016-2019 рр.**

Показники	Технологічна модель		
	I – 9/8	II – 9/4	III – 5/4
Заготовлено пагонів, тис. шт.	83,33	83,33	83,33
Виготовлено живців, тис. шт.	749,97	749,97	749,97
Висаджено живців, тис. шт.	666,64	333,32	664,64
Укоріненість, %	60,45	91,78	42,45
Вихід підщеп, тис. шт.	402,98 / 100,00%	305,92 / 100,00%	282,14 / 100,00%
в тому числі 1-й товарний ґатунок	258,15 / 64,06%	269,24 / 88,01%	80,44 / 28,51%
2-й товарний ґатунок	88,49 / 21,96%	31,85 / 10,41%	46,33 / 16,42%
стандартні (1-й та 2-й т. г.)	346,64 / 86,02%	301,09 / 98,42%	126,77 / 44,93%
нестандартні	56,34 / 13,98%	4,83 / 1,58%	155,37 / 55,07%
Вартість товарної продукції, тис. грн	649,04	586,26	230,38
в тому числі 1-й товарний ґатунок	516,30	538,48	160,88
2-й товарний ґатунок	132,74	47,78	69,50
стандартні (1-й та 2-й т. г.)	649,04	586,26	230,38
нестандартні	0,00	0,00	0,00
Витрати на вирощування, тис. грн	497,78	326,38	476,20
Прибуток, тис. грн	151,26	259,88	-245,82
Витрати праці всього, люд.-год.	35233,41	16719,53	24811,97
– на 1000 підщеп	58,62	55,83	87,94
Середня ціна реалізації 1000 шт., грн	1872,37	1947,12	1817,31
в том у числі: 1-й товарний ґатунок	2000,00	2000,00	2000,00
2-й товарний ґатунок	1500,00	1500,00	1500,00
Собівартість 1000 підщеп, грн	1436,00	1084,00	3756,41
Рівень рентабельності, %	30,39	79,62	-51,62

Примітка:

Число пагонів/рослина	25	25	50
Довжина пагона, см	180	180	90
Число живців/живців/пагін	9	9	5
Число живців для живцювання/пагін	8	4	4

Якість живців суттєво впливала на їх укоріненість. Кращі результати (91,78%) були отримані в моделі II, де були використані живці з термінальної частини найбільш розвинутих пагонів. Найгірші показники (42,45%) укоріненості відмічалися в моделі III, де використовували всі живці з середніми біометричними показниками.

Суттєві розбіжності відмічалися і в структурі отриманих підщеп. Дійсно, кращі живці за своїми біометричними показниками сприяли отриманню підщеп з параметрами, які відповідають 1-му товарному ґатунку. Так, в моделі II їх сортували вже на етапі висадки в шкільку. Заготовлювали живці тільки з базальної частини пагонів, які були досить вирівняні за основними морфологічними показниками. Частка стандартних підщеп досягла рівня 98,42% від укорінених, у тому числі 88,01% з них відповідали умовам 1-го товарного ґатунку. В моделі I, де були використані всі живці, частка стандартних підщеп була дещо нижчою, але також висока і склала 86,02%, у тому числі 64,06% з них відповідали умовам 1-го товарного ґатунку. В моделі III структура і якість підщеп виявилася найгіршою: частка стандартних підщеп

склала 44,93%, у тому числі 28,51% з них відповідали умовам 1-го товарного ґатунку.

Безперечно, якісні показники підщеп вплинули не тільки на ціни реалізації, а й визначили вартість товарної продукції. Найменша середня ціна реалізації підщеп виявилася у моделі III (1817,31 грн), на яку вплинув вихід підщеп, який був найменшим, до того ж в структурі кількість підщеп, які відповідали умовам 1-го товарного ґатунку, теж була найменшою. Вартість товарної продукції у даній моделі склала всього 230,38 тис. грн при загальних витратах у 476,20 тис. грн, що в кінцевому результаті призвело до збитковості виробництва.

Заслужують окремої уваги розрахункові матеріали для моделі I (9/8) і моделі II (9/4). Так, в моделі I загальний вихід укорінених живців був більше на 31,73%, ніж в моделі II. З урахуванням якісних показників вартість продукції виявилася теж більшою (на 10,71%). Водночас треба враховувати те, що в моделі II було висаджено в два рази більше живців, ніж в моделі I. Відповідно, майже вдвічі більше було задіяно матеріально-грошових і трудових ресурсів, що негативно впливало на прибутковість. В моделі II

прибуток склав 259,88 тис. грн, тоді як в моделі І – 151,26 тис. грн, рентабельність виробництва в моделі І також є нижчою на 49,23 в.п..

Перспективі втілення технології розмноження підщепи пуміселект в товарне розсадництво здерев'янілими живцями передусє порівняння її з існуючою технологією розмноження звертальними відсадками. Частіше за все в розсадництві розрахунки являють на одиницю продукції, якою зручно оперувати. Так в нашому випадку – 100 тис. стандартних підщеп (табл. 4).

Щоб отримати щороку 100 тис. підщеп способом вертикальних відсадків необхідно створити маткові насадження на площі 1,39 га. У структурі відсадків 36,25% буде відноситися до стандартних, у тому числі 23,98% – до найбільш цінного 1-го товарного гатунку.

Виходячи з того, що для закладання одного поля розплідника треба 40-50 тис. клонових підщеп, достатньо мати маткові насадження площею 0,50-0,70 га. Водночас за своїми біометричними показниками серед стандартних

підщеп їх достатня кількість для закладання одного поля розплідника зимовим щепленням. Підщепи, які відносяться до 1-го товарного гатунку, використовуються для зимового щеплення, підщепи, які відносяться до 2-го товарного гатунку, придатні для закладання чергового поля розплідника і щеплення в літній період. Витрати на вирощування значно нижчі, ніж вартість продукції, що дає можливість отримати значний прибуток, який складає 82,31 тис. грн при рівні рентабельності 94,95%.

Доцільність вирощування клонової підщепи здерев'янілими живцями визначається низкою організаційно-економічних показників у порівнянні з аналогічними показниками при їх вирощуванні за традиційною технологією. Ураховуючи те, що спосіб розмноження підщеп здерев'янілими живцями має значну специфіку, складові матеріально-грошових витрат, пов'язаних з вирощуванням, теж будуть специфічними.

Таблиця 4

Економічна ефективність вирощування клонових підщеп відсадками і здерев'янілими живцями (100 тис. підщеп стандартних), у середньому за 2016-2019 рр.

Показники	Спосіб розмноження		
	вертикальні відсадки	здерев'янілі	живці*
Площа, га	1,39	0,89	0,64
Число пагонів, тис. шт.	166,02	27,24	16,40
Число підщеп, тис. шт.	166,02	108,96	65,63
в т. ч.: 1-й товарний гатунок	39,81	89,42	225,02
2-й товарний гатунок	60,19	10,58	17,58
стандартні (1-й та 2-й т. г.)	100,00	100,00	100,00
нестандартні	66,02	25,00	37,87
Вартість товарної продукції, тис. грн	169,00	195,00	115,38
в т. ч.: 1-й товарний гатунок	79,62	178,84	224,62
2-й товарний гатунок	90,28	15,87	17,58
стандартні (1-й та 2-й т. г.)	169,00	194,71	115,21
нестандартні	0,00	0,00	-
Середня ціна реалізації 1000 шт., грн	1690,00	1950,00	115,38
в т. ч.: 1-й товарний гатунок	2000,00	2000,00	100,00
2-й товарний гатунок	1500,00	1500,00	100,00
Витрати на вирощування, тис. грн	86,69	91,06	105,04
Витрати праці всього, люд.-год.	5412,00	5583,00	103,16
на 1000 підщеп	54,12	55,83	103,16
Прибуток, тис. грн	82,31	103,94	126,00
Собівартість 1000 підщеп, грн	866,89	910,60	105,04
Рівень рентабельності, %	94,95	114,14	+19,19в.п.

*Примітка. Здерев'янілі живці — модель II. Матково-живцевий сад — 0,33 га. шкілька — 0,56 га; * правий стовпчик — відсотки до «вертикальні відсадки»*

Так, загальна площа, яка відводиться для виробництва в розсаднику, буде складатися з матково-живцевого саду і шкільки. Розрахунки свідчать, що достатньо мати матково-живцевий сад площею 0,33 га і шкільку площею 0,56 га.

Таким чином, загальна площа при вирощуванні підщеп способом живцювання буде складати 0,89 га, або в 1,56 рази менше, ніж при вирощуванні підщеп вертикальними відсадками.

Достатньо наочно виявляється різниця в якості отриманих підщеп. Спосіб вирощування вертикальними відсадками дозволяє отримати 60,19% стандартних підщеп від загальної їх кількості, тоді як способом живцювання – 91,78%. Кращі біометричні показники підщеп дозволяють покращити загальну їх структуру в цілому, що приводить до збільшення вартості товарної продукції на 15,38% в порівнянні з вартістю підщеп, отриманих способом вертикальних відсадків.

На сьогодні, на вирощування підщеп живцюванням витрати праці є дещо більшими, ніж при вирощуванні відсадками. Це пов'язано з тим, що процес заготівлі пагонів, нарізання живців, висадки і догляду за ними проводять вручну. Викопування і сортування підщеп теж не механізоване. Сподіватися, що незабаром у основних елементах технологічного процесу стануться принципові зміни, теж передчасно. Але різниця в перевищенні витрат праці в порівняльних технологіях невелика (на рівні 5,0%).

У кінцевому результаті розрахунки свідчать, що, незважаючи на те, що собівартість підщеп, отриманих способом живцювання є вищою, ніж собівартість живців, отриманих відсадками, прибуток їх у 2,16 рази більший і складає 103,94 тис. грн на 100 тис. стандартних підщеп. Узагальнюючий показник – рентабельність, який показує окупність витрат, теж кращий для підщеп, отриманих способом живцювання і складає 114,14%.

Висновки. Аналіз проведених досліджень виявив, що вегетативне розмноження методом відсадків, яке є превалюючим в товарних розплідниках, дозволяє отримати стандартні підщепи в кількості 67,08 тис. шт./га і 126,00 тис. шт./га залежно від технологічної моделі («Вертикальні відсадки» – «Горизонтальні

відсадки»). При цьому вартість продукції перевищує загальні витрати, пов'язані з її виробництвом (122,44 і 216,32 тис. грн/га) при рівні рентабельності 96,32 і 109,38% відповідно, що свідчить про позитивну результативність проведених дослідів.

Спроба розмноження клонової підщепи живцюванням здерев'янілих живців виявила низку проблем, які вдалося усунути тільки за допомогою удосконалення складових технологічного процесу. Доцільність вирощування підщеп живцюванням видно з приведеного розрахунку на 100 тисяч стандартних підщеп. Незважаючи на те, що собівартість стандартних підщеп при розмноженні живцюванням вище (910,60 грн/тис. шт.), загальний прибуток виявився вищим на 26,28% і склав 103,94 тис. грн. Таким чином, за комплексними показниками ефективності виробництва клонової підщепи пуміселект перевагу має спосіб їх розмноження здерев'янілими живцями в порівнянні з розмноженням відсадками.

Крім того, в результаті дослідів виявлено збільшення виходу і покращення якості пагонів, які заготовляють з маточно-живцевого саду. Проводячи аналогію з розмноженням ягідних культур живцюванням, дійшли висновку, що доцільно проводити закладання насаджень більш ущільненими, на краплинному зрошенні. Також для живцювання необхідним є застосування фізіологічно активних речовин, мульчування, оптимізація ґрунтово-повітряного режиму і зволоження в шкільці підщеп протягом всього вегетаційного періоду. Живцювання здерев'янілих живців доцільно використовувати тільки живцями, заготовленими з базальної частини пагону.

Список використаних джерел:

1. Атлас перспективных сортов плодовых и ягодных культур Украины/Под ред. В.П. Копаня. Киев: Одеск, 1999. 454 с.
2. Балыков В. Система показателей экономической эффективности. *АПК: экономика и управление*. 2000. №7. С.19-22.
3. Бондаренко П.Г. Конструкції інтенсивних насаджень черешні для південного регіону України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.07. Київ, 2019. 20 с.
4. Еремін Г. В., Еремін В.Г. Технология размножения и производства посадочного материала сливы и персика с использованием клоновых подвоев. *Научные труды СКЗНИИСиВ*. 2016. Том 10.
5. Матвієнко М. В., Бабіна Р. Д., Кондратенко П. В. Груша в Україні. Київ : Аграрна думка УААН, 2006. 316 с.
6. Омельченко І. К. Культура яблуні в Україні. Київ : Урожай. 2005. 304 с.
7. Пасхавер Б.Й. Рентабельність агросфери: проблеми стабільності. *Економіка України*. 2004. № 2. С. 73-82.
8. Самойленко Т.Г., Самойленко Н.А., Бушилов В.Д. Каталог садивного матеріалу плодівих культур *корпорація – «Миколаївсадвипром»*. Миколаїв: Іліон, 2018. 224 с.
9. Чиж О. Д., Фільов В. В., Гаврилюк О.М., Чухіль С. М. Інтенсивні сади яблуні. Київ : Аграрна наука. 2008. 223 с.
10. Экономика и организация промышленного садоводства /Дуброва П.Ф. и др. Москва : Колос, 1981. 255с.

А. В. Коваленко, В. Д. Бушилов. Экономическая эффективность выращивания клонового подвоя пумиселект в товарных питомниках

В статье приведены результаты исследования технологических моделей выращивания клонового подвоя пумиселект для косточковых культур. Установлена эффективность целесообразности базовых этапов, освещены проблемы, которые возникают в процессе производства и направления их решения с учетом специфики региона и культуры. Доказано и обосновано преимущество перспективного направления выращивания подвоя пумиселект одревесневающими черенками.

Ключевые слова: клоновый подвой, способ размножения, экономическая эффективность, рентабельность, прибыльность.

A. Kovalenko, V. Bushilov. Economic efficiency of cultivation of pumiselect clone root in commodity nursery

The article highlights the results of the study of industrial technological models of growing clonal rootstocks for legumes by cuttings. The efficiency of the basic stages of cultivation (vertical cuttings, horizontal cuttings, uterine cuttings, nursery) was established. The problems that arise in the process of production of cuttings according to different technological models are highlighted, and the directions of their solution are offered taking into account the specifics of the region and culture. The advantages of the promising direction of growing the rootstock pumiselect with woody cuttings are proved and substantiated.

Keywords: clonal rootstock, method of reproduction, economic efficiency, profitability, profitability.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВЗАЄМОВІДНОСИН З КЛІЄНТАМИ ЯК ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

Н. В. Міцкевич, кандидат економічних наук, доцент

Д. І. Міцкевич, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
Чорноморський національний університет імені Петра Могили

У статті висвітлено питання використання CRM-системи в діловій активності сільськогосподарського підприємства. Досліджено застосування автоматизованої технології як інструменту прозорості діяльності підприємства, взаємовідносин з клієнтами і переваги, які дає бізнесу дана новація, що спрямована на побудову стійкої бізнес-стратегії. Визначено вплив CRM-системи на ефективність роботи з клієнтами через механізм, що включає удосконалене використання інформації, розумну поведінку продажу та клієнтське обслуговування і дозволяє оптимізувати діяльність підприємства.

Ключові слова: автоматизація, новація, CRM-система, взаємини з клієнтами, управління, підприємство.

Постановка проблеми. Глобалізація світової економіки, індивідуалізація запитів споживачів, функціональна схожість товарів різних виробників знижують ефективність цінової політики в боротьбі за конкурентні переваги. Вектор маркетингових стратегій щодо агресивного залучення нових клієнтів змінюється в бік утримання існуючих, шляхом формування споживчої лояльності. В бізнесі стає все більш актуальним клієнтоорієнтований підхід, що забезпечує співробітників підприємств необхідною інформацією, яка дозволяє краще розуміти запити споживачів, ефективно будувати взаємовідносини з ними і партнерами. У зв'язку з цим зростає і актуальність CRM-систем (Customer Relationship Management – Управління Взаємовідносинами з Клієнтами) – програмного забезпечення взаємодії з клієнтом, що дозволяє об'єднати інформацію, яку підприємства отримують через канали маркетингу, сервісного обслуговування та продажу. Системи CRM призначені для ведення бази звернень потенційних клієнтів, організацію та автоматизацію відділів продажу, забезпечення лідогенерації – маркетингової тактики, що ставить перед собою завдання отримання контактних даних тих людей, які зацікавлені у придбанні певного товару або послуги.

CRM – це автоматизована технологія, що знижує ризик людських помилок при оформленні паперів у роботі з клієнтами, дає можливість підвищити прозорість у сфері продажів, маркетингу і клієнтському обслуговуванні.

Впровадження CRM-системи є одним із пріоритетних напрямків діяльності підприємства, оскільки дозволяє забезпечити підвищення якості обслуговування клієнтів, скоротити час пошуку необхідної інформації, автоматизувати процес обробки документів.

Визначення основних бізнес-процесів необхідне для розуміння сутності загальної діяльності підприємства та специфіки побудови майбутньої електронної системи.

Розвиток економіки визначає основні умови конкурентоспроможності підприємств, при цьому переважним фактом стає використання CRM-системи, що дозволить зробити інформацію відкритою, створити єдиний інформаційний простір, зробити бізнес прозорим та інвестиційно привабливим. В Україні сучасні комп'ютерні технології, що здатні вплинути на комплекс управлінських параметрів бізнесу, а саме: підвищення прозорості, заощадження часу менеджерів і збільшення швидкості прийняття управлінських рішень – використовуються переважно в найбільш передових компаніях.

Основна мета автоматизації системи управління – швидкість прийняття рішень як результат застосування інформаційних технологій в управлінні з метою відстеження змін у бізнес-середовищі. На мікрорівні інформаційна прозорість є категорією, що характеризує інформаційну прозорість господарюючих суб'єктів. Недостатня або неповна інформація погіршують функціонування ринку, підвищують вартість

залучення капіталу і призводять до нерационального розподілу ресурсів.

Аналіз актуальних досліджень. З розвитком комп'ютерних технологій багато економістів, вчених почали досліджувати сучасні інформаційні технології для управління бізнесом, існуючі канали комунікації з клієнтами. Вагомий внесок у розробку теоретичних і прикладних засад управління взаємовідносинами з клієнтами, впровадження CRM-систем у діяльність підприємств зробили такі зарубіжні і вітчизняні вчені: М. Джонстон, Г. Маршалл П. Гринберг, С. Картишов, І. Кривов'язюк, Г. Мозгова, А. Морозов, В. Рошкевич, Т. Степанова, Р. Стрільчук, О. Фомін, О. Шарапа та ін.

Проте, питання автоматизації взаємовідносин з клієнтами як інструменту прозорості потребує подальшого дослідження для забезпечення ефективної діяльності та конкурентних переваг підприємства на ринку.

У сучасному світі поняття CRM-системи, на думку провідних спеціалістів у сфері інформаційних технологій, виходить за рамки простого програмного забезпечення і являє собою певну концепцію.

Компаніям, що створюють ринково орієнтовану культуру, притаманним є високий ступінь формалізації всіх процесів, інструментів, що потребують навичок і винагород, при цьому застосовуються стратегії та програми, пов'язані з орієнтацією на клієнта. У цілому вони сконцентровані на налагодженні та підтримці довготривалих відносин з покупцями. Сьогодні розповсюдженим прикладом формалізації клієнтоцентричної культури є концепція CRM «Управління взаємовідносинами з клієнтами». CRM – це детальна бізнес-модель збільшення прибутку завдяки побудові відносин з клієнтами, вона визначає будь-які зусилля чи ініціативи, що допомагають компанії оптимізувати взаємозв'язок з клієнтами, постачальниками або потенційними покупцями через одну чи декілька точок контакту, до яких відносяться колл-центр, відділ продажу, представники, магазини, філії, інтернет, електронна пошта, з метою залучення, утримання клієнта або здійснення продажу супутніх товарів.

У роботі Марка Джонстона та Грега Маршалла «Управління відділом продаж» визначається, що додатки соціального CRM допомагають підприємствам відстежувати дії покупців і контактувати з ними більш швидко й ефективно. Такі додатки широко застосовуються в роботі фахівців зі збуту. Присутність компаній в соціальних мережах допомагає вибудувати бренд і зміцнити довіру покупців. Оскільки останні користуються соцмережами для спілкування з компаніями, співробітники відділів продажів

повинні бути готові вести з клієнтами діалог і відстежувати рівень їх задоволеності [14,15].

Вітчизняні вчені, зокрема Степанова Т. В., визначає, що CRM-система – це прикладне програмне забезпечення для організацій, призначене для автоматизації стратегій взаємодії з замовниками (клієнтами), зокрема, для підвищення рівня продажів, оптимізації марке-тингу і поліпшення обслуговування клієнтів шляхом збереження інформації про клієнтів та історії взаємин з ними, встановлення і поліпшення бізнес-процесів, подальшого аналізу результатів [1].

Дослідження Картишова С. В. визначають, що CRM – це побудова правильних взаємин із клієнтами, що дає змогу компанії підвищити прибутковість роботи без збільшення витрат на маркетинг, продаж, виробництво, продукт та надання послуг, обслуговування клієнтів [2].

Термінологічна база Microsoft містить таке визначення: CRM-система – це процес побудови вигідних взаємовідносин із клієнтами шляхом надання високоцільових взаємодій у всіх точках дотику клієнтів шляхом вирівнювання маркетингових, збутових та сервісних функцій та систем [3].

Рональд С. Свіфт у дослідженні «Покращення відносин з клієнтами» надає таке визначення: CRM – це процес, що регулярно повторюється і такий, що перетворює інформацію про клієнтів у міцні відносини з ними [16].

В нашій країні CRM-системи є відносно новим видом автоматизації бізнес-процесів, особливо для підприємств сільськогосподарської галузі, тому дана тема дослідження є актуальною і потребує подальшого вивчення.

Мета статті. Метою є дослідження процесу автоматизації взаємодії з клієнтами як інструменту управління діяльністю сільськогосподарського підприємства.

Виклад основного матеріалу. CRM-система служить для збереження та обробки потрібної зовнішньої і внутрішньої інформації для її подальшого аналізу та вибору способів задоволення потреб клієнтів. За допомогою даної системи:

- ведеться облік клієнтської бази;
- взаємовідносини з клієнтом будуються системно, за виробленим алгоритмом дій;
- контролюється якість взаємовідносин з клієнтом;
- плануються подальші дії щодо роботи з клієнтами.

В CRM-системах визначають такі основні напрямки діяльності, як автоматизація продажів та клієнтське обслуговування.

У різних наукових джерелах типи CRM-систем визначають за двома основними ознаками [4]:

- 1) за рівнем обробки інформації:

- а) операційні CRM;
 - б) аналітичні CRM;
 - в) колаборативні CRM;
- 2) за функціональними можливостями:
- а) управління продажами;
 - б) управління маркетингом;
 - в) управління обслуговуванням клієнтів і Call-центрами.

CRM-підхід базується на таких принципах [5]:

- головне завдання компанії – задовольнити потреби клієнта;

- клієнту приділяється максимальна увага на всіх етапах взаємодії;

- утримання вже існуючих клієнтів важливіше, ніж залучення нових. Функції будь-якої економічної категорії або суб'єкту визначають його суть і призначення.

Функції CRM-систем визначено Бартоном Голденбергом, президентом компанії ISM Inc. [6]. Їх перелік наведено нижче.

1. «Функціональність продажів (управління контактами) – усі види контактів та історія контактів; робота з клієнтами, включаючи усі активності, пов'язані з клієнтом; введення замовлень від клієнтів; створення комерційних пропозицій».

2. «Функціональність управління продажами (аналіз труби продажів) – прогнозування, аналіз циклу продажів, регіональний аналіз, стандартизована і довільна звітність. Управління послідовними процесами через усі канали роботи з клієнтами».

3. «Функціональність для продажів по телефону – створення і розподіл списку потенційних клієнтів, автоматичний набір номера, реєстрація дзвінків, прийом замовлень».

4. «Управління часом – календар / планування, як індивідуальне, так і для групи, електронна пошта».

5. «Функціональність підтримки й обслуговування клієнтів – реєстрація звернень, переадресація звернень, рух заявок від клієнта всередині компанії, звітність, управління рішенням проблем, інформація за замовленнями, управління гарантійним / контрактним обслуговуванням».

6. «Функціональність маркетингу – управління маркетинговими кампаніями, управління потенційними угодами, маркетингова енциклопедія (повна інформація про продукти і послуги компанії) інтегрована з Інтернет, конфігуратор продукції, сегментація клієнтської бази, створення й управління списком потенційних клієнтів».

7. «Функціональність для вищої ланки управління – розширена і легка у використанні звітність».

8. «Функціональність інтеграції з ERP – інтеграція з бек-офісом, Інтернетом, зовнішніми даними».

9. «Функціональність синхронізації даних – синхронізація з мобільними користувачами і багаточисельними портативними пристроями, синхронізація всередині компанії з іншими базами даних і серверами додатків».

10. «Функціональність електронної торгівлі – управління угодами через Інтернет, включаючи додатки B2B і B2C».

11. «Функціональність для мобільних продажів – генерація і робота із замовленнями, передача інформації торговим представникам поза офісом в режимі реального часу через мобільні пристрої».

Концепція CRM-системи полягає у стратегії оптимізації збуту на підприємстві – впровадження новітніх управлінських та інформаційних технологій, дозволяє працювати з даними про кожного клієнта, які система збирає і оброблює [7].

Основна ціль впровадження CRM-системи на підприємстві – це створення системи по залученню нових клієнтів та підтримці взаємовідносин із уже існуючими клієнтами.

Через CRM-систему проходить повний цикл роботи з клієнтом від початку перемовин із замовником та виявлення потреби до виставлення комерційної пропозиції та рахунку на оплату [8].

Але CRM-система вирішує питання не тільки обробки замовлень, вона дозволяє виявити цільову аудиторію компанії, аналізувати дані, інтегрування з комунікаційними каналами, дозволяє досліджувати якість ведення перемовин з клієнтом, що в свою чергу впливає на прибуток компанії. Соціальна CRM-система дозволяє компаніям вдосконалювати контент-маркетинг, щоб пропонувати відповідний контент конкретним клієнтам.

Сьогодні однією з основних проблем, яку вирішує автоматизація системи управління підприємства – виживання на конкурентному ринку.

Виживати змушує як зовнішнє середовище, так і персонал підприємства.

Скороченням виробничого циклу шляхом автоматизації системи планування виробництва, не тільки вирішується основне завдання, а й знижуються витрати, оптимізуються процеси закупівель, надаються дані про терміни випуску готової продукції для відділу продажів.

Автоматизація процесу продажу дозволяє посилити аналітику, зробити роботу відділів прозорою, знизити витрати на маркетинг, підвищити лояльність клієнтів (див.рис.1)

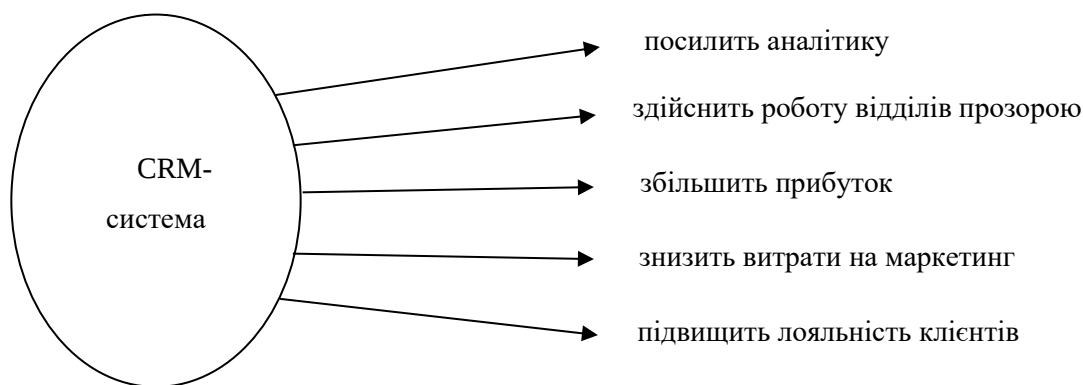


Рис.1. Застосування CRM-системи: очікування бізнесу

Прозорість, а відповідно, і контрольованість функціонування підприємства, яку здійснює CRM-система, надає керівництву підрозділів інструментарій для управління довіреними їм підрозділами або бізнес-процесами, а вищому керівництву – можливість бачити цілісну картину поточного і планованого стану за всіма ключовими показниками. Прозорість означає підвищення керованості, дозволяє в перспективі заощадити час і ресурси та отримати додаткові доходи.

Сучасний бізнес все більше впроваджує складні технології для підвищення ефективності. Сільське господарство, як складна і багаторівнева галузь, вимагає більш ретельного вибору CRM для автоматизації та управління підприємством. Тільки 6% українських компаній використовують CRM-системи для оптимізації процесів продажу та роботи з клієнтами. Більше всього CRM використовують у торгівлі, послугах та IT – 29, 21 і 17% відповідно [13].

Впровадження інноваційних технологій, застосування ресурсозберігаючих технологій, нових методів ведення господарства запобігають надмірній експлуатації земельних ресурсів, а

головним завданням, що стоїть перед галузями агропромислового комплексу (I – галузі, зайняті виробництвом та постачанням АПК засобів виробництва; II – сільське господарство; III – галузі по переробці, заготівлі, збереженню і доведенню продукції до споживачів [19]) є забезпечення населення продуктами харчування, а промисловість – сировиною. Сільськогосподарське підприємство, згідно з пунктом 6 статті 209 Податкового кодексу України – це підприємство, основною діяльністю якого є постачання вироблених (наданих) ним сільськогосподарських товарів (послуг) на власних або орендованих виробничих потужностях, а також на давальницьких умовах, в якій питома вага вартості сільськогосподарських товарів/послуг становить не менш як 75 відсотків вартості всіх товарів/послуг, поставлених протягом попередніх 12 послідовних звітних податкових періодів сукупно [9].

Україна завжди мала і має сьогодні значний експортний потенціал. Провідне місце в експортному потенціалі займає продукція сільського господарства (див. рис.2) [10,20].



Рис.2. Динаміка зовнішньоекономічної діяльності АПК України за обсягом експорту, 2015-2019 рр.

Найбільшу частку експорту займають продукти рослинного походження, що у два рази перевищують обсяги експортованих жирів та олій, продукти тваринного походження, займають ще досить низьку частку експорту, але їх кількість поступово збільшується. Тенденція останніх років – збільшення обсягів експорту зернових культур в країни ЄС.

Розвитку сільського господарства та покращенню діяльності сільськогосподарських підприємств сприяють природні та кліматичні умови, адже майже на всій території країни можливе успішне ведення сільськогосподарської діяльності.

У результаті дослідження системи взаємовідносин лідерів сільськогосподарської галузі України ТОВ СП «НІБУЛОН» та ПрАТ МХП (ПрАТ «Миронівський хлібопродукт») з контрагентами виявлено, що агроіндустріальний холдинг МХП – один із сучасних технічно оснащених холдингів в Україні та світі, використовує новітні технології в різних сферах виробництва. Автоматизація більшої частини виробничих процесів МХП ефективно і економно забезпечує незмінно високу якість продукції. Застосування сучасного обладнання та передових технологій позитивно впливає на показники продуктивності (зокрема на показник виживання поголів'я) і скорочує витрати на виробництво, прогресивні методи ведення сільського господарства і сучасної техніки в рослинницькому сегменті дозволяють ПрАТ МХП збільшити врожайність, знизити витрати і споживання палива [18].

ТОВ СП «НІБУЛОН» – лідер української економіки, протягом багатьох років працює над розбудовою та ефективним розвитком нашої держави.

Підприємство проводить велику кількість тендерів за такими категоріями [11]:

- будівельні матеріали;
- електрообладнання, електроніка, комп'ютерна техніка;
- лабораторне обладнання;
- матеріали сільськогосподарського призначення;
- машини та устаткування загального призначення, інструменти;
- послуги;
- продукція рослинництва та тваринництва, продукти їх переробки;
- спецодяг, засоби захисту, спецвзуття, інвентар;
- суднобудування;
- товари господарські. Прогосптовари.
- Канцелярські товари;
- транспорт та запчастини. Сільгосптехніка;

– хімічні продукти (лакофарбові матеріали, газу).

Сам тендер проводиться за звичайним алгоритмом: постачальники подають необхідні документи разом з комерційною пропозицією, менеджерами підприємства серед усіх учасників обирається найкращий за якістю пропонованих товарів/послуг та за нижчою з пропонованих цін. Після чого відбувається укладення договору за умов першої співпраці та надання відповідних товарів, робіт, послуг.

Для зручності та ознайомлення постачальникам зернових на сайті підприємства пропонується калькулятор знижок, в якому зважаючи на культуру та якісні характеристики зернових, можна розрахувати приблизну знижку, а також щотижня опубліковуються цінові тренди на світових та українському ринках зерна.

Підприємство закуповує зернові з метою їх експорту в різні країни світу. Саме експортна діяльність підприємства є основним каналом збуту продукції. В цьому процесі бере участь більша частина існуючих підрозділів підприємства, задіяні перевантажувальні термінали та елеваторні комплекси підприємства, що розташовані по всій Україні, судноплавна компанія, перевантажувальний термінал, а також відділи центрального апарату управління підприємства: зовнішньоекономічний, виконання договорів, торговий, логістики.

Для отримання прозорої картини роботи всіх підрозділів компанії необхідною умовою є автоматизація процесів і здійснення аналізу з використанням сучасних ІТ-інструментів. Так, агроіндустріальний холдинг «Миронівський хлібопродукт» інвестує в сучасні виробничі потужності та обладнання, щоб підтримати статус передового та інноваційного європейського виробника. Процес закупівель є максимально прозорим і ефективним, надаючи будь-якій компанії можливість стати постачальником на умовах добросовісної конкуренції. Результати дослідження, проведеного RBC Group, дозволили реалізувати два пілотні проекти для управління трейд-маркетингу та дистрибуційного центру в ОАЕ. В якості пілотів були обрані проекти таким чином, щоб оцінити на практиці роботу ВІ-системи (програмне забезпечення, створене для допомоги менеджеру в аналізі інформації про свою компанію та її оточення) зі специфічними джерелами даних і пропрацювати спектр функціональних можливостей. В результаті керівництвом ПрАТ «Миронівський хлібопродукт» прийнято рішення про впровадження платформи Qlik Sense (додаток для самостійної візуалізації, дослідження і

моніторингу даних) у всіх ключових напрямках діяльності компанії [18].

ТОВ СП «НІБУЛОН» для проведення тендерів має спеціальний майданчик, а закупівлі зернових та їх подальший продаж здійснюються менеджерами підприємства через електронні листи та телефонні розмови, що створює незручності в роботі та визначає необхідність впровадження CRM-системи на підприємстві.

З метою повної підтримки взаємодії з клієнтами і прозорості діяльності на підприємстві можливе використання таких категорій інструментів, як CSS (Customer Service Support), SFA (Sales Force Automation) і EMA (Enterprise Marketing Automation), призначених для автоматизації відповідних функцій:

- CSS – автоматизації служби підтримки та обслуговування процесів (моніторинг замовлень, контроль сервісних служб, база даних клієнтів, автоматичне відстеження термінів контракту);

- SFA – автоматизації діяльності торгових представників (управління взаємодії з клієнтами, автоматизація замовлень, комерційних пропозицій, аналіз діяльності, прогноз продажу);

- EMA – автоматизації маркетингу (засоби аналізу цільової аудиторії, проведення маркетингової кампанії, прогноз поведінки визначених груп клієнтів).

CRM-система дозволить, по-перше, значно скоротити витрати на закупівлі, уникаючи дублювання рішень, по-друге, координація дій знизить ризик виникнення протилежної проблеми – коли важливу частину загального комплексу робіт на себе не взяв ніхто. CRM-система забезпечить прозорість і контроль роботи відділу продажів, відповідальність на всіх етапах угоди. Інтегрована система CRM підтримає координацію дій різних відділів, забезпечуючи їх спільною платформою для взаємодії з клієнтами. З цієї точки зору, призначення CRM – уникнути ситуації, коли відділи маркетингу, продажів і сервісу діють незалежно один від одного, причому їх бачення замовника часто не збігається, а дії не узгоджені.

CRM-система, як концепція, має базуватися на індивідуальному підході до клієнтів, аналізу взаємовідносин з ними з метою виявлення найбільш перспективних клієнтів, з якими необхідно підтримувати довготривалі відносини. Вирішення цієї задачі потребує збору та обробки великого обсягу інформації з історії взаємовідносин з кожним клієнтом. Диференційований підхід до клієнтів на основі такого аналізу надає додаткові стимули перспективним клієнтам і підвищує їх лояльність. Для отримання ефективних результатів в рамках CRM-системи використо-

вуються сучасні методики і методи математичного аналізу даних, що дозволяє:

- побудувати модель переваг клієнтів;
- здійснити аналіз переваг клієнтів до тих чи інших каналів взаємодії та продажу;
- проаналізувати життєвий цикл клієнта, зразки його поведінки на всіх стадіях (від моменту звертання уваги до появи лояльності);
- провести аналіз життєвих цінностей клієнта на всіх етапах взаємовідносин.

CRM-технологія, як важливий інструмент реалізації концепції управління взаємовідносин з клієнтами, включає в себе програмні комплекси, що дозволяє спростити ведення клієнтської бази та акумулювати інформацію про потреби клієнтів, створює єдиний корпоративний інформаційний простір. Вона може використовуватися як окреме програмне рішення, так і у вигляді модулів у складі корпоративних інформаційних систем. Їх використання торкається всіх аспектів бізнес-процесів, що відбуваються на підприємстві, а також всіх можливих каналів надходження інформації.

При правильному використанні CRM допоможе збільшити ефективність і, як наслідок, обсяги продажів. Як правило, ідея використання CRM системи належить власнику бізнесу, який хоче підвищити прозорість роботи менеджерів, оцінювати їх роботу з об'єктивної точки зору, на відміну від суб'єктивної думки, яку має керівник відділу продажів. Для власника бізнесу CRM – інструмент контролю, що надає можливість бути менш залежним від керівника відділу продажів, підвищити продуктивність та інтенсивність праці.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Прозорість виконання процесів є важливою умовою створення конкурентоспроможної системи управління сільськогосподарським підприємством, яка дозволяє скоротити час підготовки звітності, скоординувати взаємопов'язані процеси, що працюють в єдиному інформаційному полі бізнесу. Для клієнтів система, представлена у вигляді мобільного додатку, є зручною в користуванні, що дозволяє віднести її до виду мобільних CRM-систем.

Автоматизація управління взаємовідносинами з клієнтами, за допомогою впровадження CRM-системи, дозволить застосовувати її як інструмент прозорості діяльності підприємства.

Ключовими вимогами до продукту є: робота через Web-інтерфейс і на мобільних пристроях, швидкість обробки запитів, простота використання для бізнес-користувачів, сучасна функціональність та можливість об'єднувати дані з різних джерел.

У діяльності підприємства, незалежно від його розміру або сфери функціонування,

вирішальним є швидкість надходження інформації, оперативне реагування на неї, здатність підприємства змінюватися і адаптуватися до нових обставин, тестувати новачки в режимі реального часу та впроваджувати в практику.

Розробка проекту, визначення програмного забезпечення та етапів впровадження CRM-

системи з метою удосконалення системою управління відносинами з клієнтами є обґрунтованим напрямком до оптимізованого використання ресурсів, обробки інформації, ефективного розвитку підприємства, забезпечує прозорість стратегії компанії, клієнтських процесів, розкриває бізнес для клієнта.

Список використаних джерел:

1. Степанова Т.В., Кургузова Є.В. Про деякі аспекти застосування CRM-систем для управління складними продажами. *Концепт: науково-методичний електронний журнал*. 2017. Т. 3. С. 174-178.
 2. Картышов С. В., Кульчицкая И. А., Поташиников Н. М. Управление комплексом маркетинга предприятия на основе CRM-технологий. *Маркетинг в России и за рубежом*. №2. 2002. URL: www.cfin.ru/press/marketing/2002-2/03.shtml
 3. Термінологічна база Microsoft: Офіційний сайт Microsoft. URL: <https://www.microsoft.com/ru-ru/language/Search>
 4. Система управления взаимоотношениями с клиентами. Электронная энциклопедия Википедия – электр. версія. URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/ Система управления взаимоотношениями с клиентами](http://ru.wikipedia.org/wiki/Система_управления_взаимоотношениями_с_клиентами)
 5. Шарапа О.М. Управління відносинами з клієнтами через впровадження CRM-систем як складова ефективного ведення бізнесу. *Актуальні проблеми економіки*. 2009. № 7 (97). С. 175-183.
 6. Функції CRM-систем. Незалежний CRM-портал. URL: <http://www.crmonline.ru/crm/functions/>
 7. Малюкіна А. О. Обґрунтування впровадження CRM-системи для удосконалення процесу прийняття управлінських рішень на підприємстві. *Науковий вісник «Полісся»*. 2015. № 1 (1). С. 85-90.
 8. Горбенко О.В., Бех О.Ю. CRM-рішення в Україні: ефективний інструмент маркетингу або «популярна» тема. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. 2009. № 6. С. 36-39.
 9. Податковий кодекс України від 02.12.2010 № 2755-VI (із змінами та доповненнями). *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*, 2011, N 13-14, № 15-16, № 17, ст.112. URL: <https://zakon.rada.gov.ua>
 10. Міцкевич Н.В., Міцкевич Д.І. Інноваційно-інвестиційна діяльність підприємств як фактор розвитку економіки. *Наукові праці*. Науково-методичний журнал ЧДУ ім. Петра Могили. Серія «Економіка». Випуск 267. Том 279. Миколаїв, 2016. С.120 – 123
 11. Тендерний майданчик ТОВ СП «НІБУЛОН»: офіційний сайт. URL: <http://tender.nibulon.com>
 12. Головна сторінка сайту KPMS. URL: http://www.kpms.ru/Automatization/CRM_system.htm
 13. 86% українських компаній не автоматизують продажі — исследование GFK . URL: <https://delo.ua/business/tolko-6-ukrainskih-kompanij-avtomatizirujut-prodazhi-issledova-340943/>
 14. Mark W. Johnston, Greg W. Marshall. Sales Force Management: Leadership, Innovation, Technology. URL: <https://www.amazon.com/exec/obidos/ASIN/0415534623/managementc09-20/>
 15. Gary K. Hunter & William D. Perreault Jr. Sales Technology Orientation, Information Effectiveness, and Sales Performance/ Pages 95-113 | Published online: 23 Sep 2013. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2753/PSS0885-3134260201>
 16. Ronald S. Swift Accelerating Customer Relationships: Using CRM and Relationship Technologies. September 2000. URL: <https://dl.acm.org/doi/book/10.5555/1406949>.
 17. Як сучасні IT-технології впливають на ефективність агровиробництва. *Аграрні інновації 2019*. 2000. URL: <https://aggeek.net/ru-blog/yak-suchasni-it-tehnologii-vplivayut-na-efektivnist-agrovirobnitstva>.
 18. МХП застосовуються новітні технології в різних сферах виробництва. URL: <https://www.mhp.com.ua/ru/responsibility/sovremennye-tehnologii>
 19. Курило В.І. Про зміст та співвідношення деяких аграрних дефініцій. *Економіка АПК*. 2014. №2. С. 87-92
- Державна служба статистики України: офіційний сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

Н. В.Мицкевич, Д. І. Мицкевич. Автоматизация взаимоотношений с клиентами как инструмент прозрачности деятельности сельскохозяйственных предприятий

В статье освещены вопросы использования CRM-системы в деловой активности сельскохозяйственного предприятия. Исследовано применение автоматизированной технологии как инструмента прозрачности деятельности предприятия, взаимоотношений с клиентами и преимущества, которые дает бизнесу данная новация, направленная на построение устойчивой бизнес-стратегии. Определено влияние CRM-системы на эффективность работы с клиентами через механизм, включающий усовершенствованное использование информации, разумное поведение продажи, клиентское обслуживание, и позволяет оптимизировать деятельность предприятия.

Ключевые слова: автоматизация, новация, CRM-система, взаимоотношения с клиентами, управление, предприятие.

N. Mytskevych, D. Mytskevych. **Automation of relations with customers as a tool of management of agricultural enterprises**

The article considers the use of CRM-system in the business activity of an agricultural enterprise. The application of automated technology as a tool for transparency of the enterprise, customer relationships and the benefits that gives business this innovation, aimed at building a sustainable business strategy. The influence of the CRM-system on the efficiency of work with clients through the mechanism which includes the improved use of the information, reasonable behavior of sale and customer service and allows to optimize activity of the enterprise is defined.

Keywords: automation, innovation, CRM-system, customer relations, management, enterprise.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

УДК 631.15:631.8:632.954

DOI: 10.31521/2313-092X/2020-3(107)-4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ РІЗНОГО РІВНЯ ІНТЕНСИВНОСТІ

В. Ф. Камінський, доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік НААН

ORCID ID: 0000-0002-9668-6742

Н. М. Асанішвілі, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий
співробітник

ORCID ID: 0000-0002-2782-4785

Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН»

У статті представлено результати досліджень з питань підвищення економічної ефективності технологій вирощування кукурудзи різного рівня інтенсивності в умовах Лісостепу. З урахуванням виробничої стратегії виокремлено економічно ефективні ресурсощадливі, інтенсивні та високоінтенсивні технології, що забезпечують в умовах Лісостепу стабільну врожайність ранньостиглого гібриду кукурудзи на рівні 6,16-7,08; 7,58-8,77 та 9,87 т/га відповідно з прибутком 19,03–22,07; 19,7–23,96 та 25,13 тис. грн/га за рентабельності 128–166; 108–121 та 104%.

Ключові слова: кукурудза, технологія вирощування, інтенсифікація, ресурсозбереження, врожайність, собівартість зерна, прибуток, рентабельність.

Постановка проблеми. Економічно ефективні технології вирощування сільськогосподарських культур повинні забезпечувати високі показники врожайності, прибутку і рентабельності за найнижчих витрат. Проте, як відомо, у сільськогосподарському виробництві максимальна реалізація потенціалу продуктивності досягається за рахунок значних вкладень матеріально-технічних ресурсів, що часто не окуповуються відповідними приростами врожаю. Це нерідко спостерігається й за вирощування кукурудзи (*Zea mays* L.) – культури інтенсивного типу, яка за показником виробничих витрат на 1 га посіву значно перевищує інші зернові культури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За розроблення технологій вирощування кукурудзи з метою запобігання неефективному використанню виробничих ресурсів необхідно враховувати стратегію виробництва, його цілі та ресурсний потенціал сільськогосподарських підприємств, що обумовлюють їх спрямованість на інтенсифікацію чи ресурсозбереження. Так, інтенсивні моделі технології направлені насамперед на забезпечення максимального прибутку за достатньої окупності витрат, а технології ресурсозберігаючого типу мають на меті досягнення найвищої окупності витрат отриманим прибутком [1].

З урахуванням типу та спеціалізації сільськогосподарських підприємств необхідно розробляти і впроваджувати технології вирощування, які гарантуватимуть можливість формування однорідних партій зерна, що важливо для великотоварних виробників. До того ж, на ефективність зерновиробництва значний вплив має рівень ресурсного забезпечення підприємств. Так, за низького рівня рентабельності виробництва зерна кукурудзи не досягає і 50%, а підприємства з високим рівнем ресурсного забезпечення можуть мати значно вищу прибутковість – понад 74% [2].

Відомо, що досягнення високої врожайності кукурудзи можливе лише за рахунок зростання рівня інтенсивності виробництва [3]. Найбільшу частку в структурі змінних витрат за інтенсивних технологій вирощування кукурудзи займають витрати на добрива, адже ця культура відзначається підвищеною потребою в елементах живлення і для формування 1 т зерна з відповідною кількістю побічної продукції використовує 24–32 кг азоту, 10–14 кг фосфору і 25–35 кг калію [4].

Важливе значення для реалізації потенціалу продуктивності кукурудзи має створення сприятливого фітосанітарного стану у посівах, особливо за показником забур'яненості [5]. Разом з тим, зважаючи на широкорядний спосіб сівби,

контролювання забур'яненості посівів вимагає значного збільшення витрат, насамперед при вирощуванні за інтенсивними технологіями, де втрати врожаю від шкідників, хвороб і, особливо, бур'янів досить помітно впливають на рівень їх окупності.

Хоча гербіциди в сучасних агротехнологіях є істотним елементом затрат, проте вартісна величина приросту урожаю і оплата одиниці виробничих витрат додатковим прибутком зазвичай окуповуються. Дослідженнями в умовах степової зони встановлено, що загальна частка витрат на хімічні засоби захисту рослин у технології вирощування кукурудзи на зерно становить 8,5–23,1% [6].

За використання ґрунтових і страхових гербіцидів складається вигідне співвідношення між вартістю валової продукції та затратами на хімічні засоби захисту рослин від бур'янів. До того ж, рівень забруднення агроландшафту за внесення зазначеного асортименту гербіцидів є малонебезпечним [7].

Напрямок ресурсозбереження у технології вирощування кукурудзи передбачає не лише зниження агрохімічного та пестицидного навантаження на агроценоз, а й обов'язкову компенсацію їх дії за рахунок заміни на новітні високотехнологічні продукти, що підвищують опірність рослин до стресових умов довкілля, мікродобрива, стимулятори росту рослин тощо.

У цілому інноваційні ресурсоощадливі технології вирощування кукурудзи направлені на зниження прямих затрат праці, матеріаломісткості продукції і виробничих процесів. У сільськогосподарських підприємствах застосування таких технологій сприяло зменшенню собівартості 1 т продукції на 15,2–23,8% [8]. Сортові ресурси у сучасному рослинництві є самостійним елементом ресурсозбереження, а використання гібридів різних груп стиглості за інтегрованого застосування забезпечує регулювання рівня врожайності та виробничих витрат у технологіях вирощування кукурудзи [9, 10].

Отже, комплексне поєднання високоефективних елементів технології вирощування в єдиному технологічному циклі забезпечує як зростання врожайності кукурудзи, так і прибутковості та рентабельності виробництва зерна. Тому опрацювання напрямів та пошук шляхів вирішення проблеми підвищення економічної ефективності технологій вирощування кукурудзи є актуальним для сільськогосподарської науки і практики, сприятиме стабілізації зерновиробництва та нарощуванню валових обсягів зерна в державі.

Мета дослідження – на основі економічної оцінки встановити ефективність технологій вирощування кукурудзи на зерно залежно від

рівня інтенсивності та визначити найдодільніші з них для реалізації потенціалу продуктивності культури за максимального використання агрокліматичних і виробничих ресурсів в умовах Лісостепу.

Матеріали і методи дослідження. Польові дослідження проводили впродовж 2011–2019 рр. у чотирипольній короткоротаційній сівозміні з таким чергуванням культур: пшениця озима – кукурудза на зерно – ранні ярі (овес, тритикале) – горох, довготривалого стаціонарного досліду ННЦ «Інститут землеробства НААН», що територіально розміщується у північній частині Лісостепу. Дослід закладено у 1987 р. згідно з вимогами методики дослідної справи методом розщеплених ділянок на темно-сірому опідзоленому ґрунті з дуже низьким рівнем забезпеченості азотом, підвищеним і високим – калієм та фосфором.

Погодні умови вегетаційного періоду кукурудзи впродовж 2011–2019 рр. характеризувалися стабільним перевищенням температурного режиму понад норму за нестачі опадів та їх нерівномірного розподілу протягом місяців і декад. Так, впродовж квітня – вересня протягом років проведення досліджень температура повітря перевищувала норму у середньому на 15,2%, а опадів випало у середньому лише 71,5% норми за варіювання у межах 8,1–453,4%.

Для визначення найефективніших елементів технології вирощування кукурудзи на зерно впродовж 2011–2015 рр. проводили Дослід 1 (табл. 1). Фактор А (удобрення) включав дванадцять варіантів з внесенням мінеральних добрив і використанням як добрива побічної продукції попередника (соломи пшениці озимої), фактор В (метод контролювання забур'яненості) – три варіанти, що передбачали механічні й хімічні заходи контролювання сегетальної рослинності. За агротехнічного методу проводили досходове боронування та два міжрядні обробітки. Хімічний метод включав післяпосівне внесення ґрунтового гербіциду Люмакс 537,5 SE с.е (4,0 л/га). За комбінованого методу захисту від бур'янів здійснювали досходове боронування, два міжрядних обробітки та вносили суміш гербіцидів Мілагро 040 SC (1 л/га) і Каллісто 480 SC к.с. (0,25 л/га).

У напрямку пошуку шляхів підвищення врожайності та економічної ефективності вирощування кукурудзи впродовж 2016 – 2019 рр. проводили Дослід 2 з визначення ефективності різних доз мінеральних добрив і побічної продукції попередника на фоні підвищеного навантаження технології засобами інтенсифікації та ресурсозбереження, а саме – оброблення насіння стимулятором росту рослин Регоплант

(250 мл/т), післяпосівного внесення ґрунтового гербіциду Примекстра Голд 720 (2,5 л/га), обприскування посівів баковою сумішшю: біостимулятор Стимпо (25 мл/га) + мікродобрива Фолік Макро (2,0 л/га) і Фолік Zn (0,5 л/га) + страховий гербіцид Майстер Пауер (1,25 л/га). Схему досліду наведено у табл. 3.

Усі препарати і добрива, що використовували у дослідженнях, занесено до Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні. Мікродобриво Фолік Zn містить цинк (20%) та азот (8%), Фолік Макро – азот (22%), фосфор (22%), калій (17%), від 0,001 до 0,14% – бор, мідь, залізо, марганець, молібден, цинк. Визначення ефективності технологій проводили за вирощування ранньостиглого гібриду кукурудзи Трубіж СВ (ФАО 190) селекції ННЦ «Інститут землеробства НААН», який з 2014 р. включено до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні.

У дослідженнях застосовували загальнонаукові та спеціальні методи: польовий – для вивчення взаємозв'язку об'єкта з біотичними та абіотичними факторами; кількісно-ваговий – для обліку врожаю зерна, який проводили подільно, з урахуванням засміченості й вологості; математико-статистичний – для визначення

достовірності отриманих даних; порівняльно-розрахунковий – для економічної оцінки технологій вирощування кукурудзи, яку здійснювали згідно технологічних карт у цінах липня 2020 р.

Виклад основного матеріалу. Основним показником доцільності застосування тієї чи іншої технології вирощування у сільськогосподарському виробництві є її економічна оцінка за показниками виробничих витрат, собівартості 1 т продукції, прибутку та рентабельності. Градації цих показників залежать від ряду чинників, визначальними з яких є ступінь інтенсивності технології та рівень реакції культури на окремі агротехнологічні заходи та їх поєднання в технології вирощування, що виявляється у зміні врожайності.

Продуктивність кукурудзи ранньостиглого гібриду в середньому за 2011-2015 рр. змінювалася у широкому діапазоні – від 2,80 у контрольному варіанті за агротехнічного методу контролювання забур'яненості до 10,48 т/га – за внесення $N_{300}P_{180}K_{300}$ на фоні використання як добрива побічної продукції попередника та хімічного методу захисту від сеgetальної рослинності, що передбачав післяпосівне оброблення гербіцидом ґрунтової дії (табл. 1).

Таблиця 1

Ефективність вирощування кукурудзи залежно від методу контролювання забур'янення та удобрення (середнє за 2011-2015 рр.)

Варіант удобрення	Урожайність за методу, т/га контролювання забур'яненості			Приріст урожаю від, т/га						
				удобрення			методу контролю забур'яненості		засобів інтенсифікації	
	I**	II	III	I	II	III	II	III	II	III
Без добрив (контроль)	2,80	3,06	2,93	-	-	-	0,26	0,13	0,26	0,13
Побічна продукція попередника (фон)	3,19	3,47	3,34	0,39	0,41	0,41	0,29	0,16	0,67	0,54
Фон + N_{40}	3,73	4,17	3,88	0,93	1,11	0,95	0,44	0,14	1,37	1,08
Фон + N_{120}	5,61	6,16	5,77	2,81	3,10	2,84	0,55	0,16	3,36	2,97
Фон + $N_{60}P_{45}K_{60}$	5,03	5,62	5,29	2,23	2,56	2,36	0,59	0,25	2,82	2,49
Фон + $N_{120}P_{80}K_{100}$	5,93	6,56	6,20	3,13	3,50	3,27	0,63	0,27	3,76	3,40
$N_{120}P_{90}K_{120}$	5,99	6,77	6,28	3,19	3,71	3,35	0,78	0,29	3,97	3,48
Фон + $N_{120}P_{90}K_{120}$	6,86	7,58	7,20	4,06	4,52	4,27	0,72	0,33	4,78	4,40
Фон + $N_{120}P_{90}K_{120}$ *	7,35	8,02	7,65	4,55	4,96	4,72	0,68	0,30	5,22	4,85
Фон + $N_{180}P_{120}K_{180}$	8,19	9,14	8,53	5,39	6,08	5,60	0,95	0,34	6,34	5,73
Фон+ $N_{240}P_{120}K_{240}$ (на 10 т/га)	8,73	9,47	8,97	5,93	6,41	6,04	0,74	0,24	6,67	6,17
Фон+ $N_{300}P_{180}K_{300}$ (на 12 т/га)	9,52	10,48	9,94	6,72	7,42	7,01	0,96	0,42	7,68	7,14
HIP_{05}	0,29									

Примітка. * – післядія систематичного випробування до 2011 р. різних видів добрив.

** – I – агротехнічний метод контролювання забур'яненості; II – хімічний метод;

III – комбінований метод

У зв'язку з інтенсивним типом росту та високим потенціалом індивідуальної продуктив-

ності рослин кукурудза характеризується досить низькою реалізацією потенційної продуктивності

в умовах живлення, близького до природного фону родючості ґрунту. Особливо це проявляється за недостатнього вологозабезпечення та на ґрунтах з низькою забезпеченістю біогенними елементами, коли вже на початкових стадіях розвитку рослин формується ослаблений агроценоз з мінімальною продуктивністю [1].

У наших дослідженнях урожайність кукурудзи у варіантах без добрив незалежно від методу контролювання забур'яненості не перевищувала 3,06 т/га, що було зумовлено як недостатньою кількістю опадів упродовж вегетації, так і багаторічним (упродовж 25 років) винесенням біогенних елементів культурами сівозміни за вирощування без удобрення на темно-сірому опідзоленому ґрунті з дуже низьким рівнем забезпеченості азотом.

Разом з тим, за внесення мінеральних добрив і побічної продукції попередника (соломи пшениці озимої), яку використовували в якості удобрення для поповнення ґрунту органічною речовиною та покращення його фізичних властивостей, було забезпечено високі прирости врожайності – на рівні 0,39–7,42 т/га, а поєднання різних методів контролювання забур'янення та доз мінеральних добрив сприяло підвищенню ефективності їх використання.

Так, від засобів інтенсифікації отримано істотні прирости (0,54–7,68 т/га за $НР_{05}=0,28$) за усіх варіантів досліду, крім контрольного (без добрив), що свідчить про високий ступінь позитивної реакції кукурудзи на підвищення рівня інтенсивності технології вирощування.

Такі високі прирости врожайності забезпечено за рахунок значного зростання ресурсоемності виробництва, це, відповідно, зумовило суттєве збільшення показника виробничих витрат. У середньому за 2011–2015 рр. виробничі витрати за вирощування кукурудзи зростали пропорційно насиченню технології засобами інтенсифікації: від 10,42–11,93 тис. грн/га – за ресурсощадних моделей з внесенням обмежених доз мінеральних добрив та міжрядних культиваций, до 17,31–19,65 та 22,65–23,93 тис. грн/га – за інтенсивних технологій та високоінтенсивної моделі з внесенням підвищених доз добрив, хімічного та комбінованого методу контролювання забур'янення (табл. 2).

Найбільшою витратна частина технології була за внесення розрахованих балансовим методом на запланований врожай 10 і 12 т/га доз мінеральних добрив $N_{240}P_{120}K_{240}$ і $N_{300}P_{180}K_{300}$ на фоні використання як добрива побічної продукції попередника (соломи пшениці озимої).

Проте надалі у статті ці варіанти досліду не розглядатимемо через їх неефективність і безперспективність для впровадження у

сільськогосподарське виробництво, адже реальна врожайність не перевищувала 9,47 і 10,48 т/га незалежно від методу контролювання забур'янення, не досягаючи планового рівня. До того ж, економічна оцінка таких технологій засвідчила їх низьку економічну ефективність.

Так, за найвищих по досліді виробничих витрат та собівартості 1 т зерна рівень рентабельності був найнижчим, а показник прибутку, хоча і переважав ресурсощадливі та окремі моделі інтенсивних технологій, проте поступався високоінтенсивній технології з удобренням $N_{180}P_{120}K_{180}$ на фоні побічної продукції попередника.

На собівартість зерна позитивно вплинуло застосування хімічного методу контролювання забур'янення за внесення мінеральних добрив у дозах вище $N_{120}P_{80}K_{100}$, сприяючи зниженню цього показника порівняно з агротехнічним і комбінованим методами до 2,28–2,66 тис. грн/т проти 2,30–2,79 і 2,57–3,09 тис. грн/га, що свідчить про ефективніше використання ресурсів на створення одиниці продукції.

Встановлено, що за усіх варіантів удобрення кращим методом контролювання сегетальної рослинності у посівах кукурудзи є хімічний із застосуванням ґрунтового гербіциду, який забезпечив ефективне контролювання бур'янів впродовж 30–40 діб після сівби, коли культурні рослини мають низьку конкурентну здатність. Після змикання листя в міжряддях різко зростає фітоценотична стійкість рослин кукурудзи, що опосередковано впливає на зниження інтенсивності проростання та розвитку бур'янів в посівах. Перевага хімічного методу над агротехнічним у середньому за всіх варіантів удобрення виявлялася у збільшенні на 10,4% врожайності, на 12,2% – прибутку за рівнозначних показників собівартості зерна і рентабельності виробництва.

Комбінований метод захисту від бур'янів є організаційно та економічно неефективним, адже істотне зростання виробничих витрат не окупається приростами врожаю та прибутком. У середньому за всіх варіантів удобрення продуктивність кукурудзи за проведення міжрядних обробітків становила 6,08 т/га, комбінованого та хімічного методів – 6,33 та 6,71 т/га. До того ж, хімічний метод контролювання забур'янення сприяв ефективнішому використанню добрив на формування одиниці продукції за усіх варіантів удобрення.

Найнижчою собівартістю 1 т зерна та найвищою рентабельністю характеризувалися технології, що передбачали внесення обмежених доз добрив та проведення міжрядних культиваций у системі агротехнічного методу контролювання

забур'янення. За метою виробничої стратегії вони відповідали напряму ресурсозбереження, проте за обсягами отриманого врожаю та прибутку вимагають пошуку шляхів їх зростання.

Таким заходом може бути заміна механічного знищення бур'янів на суто хімічний метод з

внесенням ґрунтового гербіциду. Хоча це й призводило до зростання виробничих витрат на 12,0–12,8%, проте практично не вплинуло на собівартість зерна та рентабельність, а показники врожайності і прибутку збільшилися на 9,8–12,4 та 8,1–11,5% відповідно.

Таблиця 2

Економічна ефективність вирощування кукурудзи залежно від методу контролювання забур'янення та удобрення (середнє за 2011-2015 рр.)

Варіант удобрення	Вартість продукції, тис. грн/га	Виробничі витрати, тис. грн/га	Собівартість зерна, тис. грн/т	Прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
Агротехнічний метод					
Без добрив (контроль)	14,00	6,61	2,36	7,39	112
Побічна продукція попередника (фон)	15,95	6,73	2,11	9,22	137
Фон+N ₄₀	18,65	8,01	2,15	10,64	133
Фон+N ₁₂₀	28,05	10,42	1,86	17,63	169
Фон+N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀	25,15	11,93	2,37	13,22	111
Фон+N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₀₀	29,65	15,97	2,69	13,68	86
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	29,95	16,69	2,79	13,26	79
Фон+N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	34,30	16,86	2,46	17,44	103
Фон+N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ *	36,75	16,91	2,30	19,84	117
Фон+N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	40,95	21,28	2,60	19,67	92
Фон+N ₂₄₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀ (на 10 т/га)	43,65	24,45	2,80	19,20	79
Фон+N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₃₀₀ (на 12 т/га)	47,60	29,97	3,15	17,63	59
Без добрив (контроль)	15,30	7,90	2,58	7,40	94
Хімічний метод					
Фон	17,35	8,03	2,31	9,32	116
Фон+N ₄₀	20,85	9,33	2,24	11,52	123
Фон+N ₁₂₀	30,80	11,75	1,91	19,05	162
Фон+N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀	28,10	13,36	2,38	14,74	110
Фон+N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₀₀	32,80	17,31	2,64	15,49	90
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	33,85	18,04	2,66	15,81	88
Фон+N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	37,90	18,20	2,40	19,70	108
Фон+N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ *	40,10	18,25	2,28	21,85	120
Фон+N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	45,70	22,65	2,48	23,05	102
Фон+N ₂₄₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀ (на 10 т/га)	47,35	25,81	2,73	21,54	83
Фон+N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₃₀₀ (на 12 т/га)	52,40	31,36	2,99	21,04	67
Комбінований метод					
Без добрив (контроль)	14,65	9,31	3,18	5,34	57
Фон	16,70	9,43	2,82	7,27	77
Фон+N ₄₀	19,40	10,72	2,76	8,68	81
Фон+N ₁₂₀	28,85	13,47	2,34	15,38	114
Фон+N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀	26,45	14,67	2,77	11,78	80
Фон+N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₀₀	31,00	18,71	3,02	12,29	66
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	31,40	19,44	3,09	11,96	62
Фон+N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	36,00	19,60	2,72	16,40	84
Фон+N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ *	38,25	19,65	2,57	18,60	95
Фон+N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	42,65	23,93	2,81	18,72	78
Фон+N ₂₄₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀ (на 10 т/га)	44,85	27,20	3,03	17,65	65
Фон+N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₃₀₀ (на 12 т/га)	49,70	32,75	3,29	16,95	52

Примітка. * - післядія систематичного випробування до 2011 р. різних видів добрив.

З метою оптимізації системи удобрення та інших агротехнологічних заходів з урахуванням

отриманих впродовж 2011–2015 рр. результатів було здійснено корегування схеми досліду у

напрямі пошуку шляхів підвищення господарської врожайності, що супроводжуватиметься зростанням економічної ефективності технологій вирощування за рахунок введення до технології вирощування додаткових елементів: оброблення насіння і посівів стимуляторами росту рослин, позакореневого підживлення мікродобривами, внесення, крім ґрунтового, ще й страхового гербіциду.

Результати проведених впродовж 2016-2019 рр. досліджень свідчать, що насичення технології вирощування кукурудзи засобами підвищення стресостійкості та адаптивності рослин в агроценозах, а також забезпечення відповідного фітосанітарного стану посівів за показником забур'яненості сприяло значному підвищенню як врожайності, так і економічної ефективності виробництва зерна (табл. 3).

Таблиця 3

**Економічна ефективність вирощування кукурудзи залежно від удобрення
(середнє за 2016-2019 рр.)**

Варіант удобрення	Урожайність, т/га	Вартість продукції, тис. грн/га	Виробничі витрати, тис. грн/га	Собівартість 1 т зерна, тис. грн	Прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
Без добрив (контроль)	3,80	19,00	9,60	2,53	9,40	98
Побічна продукція попередника (фон)	4,29	21,45	9,61	2,24	11,84	123
Фон + N ₄₀	5,07	25,35	10,91	2,15	14,44	132
Фон+N ₁₂₀	7,08	35,40	13,33	1,88	22,07	166
N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀ *	6,75	33,75	14,79	2,19	18,96	128
Фон+N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀	6,78	33,90	14,87	2,19	19,03	128
Фон +N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀ *	7,20	36,00	14,92	2,07	21,08	141
Фон + N ₁₂₀ P ₄₅ K ₆₀ **	7,56	37,80	16,62	2,20	21,18	127
Фон+N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₀₀	8,40	42,00	19,00	2,26	23,00	121
Фон+N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	8,77	43,85	19,89	2,27	23,96	121
Фон+N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	9,87	49,35	24,22	2,45	25,13	104
Фон+N ₂₄₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀ (на 10 т/га)	10,39	51,95	27,40	2,64	24,55	90
НІР ₀₅	0,35					

Примітка. * – до 2016 р. доза добрив становила N120P90K120; ** – впродовж 2011-2015 рр. доза добрив N240P120K240.

Так, середня за 2016-2019 рр. урожайність кукурудзи у відповідних варіантах удобрення порівняно до 2011-2015 рр. зросла на 8,0-28,0%, прибуток – на 9,0-48,5%, а рівень рентабельності з 83-162% підвищився до 90-166%. Хоча витратна частина технології також значно збільшилася – з 7,90-25,81 до 9,60-27,40 тис. грн/га, проте за усіх технологій забезпечувалося зниження собівартості 1 т зерна та суттєве зростання прибутковості виробництва.

Встановлено, що вирощування ранньостиглих гібридів кукурудзи з внесенням мінеральних добрив у дозах понад N₁₈₀P₁₂₀K₁₈₀ є економічно необґрунтованим, хоча й забезпечило після коригування схеми досліду отримання більше 10 т/га зерна, оскільки призводить до зростання собівартості зерна з 2,45 до 2,64 тис. грн/т, зниження прибутку – з 25,13 до 24,55 тис. грн/га, а також зумовлює суттєве падіння показника рентабельності – зі 104 до 90%, що було найнижчим значенням по досліді.

Вважаємо, що вирощування ранньостиглих гібридів з коротким періодом вегетації та порівняно невисоким потенціалом продуктивності є маловиправданим за високоінтенсивних технологій. Доцільніше спрямовувати ці ресурси на вирощування гібридів з довшим періодом вегетації та вищою потенціальною продуктивністю, що забезпечить їх ефективне використання.

Разом з тим, перевагою ранньостиглих гібридів є низька варіабельність врожайності залежно від погодних умов, швидке досягання, низька збиральна вологість зерна і ранні строки збирання (у другій декаді вересня), що було підтверджено впродовж усіх років досліджень. Використання в сільськогосподарському виробництві гібридів різних груп стиглості є фактором забезпечення гарантованого ведення зерновиробництва та дозволяє розробляти довгострокові прогнози при макроекономічному плануванні.

Комплексний аналіз результатів досліджень Дослідів 1 і 2, що проведені впродовж 2011–2019 рр. дозволив виявити ефективні економічно обґрунтовані технології вирощування кукурудзи на зерно різної інтенсивності, які задовольняють вимоги системної стійкості, стабільності та адаптивності в агрокліматичних умовах Лісостепу.

У блоці ресурсоощадливих технологій виокремлено технології, що відповідають стратегії найвищої окупності витрат отриманим прибутком. Економічно найефективнішою була технологія з внесенням N_{120} на фоні побічної продукції попередника, обробленням ґрунтовим гербіцидом або додатково гербіцидом страхової дії, стимуляторами росту рослин і мікродобривами. За цієї технології отримано найвищу по досліді окупність вкладених ресурсів за рівня рентабельності 162...166% та прибутку 19,05–22,07 тис. грн/га, проте вона може бути локально і нетривалий час застосована лише на ґрунтах з високою забезпеченістю фосфором і калієм.

Технологія, що передбачає збалансованість системи удобрення за основними хімічними елементами за рахунок внесення $N_{60}P_{45}K_{60}$ на фоні побічної продукції попередника, є агрохімічно обґрунтованою, сприяє ощадливому використанню ґрунтових ресурсів та забезпечує за комплексного застосування ґрунтових і страхових гербіцидів, стимуляторів росту рослин та мікродобрив отримання 19,03 тис. грн/га прибутку та рентабельність виробництва зерна 128%.

Встановлено, що за вирощування кукурудзи найбільш виправданими є інтенсивні технології, які сприяють високій реалізації потенціалу продуктивності сучасних гібридів та забезпечують середньозважені показники економічної ефективності. Виробничій стратегії найвищої організаційної доцільності без суттєвого зниження прибутковості, що передбачає максимальне скорочення операцій у технологічному циклі відповідає інтенсивна технологія вирощування з внесенням $N_{120}P_{90}K_{120}$ на фоні побічної продукції попередника та післяпосівним обробленням гербіцидом ґрунтової дії. За виробничих витрат 18,20 тис. грн/га врожайність кукурудзи становила 7,58 т/га, що забезпечило прибуток 19,7 тис. грн/га та рентабельність 108%.

Направленість систем виробництва зерна на отримання максимального прибутку зумовлює вибір інтенсивної технології вирощування, складовими якої є внесення $N_{120}P_{80-90}K_{100-120}$ на фоні побічної продукції попередника, ґрунтового і страхового гербіцидів, стимуляторів росту рослин та мікродобрив. Хоча виробничі витрати

збільшилися до 19,0–19,89 тис. грн/га, проте за рахунок суттєвого зростання врожайності до 8,40–8,77 т/га збільшилися також показники прибутку та рентабельності – до 23,0–23,96 тис. грн/га і 121%.

Високоінтенсивна технологія з підвищеною дозою мінеральних добрив $N_{180}P_{120}K_{180}$ на фоні побічної продукції попередника у поєднанні з внесенням ґрунтового гербіциду та додатковим обробленням насіння стимулятором росту рослин, а посівів – баковою сумішшю страховий гербіцид + стимулятор росту рослин + мікродобрива забезпечує стабільну врожайність на рівні 9,87 т/га та 25,13 тис. грн/га прибутку за рентабельності 104%. Така технологія сприяє підвищенню ефективності використання землі в обробітку, проте передбачає значні виробничі витрати (24,22 тис. грн/га), тому може бути застосована переважно у великотоварних сільськогосподарських підприємствах з високим ресурсним забезпеченням для формування однорідних партій зерна.

Впровадження у сільськогосподарське виробництво розроблених технологій вирощування кукурудзи різної інтенсивності сприятиме підвищенню ефективності ведення зернового господарства у зоні Лісостепу.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Встановлено, що економічна ефективність технологій вирощування кукурудзи залежить від рівня їх інтенсивності та обумовлюється реакцією культури на окремі агрозаходи та їх комплексне застосування в єдиному технологічному циклі.

Виокремлено економічно ефективні ресурсозберігаючі, інтенсивні та високоінтенсивні технології, що забезпечують в умовах Лісостепу стабільну врожайність ранньостиглого гібриду кукурудзи на рівні 6,16–7,08; 7,58–8,77 і 9,87 т/га відповідно з прибутком 19,03–22,07; 19,7–23,96 і 25,13 тис. грн/га за рентабельності виробництва зерна 128–166; 108–121 і 104%.

Експериментально доведено, що вирощування ранньостиглого гібриду кукурудзи з унесенням мінеральних добрив у дозах понад $N_{180}P_{120}K_{180}$ є економічно необґрунтованим, оскільки призводить до зростання собівартості продукції, зниження прибутку, а також зумовлює істотне падіння показника рентабельності, хоча й забезпечує отримання більше 10 т/га зерна.

Перспективним у напрямку вдосконалення технологій вирощування кукурудзи різної інтенсивності є здійснення нормування виробничих витрат для їх оптимізації у змінних ґрунтово-кліматичних та організаційно-економічних умовах.

Список використаних джерел:

1. Наукові основи ефективності використання виробничих ресурсів у різних моделях технологій вирощування зернових культур: монографія / В. Ф. Камінський, В. Ф. Сайко, М. В. Душко, Н. М. Асанішвілі та ін. Київ: Вінченко, 2017. 580 с.
2. Ільчук М. М., Коновал І. А. Прогнозування обсягів та економічної ефективності виробництва зерна кукурудзи в Україні. *Біоресурси і природокористування*. 2013. Т. 5. № 3-4. С. 137-146.
3. Технології вирощування сільськогосподарських культур за різних систем землеробства / Наукові основи ефективного розвитку землеробства в агроландшафтах України / За ред. д. с.-г. н. В. Ф. Камінського. Київ: Едельвейс, 2015. С. 190-221.
4. Шпаар Д., Гинапп К., Дрегер Д. та ін. Кукуруза: выращивание, уборка, хранение и использование Киев: Зерно, 2012. 464 с.
5. Циков В. С., Матюха Л. П. Бур'яни: шкодочинність і система захисту. Дніпропетровськ: Енем, 2006. 86 с.
6. Шевченко М. С., Рибка В. С., Ляшенко Н.О. Основні пріоритети раціонального розвитку виробництва зерна кукурудзи на Дніпропетровщині. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 10. С. 118-124.
7. Дем'янюк О.С., Шацман Д. О. Агроекологічна та економічна оцінка застосування ґрунтових і страхових гербіцидів при вирощуванні кукурудзи на зерно в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*. 2019. № 2. С. 57-64. Doi: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2019.184147>
8. Гончаренко С. І. Інноваційні ресурсозберігаючі технології як фактор підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва. *Вісник Харківського національного технічного університету імені Петра Василенка*. 2017. Вип. 185. С. 131-142.
9. Пашенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкіна О. Ю. Адаптивні і ресурсозберіжні технології вирощування гібридів кукурудзи: монографія. Дніпропетровськ: Арт-прес, 2009. 224 с.
10. Дзюбецький Б. В., Рибка В. С., Черчель В. Ю. [та ін.] Сучасні проблеми та економіко-енергетичні аспекти вирощування різних за швидкістю гібридів кукурудзи в умовах Степу України. *Хранение и переработка зерна*. 2007. № 5. С. 14– 17.

В. Ф. Каминский, Н. Н. Асанишвили. Экономическая эффективность технологий выращивания кукурузы разной степени интенсивности

В статье представлены результаты исследований по вопросам повышения экономической эффективности технологий выращивания кукурузы различной степени интенсивности в условиях Лесостепи. С учетом производственной стратегии выделены экономически эффективные ресурсосберегающие, интенсивные и высокоинтенсивные технологии, обеспечивающие в условиях Лесостепи стабильную урожайность раннеспелых гибридов кукурузы на уровне 6,16-7,08; 7,58-8,77 и 9,87 т/га соответственно с прибылью 19,03-22,07; 19,7-23,96 и 25,13 тыс. грн/га при рентабельности 128-166; 108-121 и 104%.

Ключевые слова: кукуруза, технология выращивания, интенсификация, ресурсосбережение, урожайность, себестоимость зерна, прибыль, рентабельность.

V. Kaminskyi, N. Asanishvili. Economic efficiency of maize growing technologies of different levels of intensity

The article presents the results of research on improving the economic efficiency of technologies for growing corn of different levels of intensity in the Forest-Steppe. Taking into account the production strategy, cost-effective resource-saving, intensive and high-intensity technologies have been singled out, which provide stable yield of early-ripening maize hybrid at the level of 6.16–7.08; 7.58–8.77 and 9.87 t/ha in the Forest-Steppe conditions, respectively, with a profit of 19.03–22.07; 19.7–23.96 and 25.13 thousand UAH/ha with a profitability of 128–166; 108–121 and 104%.

Keywords: corn, growing technology, intensification, resource saving, yield, grain cost, profit, profitability.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

ЗАСВОЄННЯ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ З ҐРУНТУ Й МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПШЕНИЦЕЮ ОЗИМОЮ НА ЧОРНОЗЕМІ ОПІДЗОЛЕНОМУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Г. М. Господаренко, доктор сільськогосподарських наук, професор

ORCID ID: 0000-0002-6495-2647

Researcher ID: G-5431-2019

О. Д. Черно, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

ORCID ID: 0000-0001-5021-9340

В. В. Любич, доктор сільськогосподарських наук, професор

ORCID ID: 0000-0003-4100-9063

Researcher ID: W-8897-2018

В. П. Бойко, викладач

ORCID ID: 0000-0002-8139-2039

Уманський національний університет садівництва

Висвітлено результати досліджень впливу тривалого застосування різних доз і співвідношень добрив на чорноземі опідзоленому в польовій сівозміні в умовах Правобережного Лісостепу України на вміст основних елементів живлення в зерні й соломі пшениці озимої, попередником якої була соя. З'ясовано, що за рахунок різних доз, співвідношень і видів добрив вміст азоту в зерні пшениці озимої збільшувався на 13-49%, фосфору – 3-19, а калію – на 6-14%. Із зерном пшениця озима виносить найбільше азоту – 49,4-147,8 кг/га і фосфору – 22,1-51,9 кг P_2O_5 /га, а калію – лише 15,0-32,6 кг K_2O /га залежно від врожайності та якості. Розраховано, що із соломною пшениці озимої у ґрунт повертається 27-33% азоту, 35-36 – фосфору і 74-76% калію від господарського винесення залежно від доз добрив.

Ключові слова: пшениця озима, чорнозем опідзолений, вміст азоту, фосфору і калію, господарське винесення.

Постановка проблеми. Відомо, що пшениця озима добре реагує на застосування добрив, особливо азотних. Одним із методів оптимізації удобрення цієї культури є тривалі польові дослід з їх застосування. Завдяки стаціонарним дослідом встановлюють ефективність застосування елементів живлення. Крім цього, уточнюють відносний винос їх на формування врожаю зерна пшениці озимої нових сортів, а також коефіцієнт засвоєння елементів живлення з ґрунту і добрив [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пшениця озима вибаглива до родючості ґрунту, тому високу продуктивність може формувати лише на ґрунтах з оптимальним рівнем їх забезпечення елементами живлення. Для одержання запланованої врожайності дози добрив розраховують з використанням показників винесення азоту, фосфору й калію [2]. Ці величини дають можливість певною мірою оцінити потребу рослин в елементах живлення [3, 4]. В агрохімії прийнято виділяти декілька показників винесення: господарське основною і

нетоварною продукцією з одиниці площі та їх винесення на одиницю маси врожаю основної продукції (нормативне винесення) [5, 6].

Незважаючи на те, що в літературі є досить велика кількість даних про винесення основних елементів живлення пшеницею озимою, в них наводяться лише узагальнені величини, які залежать від низки чинників: ґрунтово-кліматичних умов (за посушливих погодних умов винесення елементів завжди менше, ніж за достатнього зволоження), технології вирощування, реакції ґрунтового розчину, системи удобрення, сортових особливостей тощо [7]. Так, інтенсивні сорти потребують значно більше елементів живлення. За даними вчених, у 1974-1976 рр. різниця за виносом NPK на 1 т зерна різними сортами пшениці озимої наближалася до 6,5%, у 1992-1994 рр. вона становила 13%, а у 2007 р. сягала 16% [8]. За даними [9, 10], на формування врожайності 1 т зерна рослини пшениці озимої виносять з ґрунту 25-35 кг азоту, 11-13 – P_2O_5 і 20-27 кг K_2O . У дослідженнях [11]

для пшениці озимої ці показники становлять N – 22,9 кг, P₂O₅ – 6,74, K₂O – 15,2 кг, тоді як за іншими даними [12] – відповідно 29,0; 23,0 та 21,0 кг. На неокультурених ґрунтах винесення з 1 т зерна та відповідною кількістю соломи становить: N – 21,5 кг, P₂O₅ – 11,5 і K₂O – 18,4 кг [13]. Така висока варіабельність цих показників робить їх проблематичними для використання, оскільки при розрахунках доз добрив застосування як завищених, так і занижених показників винесення елементів живлення призводить до зміни величини та якості врожаю й економічних показників ефективності. До того ж ці нормативні показники відносяться до сортів, що були у виробництві 20-30 років, а тому нині невідомо, наскільки змінилися в сучасних сортів. Крім того, рівні удобрення та ґрунтово-кліматичні умови впливають на хімічний склад зерна [14]. Рослини пшениці озимої добре реагують на застосування добрив, що змінює вміст основних елементів живлення у тканинах під впливом удобрення [15]. Отже, необхідно постійно проводити дослідження щодо оптимального вмісту елементів живлення в зерні та солі пшениці озимої у конкретних умовах вирощування.

Мета досліджень. Виявити специфіку надходження елементів живлення до рослин пшениці озимої залежно від різних доз, співвідношень і видів добрив та родючості ґрунту

і встановити діапазон змін залежно від цих чинників.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проведено в умовах стаціонарного польового досліду, закладеному у 2011 р. Дослід розміщено в Правобережному Лісостепу України з географічними координатами за Гринвічем 48° 46' північної широти і 30° 14' східної довготи (табл. 1).

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом гумусу 3,8%, вміст азоту легкогідролізованих сполук – низький, рухомих сполук фосфору та калію – підвищений, рН_{KCl} – 5,7. Розміщення варіантів у досліді послідовне. Дослід одночасно розгорнутий на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані врожайності всіх культур 4-пільної польової сівозміни (пшениця озима – кукурудза на зерно – ячмінь ярий – соя) і виявляти вплив агрометеорологічних чинників на їх продуктивність та ефективність добрив. Повторення досліду триразове. Загальна площа дослідної ділянки 110 м², облікова – 72 м². Фосфорні (суперфосфат гранульований) і калійні добрива (калій хлористий) вносили під зяблевий обробіток ґрунту, азотні (аміачна селітра) – під передпосівну культивування та в підживлення. На добриво також залишали нетоварну частину врожаю культур сівозміни.

Таблиця 1

Схема досліду

Внесено добрив	
на 1 га площі сівозміни	під пшеницю озиму
Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)
N ₅₅	N ₇₅
N ₁₁₀	N ₁₅₀
P ₆₀ K ₈₀	P ₆₀ K ₈₀
N ₁₁₀ K ₈₀	N ₁₅₀ K ₈₀
N ₁₁₀ P ₆₀	N ₁₅₀ P ₆₀
N ₅₅ P ₃₀ K ₄₀	N ₇₅ P ₃₀ K ₄₀
N ₁₁₀ P ₆₀ K ₈₀	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₈₀
N ₁₁₀ P ₃₀ K ₄₀	N ₁₅₀ P ₃₀ K ₄₀
N ₁₁₀ P ₆₀ K ₄₀	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₄₀
N ₁₁₀ P ₃₀ K ₈₀	N ₁₅₀ P ₃₀ K ₈₀

Облік урожаю зерна пшениці озимої проводили подільночно прямим комбайнуванням, соломи – методом пробного снопа. Вміст азоту, фосфору та калію в рослинних зразках визначали після мокрого оголення за МВВ 31-497058-019-2005, на основі чого розраховували господарський винос елементів

живлення та їх витрати на формування одиниці врожаю. Для якісного оцінювання тісноти зв'язку між досліджуваними чинниками використовували коефіцієнт кореляції за шкалою R. E. Chaddock: 0,1-0,3 – незначний; 0,3-0,5 – помірний; 0,5-0,7 – істотний; 0,7-0,9 – високий; 0,9-0,99 – дуже високий; 1 – функціональний.

Коефіцієнт стабільності досліджуваних показників розраховували за формулою: $K_{\text{стаб}} = V_{\text{сер}}(\max - \min)$, де $V_{\text{сер}}$ – показник середньої величини; $\max - \min$ – різниця між максимальним і мінімальним значенням показника в досліді.

Під час проведення дисперсійного аналізу підтверджували або спростовували «нульову гіпотезу». Для цього визначали значення коефіцієнта «р», який показував ймовірність відповідної гіпотези. У випадках, коли $p < 0,05$ «нульова гіпотеза» спростовувалась, а вплив чинника був достовірним.

Виклад основного матеріалу.

Дослідженнями встановлено певні зміни вмісту основних елементів живлення в основній і нетоварній частині врожаю пшениці озимої (табл. 2). Встановлено, що за рахунок удобрення вміст азоту в зерні пшениці озимої достовірно істотно збільшувався на 0,22-0,79 абс.%. У сухій речовині соломи вміст азоту був значно меншим, що свідчить про переміщення його під час

формування врожаю з вегетативних у генеративні органи. У середньому за три роки досліджень вміст азоту в зерні пшениці озимої становив 1,61% на суху речовину. Результати досліджень свідчать, що найбільше на цей показник впливало тривале застосування азотних добрив. Так, у варіанті з середнім насиченням площі сівозміни N_{55} вміст азоту зростав до 2,17%, або на 35%, а у варіанті N_{110} – до 2,26%, або на 40% порівняно з ділянками без добрив. За умови насичення площі сівозміни $P_{60}K_{80}$ вміст азоту зростав до 1,82%, або на 13%. Застосування повного мінерального добрива в польовій сівозміні ($N_{110}P_{60}K_{80}$) підвищувало цей показник до 2,37%, або на 47% порівняно з варіантом без добрив. Застосування азотно-калійного та азотно-фосфорного добрива не мало переваг порівняно з повним мінеральним добривом. Насичення площі сівозміни 110 кг/га д. р. азотних добрив на тлі $P_{30}K_{40}$, $P_{60}K_{40}$ і $P_{30}K_{80}$ забезпечувало формування вмісту азоту в зерні на рівні варіанту з повним мінеральним добривом.

Таблиця 2

Вміст основних елементів живлення в урожаї пшениці озимої залежно від доз і співвідношень добрив (2016–2018 рр.), % на суху речовину

Варіант досліджу	Елемент живлення					
	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	1	2	1	2	1	2
Без добрив (контроль)	1,61	0,46	0,72	0,24	0,49	0,82
N_{55}	2,17	0,48	0,74	0,24	0,49	0,83
N_{110}	2,26	0,50	0,75	0,24	0,48	0,84
$P_{60}K_{80}$	1,82	0,45	0,80	0,25	0,52	0,86
$N_{110}K_{80}$	2,24	0,50	0,76	0,24	0,53	0,96
$N_{110}P_{60}$	2,31	0,51	0,86	0,27	0,56	1,00
$N_{55}P_{30}K_{40}$	2,05	0,51	0,81	0,26	0,54	0,93
$N_{110}P_{60}K_{80}$	2,37	0,52	0,86	0,27	0,56	1,02
$N_{110}P_{30}K_{40}$	2,36	0,51	0,82	0,26	0,53	0,94
$N_{110}P_{60}K_{40}$	2,40	0,52	0,86	0,27	0,54	0,96
$N_{110}P_{30}K_{80}$	2,36	0,51	0,82	0,26	0,55	1,00
$HIP_{05}(\min-max)$	0,11–0,12	0,02–0,03	0,04–0,05	0,01–0,02	0,02–0,03	0,04–0,05

Примітка. 1 – зерно, 2 – солома. $p=0,002$

Застосування мінеральних добрив у польовій сівозміні, особливо азотних, сприяло підвищенню його вмісту в нетоварній частині врожаю. Слід відзначити, що тривале застосування азотних добрив найбільше впливало на цей показник порівняно з фосфорно-калійними. Так, застосування лише азотних добрив підвищувало вміст азоту в соломі до 0,48-0,50% на суху речовину або на 4-9% порівняно з варіантом без добрив. Застосування азотних добрив на тлі фосфорно-калійних добрив з різним співвідношенням підвищувало його до 0,51-0,52% або на 11-13%. Очевидно, що тривале застосування азотних

добрив на тлі фосфорно-калійних сприяло вищому поглинанню азоту рослинами порівняно з варіантами N_{55} і N_{110} . Застосування $P_{60}K_{80}$ не змінювало вмісту азоту в соломі пшениці озимої.

Вважається [5], що з основних елементів живлення рослини пшениці озимої можуть змінювати до оптимального вміст фосфору в тканинах, проте за високого його вмісту в ґрунті цей механізм послаблюється.

Дослідження підтвердили, що за поліпшення азотного живлення вміст фосфору в зерні пшениці озимої зростав. Так, у варіантах N_{55} і N_{110} цей показник зростав до 0,74-0,75% або на 3-4%

порівняно з ділянками без добрив (0,72%). У варіантах із застосуванням 30-60 кг/га д. р. фосфорних добрив підвищувало вміст фосфору на 13% за насичення площі сівозміни N_{55} і на 14-19% за насичення N_{110} . У вегетативній масі вміст фосфору, порівняно з генеративними органами, був значно меншим (0,24-0,27%) і зміни під впливом удобрення були незначними. Так, у пшеничній соломі він підвищувався під впливом високого насичення площі сівозміни добривами ($N_{110}P_{60}K_{80}$) лише на 13%.

Отже, навіть за високого насичення площі сівозміни мінеральними добривами ($N_{110}P_{60}K_{80}$) вміст цього елемента в рослинах пшениці озимої підвищувався лише на 19%. У досліді чітко проявився позитивний вплив азотного живлення на вміст фосфору в основній продукції. При цьому за їх внесення живлення рослин фосфором поліпшувалося, тоді як ефективність калійних добрив була слабкою.

Відомо [3, 4, 18, 19], що вміст калію в рослинах пшениці озимої значно змінюється залежно від ґрунтово-кліматичних умов та елементів агротехнології. Проте в дослідженнях [20] зазначено, що вміст цього елемента в рослинах майже не змінювався за внесення калійних добрив.

Вміст калію в зерні змінювався від 0,49 до 0,55% на суху речовину залежно від варіанту. У варіантах з насиченням площі сівозміни N_{55} і N_{110} цей показник не змінювався порівняно з ділянками без добрив – 0,48-0,49%. Тривале застосування в польовій сівозміні $P_{60}K_{80}$ підвищувало вміст цього елемента в зерні до 0,52 або на 6%. Тривале застосування 40-80 кг/га д. р. калійних добрив підвищувало вміст калію на 10% за насичення площі сівозміни N_{55} і на 8-14% у варіанті з насиченням N_{110} . Вміст калію в соломі змінювався у широкому діапазоні – від 0,82 до 1,02% залежно від варіанту дослідів. Тривале насичення площі сівозміни азотними добривами у дозі 55-110 кг/га д. р. сприяло підвищенню вмісту калію до 0,83-0,84%, або більше на 1-2%, порівняно з варіантом без добрив. Тривале застосування фосфорно-калійних добрив підвищувало його вміст на 5%. Слід відзначити, що поліпшення фосфорного живлення сприяло засвоєнню калію рослинами пшениці озимої. У варіанті з насиченням площі сівозміни $N_{110}P_{60}$ підвищувало його на 22% порівняно з варіантом без добрив і на 16% порівняно з варіантом $P_{60}K_{80}$. Тривале застосування повного мінерального добрива в польовій сівозміні найбільшими дозами підвищувало вміст калію в соломі на 24% порівняно з ділянками без добрив і на 19% порівняно з фосфорно-калійними. Середнє насичення площі сівозміни $N_{110}P_{30}K_{40}$ підвищувало цей показник до 0,94%, або більше на 15%, порівняно

з варіантом без добрив, або нижче на 8% порівняно з повним мінеральним добривом.

Отже, дослідженнями встановлено, що на чорноземі опідзоленому вміст калію в зерні пшениці озимої змінювався під впливом застосування добрив у сівозміні менше, ніж азоту й фосфору. Навіть за насичення площі сівозміни калієм 80 кг/га д. р. за внесення $N_{110}P_{60}$ підвищувало вміст цього елемента в зерні не більше, ніж на 8%. У соломі це збільшення було вищим – на 13-24%.

Розрахунки показали, що рівень вмісту азоту сполук, які легко гідролізуються у ґрунті, істотно впливає на його вміст в основній продукції пшениці озимій ($R^2 = 0,63$). Вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті має практично однаковий вплив на його вміст в основній і нетоварній частині врожаю пшениці озимої (R^2 відповідно 0,70 і 0,67). Найменша залежність між вмістом рухомих сполук в ґрунті та в урожаї була в калію ($R^2 = 0,15-0,21$). Це вказує на те, що, змінюючи азотний та фосфорний режими ґрунту, можна цілеспрямовано регулювати хімічний склад урожаю пшениці озимої.

Результати досліджень щодо вмісту основних елементів живлення в зерні й соломі дозволяють обрахувати господарський винос.

Розрахунки показали, що в основній та нетоварній частині врожаю елементи живлення містяться не лише в різній кількості, але й в різному співвідношенні (табл. 3). Господарське винесення зерном і соломою азоту в пшениці озимої був найбільшим порівняно з фосфором і калієм – 73,4-202,9 кг/га залежно від варіанту дослідів.

Пшениця озима в польовій сівозміні сильно реагувала на азотну складову добрива. Середнє насичення ґрунту польової сівозміни N_{55} і N_{110} збільшувало господарське винесення відповідно в 1,7 і 2,0 рази порівняно з варіантом без добрив. Найменше рослини пшениці озимої реагували на застосування фосфорно-калійних добрив, оскільки господарське винесення у варіанті з середнім насиченням $P_{60}K_{80}$ був у 1,4 рази більший порівняно з ділянками без добрив. Тривале застосування азотно-калійних добрив збільшувало господарське винесення у 2,3 рази, азотно-фосфорні – в 2,5 рази. У варіанті з повним мінеральним добривом цей показник був у 2,8 рази більшим порівняно з контролем. Тривале застосування половини дози від повного мінерального добрива збільшувало господарське винесення у 2,0 рази. Господарське винесення азоту у варіантах з тривалим насиченням N_{110} на тлі $P_{30}K_{40}$, $P_{60}K_{40}$, $P_{30}K_{80}$ був на 4,7-15,3 кг/га меншим порівняно з насиченням 1 га площі сівозміни $N_{110}P_{60}K_{80}$.

Таблиця 3

Господарське винесення основних елементів живлення культурами сівозміни за різних доз і співвідношень добрив у польовій сівозміні (2016–2018 рр.), кг/га

Варіант досліджу	Господарський винос								
	зерном			соломою			всього		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без добрив	49,4	22,1	15,0	24,0	12,5	42,8	73,4	34,6	57,8
N ₅₅	92,5	31,6	20,9	34,8	17,4	60,2	127,3	49,0	81,1
N ₁₁₀	108,5	36,0	23,0	40,8	19,6	68,5	149,3	55,6	91,5
P ₆₀ K ₈₀	73,2	32,2	20,9	30,8	17,1	58,8	104,0	49,3	79,7
N ₁₁₀ K ₈₀	120,4	40,8	28,5	45,7	21,9	87,7	166,1	62,7	116,2
N ₁₁₀ P ₆₀	131,1	48,8	31,8	49,2	26,0	96,5	180,3	74,8	128,3
N ₅₅ P ₃₀ K ₄₀	101,7	40,2	26,8	43,0	21,9	78,4	144,7	62,1	105,2
N ₁₁₀ P ₆₀ K ₈₀	147,8	53,6	34,9	55,1	28,6	108,1	202,9	82,2	143,0
N ₁₁₀ P ₃₀ K ₄₀	137,2	47,7	30,8	50,4	25,7	92,9	187,6	73,4	123,7
N ₁₁₀ P ₆₀ K ₄₀	144,9	51,9	32,6	53,3	27,7	98,5	198,2	49,6	131,1
N ₁₁₀ P ₃₀ K ₈₀	140,0	48,6	32,6	51,4	26,2	100,9	191,4	74,8	133,5

p=0,003

Господарське винесення калію пшеницею озимою було у межах 57,8-143,0 кг/га залежно від насичення площі сівозміни. Найбільшим він був за насичення N₁₁₀P₆₀K₈₀ – 143,0 кг/га або більше в 2,5 рази порівняно з ділянками без добрив. Дещо меншим винесення калію було за насичення N₁₁₀P₃₀K₈₀ – 133,5 кг/га або більше в 2,3 рази. Слід відзначити, що тривале застосування азотних добрив найбільше збільшувало господарське винесення калію порівняно з фосфорно-калійними.

Тривале насичення сівозміни азотними добривами значно збільшувало господарське винесення фосфору зерном і соломой. Так, у варіантах з середнім насиченням N₅₅ і N₁₁₀ був більшим відповідно у 1,4 і 1,6 рази порівняно з варіантом без добрив. Середнє насичення площі сівозміни P₆₀K= збільшувало його також у 1,4 рази. Найбільше господарське винесення збільшувалося за насичення площі сівозміни N₁₁₀P₆₀K₈₀ – у 2,4 рази порівняно з варіантом без добрив.

Пшениця озима зерном найбільше виносила азоту – 49,4-147,8 кг/га, менше фосфору – 22,1-53,6 і найменше калію – 15,0-34,9 кг/га залежно від варіанту досліджу. Слід відзначити, що господарське винесення з тривалим насиченням площі сівозміни N₁₁₀ на тлі P₃₀K₄₀, P₆₀K₄₀, P₃₀K₈₀ було близьким до варіанту N₁₁₀P₆₀K₈₀. З соломой найбільшим було винесення калію – 42,8-108,1 кг/га, меншим азоту – 24,0-55,1 і найменше фосфору – 12,5-28,6 кг/га залежно від варіанту досліджу.

Отже, з основною продукцією пшениця озима найбільше виносить азоту, а найменше – калію, а

з нетоварною частиною врожаю, навпаки, калію виноситься більше, ніж азоту. Слід також зазначити, що із зерном виноситься з ґрунту багато фосфору – 22,1-53,6 кг P₂O₅/га залежно від культури і варіанту удобрення. Найбільше фосфору виносилося на ділянках виробничого контролю (варіант N₁₁₀P₆₀K₈₀) – 53,6 кг P₂O₅/га.

Нині у господарствах гостро стоїть проблема органічних добрив. Залишення на полях нетоварної частини врожаю є одним зі шляхів повернення елементів живлення в ґрунт. За даними вчених [21], заорювання 4 т/га соломи у ланці сівозміни соя–овес–кукурудза на зерно дозволяє компенсувати витрати азоту на формування врожаю на 43%, фосфору – 35, калію – 90% та підвищує урожайність культур на 15%.

Інформація про частку елементів живлення, які було використано на формування врожаю зерна й соломи може бути використаною для розроблення системи удобрення.

Найвищим був коефіцієнт повернення калію з нетоварною продукцією – 0,74-0,76 залежно від варіанту досліджу (табл. 4). Коефіцієнт повернення фосфору був нижчим порівняно з калієм, який на ділянках без добрив становив 0,36, а на удобрених – 0,35. Коефіцієнт повернення азоту був майже на рівні повернення фосфору. Розрахунки показали, що з нетоварною продукцією пшениці озимої повертається 27-33% (коефіцієнт повернення 0,27-0,33) азоту від господарського винесення залежно від варіанту досліджу. Коефіцієнт повернення азоту з насиченням площі сівозміни N₅₅P₃₀K₄₀ був на 9%, а в решти варіантів із застосуванням добрив – на 18% нижчим порівняно з варіантом без добрив (0,33).

Таблиця 4

Коефіцієнт повернення основних елементів живлення в ґрунт із соломою пшениці озимої (2016–2018 рр.), % від господарського винесення

Елемент живлення	Варіант досліджу										
	Без добрив	N ₅₅	N ₁₁₀	P ₆₀ K ₈₀	N ₁₁₀ K ₈₀	N ₁₁₀ P ₆₀	N ₅₅ P ₃₀ K ₄₀	N ₁₁₀ P ₆₀ K ₈₀	N ₁₁₀ P ₃₀ K ₄₀	N ₁₁₀ P ₆₀ K ₄₀	N ₁₁₀ P ₃₀ K ₈₀
N	0,33	0,27	0,27	0,30	0,27	0,27	0,30	0,27	0,27	0,27	0,27
P ₂ O ₅	0,36	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
K ₂ O	0,74	0,74	0,75	0,74	0,75	0,75	0,75	0,76	0,75	0,75	0,76

p=0,004

Отже, коефіцієнт повернення азоту склав 0,27-0,33, фосфору з нетоварною частиною врожаю є більш стабільним показником і знаходиться в межах 0,35-0,36. Стосовно калію, то коефіцієнт його повернення із соломою був найвищим і становив 0,74-0,76. Оскільки калій у рослинах не утворює складних органічних сполук, тому легко вимивається з вегетативних органів у ґрунт. Цей калій може бути доступним для засвоєння іншими культурами сівозміни.

Для встановлення дози добрив використовують показник господарського винесення елементів живлення запланованим урожаєм, незважаючи, що він не відповідає біологічним вимогам пшениці для його формування. При цьому вважають, що певну частину елементів живлення рослини можуть використати з ґрунту. Для поліпшення їх живлення та відновлення родючості ґрунту необхідно повернути лише витрачені на формування основного і нетоварного врожаю.

Крім цього, в практиці зазвичай використовують величину відносного винесення елементів живлення на одиницю основного та відповідну кількість нетоварної частини врожаю. Цей показник є відносно стабільним, що зумовлено законом постійності хімічного складу рослин та їх вибірковою здатністю поглинати елементи живлення [22].

Результати, які наведено в табл. 5, свідчать, що відносне винесення основних елементів живлення значно залежить від застосування добрив. Відносне винесення азоту зерном і відповідною кількістю соломи зростало від 20,5 кг/т у варіанті без добрив до 25,6-26,7 кг/т за середнього насичення сівозміни 55-110 кг/га д. р. азотних

добрив або на 25-30%. За тривалого застосування азотно-калійних та азотно-фосфорних добрив цей показник зростав на 30-34%. У варіанті з середнім насиченням площі сівозміни N₅₅P₃₀K₄₀ відносне винесення азоту зростало на 22%, а у варіанті N₁₁₀P₆₀K₈₀ – на 37%. Відносне винесення азоту з тривалим насиченням площі сівозміни N₁₁₀ на тлі P₃₀K₄₀, P₆₀K₄₀, P₃₀K₈₀ був близьким до варіанту N₁₁₀P₆₀K₈₀. Слід відзначити, що відносне винесення азоту найменше зростало від тривалого застосування фосфорно-калійних добрив – на 8% порівняно з варіантом без добрив.

Поліпшення азотного живлення рослин пшениці сприяло зростанню відносного винесення калію. Так, цей показник зростав від 16,2 кг/т до 19,7 кг/т у варіанті з середнім насиченням площі сівозміни N₁₁₀P₆₀K₈₀ або на 22%. Значно нижчим він був за тривалого застосування азотних добрив – 16,3–16,4 кг/т. Відносне винесення калію з тривалим насиченням площі сівозміни N₁₁₀ на тлі P₃₀K₄₀, P₆₀K₄₀, P₃₀K₈₀ було близьким до варіанту N₁₁₀P₆₀K₈₀.

Тривале застосування добрив також сприяло зростанню відносного винесення фосфору від 9,7 кг/т у варіанті без добрив до 11,3 кг/т за середнього насичення площі сівозміни N₁₁₀P₆₀K₈₀ або на 14%. Найменше на нього впливало тривале застосування лише азотних добрив – 9,9 кг/т.

Відносне винесення азоту зерном і соломою змінювалося подібно. Так, на 1 т зерна пшениця виносить від 13,8 до 20,4 кг азоту, від 6,2 до 7,4 фосфору та від 4,1 до 4,8 кг калію залежно від варіанту досліджу. Відносне винесення фосфору й калію соломою було найменшим, а калію – 7,1-8,8 кг/т соломи залежно від варіанту досліджу.

Таблиця 5

Відносне винесення основних елементів живлення врожаєм пшениці озимої з ґрунту залежно від доз і співвідношення добрив (2016–2018 рр.), кг/т

Елемент живлення	Варіант досліджу										
	Без добрив	N ₅₅	N ₁₁₀	P ₆₀ K ₈₀	N ₁₁₀ K ₈₀	N ₁₁₀ P ₆₀	N ₅₅ P ₃₀ K ₄₀	N ₁₁₀ P ₆₀ K ₈₀	N ₁₁₀ P ₃₀ K ₄₀	N ₁₁₀ P ₆₀ K ₄₀	N ₁₁₀ P ₃₀ K ₈₀
Зерно											
N	13,8	18,6	19,4	15,6	19,3	19,9	17,6	20,4	20,3	20,6	20,3
P ₂ O ₅	6,2	6,4	6,4	6,9	6,5	7,4	7,0	7,4	7,0	7,4	7,0
K ₂ O	4,2	4,2	4,1	4,5	4,6	4,8	4,6	4,8	4,5	4,6	4,7
Солома											
N	4,0	4,1	4,3	3,9	4,3	4,4	4,4	4,5	4,4	4,5	4,4
P ₂ O ₅	2,1	2,1	2,1	2,2	2,1	2,3	2,2	2,3	2,2	2,3	2,2
K ₂ O	7,1	7,1	7,2	7,4	8,3	8,6	8,0	8,8	8,1	8,3	8,6
Зерно та відповідна кількість соломи											
N	20,5	25,6	26,7	22,2	26,6	27,4	25,1	28,0	27,8	28,2	27,8
P ₂ O ₅	9,7	9,9	9,9	10,6	10,0	11,3	10,8	11,3	10,8	11,3	10,8
K ₂ O	16,2	16,3	16,4	17,1	18,6	19,4	18,2	19,7	18,2	18,6	19,3

p=0,002

Отже, результати досліджень підтверджують, що показники відносного винесення елементів живлення більше залежать від біологічних особливостей культури, ніж від системи удобрення. Винесення азоту зерном пшениці озимої залежно від удобрення змінюється найбільше – від 13,8 до 20,4 кг/т, що пояснюється значними його витратами на формування білка за поліпшення умов мінерального живлення. Показники винесення фосфору (P₂O₅) і калію (K₂O) 1 т зерна пшениці є більш стабільними і становлять відповідно 6,2-7,4 та 4,1-4,8 кг/т залежно від варіанту досліджу. З одиниці нетоварної частини врожаю, порівняно з товарною, пшениця озима виносить з ґрунту менше азоту й фосфору, але більше калію.

Для визначення дози добрив, особливо за умови видалення нетоварної частини урожаю з поля використовують величину відносного винесення елементів живлення. Величина винесення основних елементів живлення з 1 т зерна та відповідною масою соломи не постійна. Вона змінюється в широких межах залежно від урожайності, доз добрив і ґрунтово-кліматичних умов [14, 18, 19]. Встановлено, що найбільше змінюється винесення азоту порівняно з фосфором і калієм, оскільки пшениця азотofільна культура.

Отже, системи удобрення мають значний вплив на винесення елементів живлення врожаєм

і можливе повернення їх у ґрунт з нетоварною продукцією.

У табл. 6 представлено результати визначення витрат елементів живлення на формування одиниці врожаю пшениці озимої. Як видно з даних табл. 6, з 1 т зерна пшениця озима виносить 13,8-20,6 кг азоту залежно від варіанту досліджу. Винесення азоту нетоварною продукцією є більш стабільним показником – 4,0-4,5 кг/т. Для формування 1 т основної і відповідної кількості нетоварної продукції пшениці озима витрачає 20,5-28,2 кг азоту. Показник витрати фосфору є стабільнішим і змінюється в межах 6,2-7,4, а соломи – лише 2,0-2,3 кг P₂O₅/т. Найменше на формування одиниці зерна витрачалося калію (4,2-4,8 кг K₂O/т), в той же час на формування нетоварної продукції – 7,0-8,8 кг K₂O/т. На формування урожаю одиниці товарної і відповідну кількість нетоварної продукції пшениця озима засвоює елементи живлення в такому співвідношенні N : P₂O₅ : K₂O – 1 : 0,4 : 0,7.

Показник відносного винесення основних елементів живлення має неоднакову стабільність. Це пояснюється законами генетичної спадковості рослин. Так, коефіцієнт стабільності вмісту азоту в товарній продукції становив 2,8, фосфору – 5,8. Коефіцієнт стабільності калію залежно від продукції змінювався в межах 4,4-7,5 і був найменшим у солomі пшениці озимої.

Відносне винесення основних елементів живлення врожаєм пшениці озимої з ґрунту залежно від доз і співвідношень добрив у польовій сівозміні, 2016–2018 рр.

Винесення з 1 т, кг		
зерна	соломи	зерна та відповідної кількості соломи
Азот (N)		
<u>18,7</u> 13,8-20,6	<u>4,3</u> 4,0-4,5	<u>26,0</u> 20,5-28,2
Фосфор (P ₂ O ₅)		
<u>6,9</u> 6,2-7,4	<u>2,2</u> 2,0-2,3	<u>10,6</u> 9,7-11,3
Калій (K ₂ O)		
<u>4,5</u> 4,2-4,8	<u>7,9</u> 7,0-8,8	<u>18,0</u> 16,2-19,7

Примітка. Над рискою – середнє значення, під рискою – діапазон змін.

У проведених дослідженнях тривале застосування мінеральних добрив у польовій сівозміні достовірно впливало на підвищення вмісту основних елементів живлення в зерні й соломі. Очевидно, що поліпшення мінерального живлення сприяло більшому засвоєнню їх з ґрунту рослинами. Це підтверджено дослідженнями інших вчених [3, 4]. Так, вміст загального азоту в зерні зростав від 2,48% у варіанті без добрив до 2,78% у варіанті P₉₀K₉₀+N₁₅₀. У соломі вміст азоту був у межах 0,47-0,57% залежно від доз і строків застосування азотних добрив [17]. Поглинання азоту і фосфору тритикале триває впродовж усього вегетаційного періоду, але загальний винос елементів живлення залежить від попередника та доз азотних добрив [16]. Встановлено [8], що невисокі дози азотних добрив майже не змінюють хімічний склад рослин. Підвищення їх норми до 120 кг/га д. р. зумовлює зростання вмісту азоту у вегетативній масі впродовж усього періоду вегетації. В зерні вміст азоту може зростати на 0,68 пункти порівняно з контролем (2,25%). У зерні, на відміну від азоту й фосфору, вміст калію був нижчим порівняно з його вмістом у соломі і становив 0,51-0,58%, тоді як у соломі – 1,05-1,14%. Це зумовлено тим, що калій у рослинах знаходиться в іонній формі й не входить до складу органічних сполук клітин. Він впливає на посилення гідратації колоїдів цитоплазми, підвищуючи ступінь дисперсності, що допомагає рослині краще утримувати воду і переносити тимчасові посушливі явища, підвищує холодостійкість рослин, стійкість їх проти грибних і бактеріальних захворювань [18].

У результаті проведених нами досліджень встановлено, що господарський винос азоту зерном і соломою змінювався залежно від доз,

видів і співвідношень добрив. У дослідженнях [6, 13] також підтверджено збільшення господарського винесення елементів живлення. Так, у контрольному варіанті в середньому за три роки досліджень господарське винесення азоту склало 129,3 кг/га, який збільшувався до 214,1 кг/га у варіанті із застосуванням N₁₅₀. Господарське винесення фосфору склало відповідно від 37,1 кг/га до 60,9, калію – від 77,2 до 126,5 кг/га. Збільшення господарського та відносного винесення зумовлено підвищенням вмісту елементів живлення в зерні та соломі й формуванням їх більшої врожайності. Відносний винос азоту, фосфору та калію для формування однієї тонни зерна і відповідної маси соломи у варіанті без добрив становив 27,1, 7,8 і 16,1 кг і у варіанті P₉₀K₉₀ + N₁₅₀ відповідно 30,6; 8,8 і 18,1 кг. Винесення добрив, особливо азотних, підвищує надходження елементів живлення в рослини і винесення їх з урожаєм. Господарський винос азоту може сягати 260 кг/га, P₂O₅ – 90 і K₂O – 180 кг/га [18].

Висновки і перспективи подальших досліджень. Вміст основних елементів живлення в урожаї пшениці озимої істотно залежить від застосування добрив у польовій сівозміні. Особливо це стосується азоту і менше калію. Поліпшення азотного живлення рослин пшениці озимої достовірно впливає на господарське та відносне винесення фосфору й калію. У господарському вилученні елементів живлення з урожаєм зерна пшениці озимої найбільшу частку складає азот (49,4-147,8 кг/га), потім – фосфор (P₂O₅) – 22,1-53,6 і найменше калій (K₂O) – 15,7-29,5 кг/га залежно від варіанту досліду. Для формування 1 т основної і відповідної кількості нетоварної продукції пшениці озима витрачає 20,5-28,2 кг азоту, 9,7-11,3 – фосфору та 16,2–

19,7 кг калію залежно від варіанту досліджу. З соломою пшениці озимої у ґрунт від господарського винесення повертається 27–33% азоту, 35–36 – фосфору й 74–76% калію залежно

від варіанту досліджу. На формування одиниці врожаю зерна та відповідної кількості соломи пшениця озима засвоює N, P₂O₅ і K₂O у такому співвідношенні: 1 : 0,4 : 0,7.

Список використаних джерел:

- Hlisnikovski L., Kunzova E. Effect of mineral and organic fertilizers on yield and technological parameters of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) on illimerized luvisol. *Polish Journal of Agronomy*. 2014. № 17. P. 18–24.
- Shejalova S., Cerny J., Mitura K. et. al. The influence of nitrogen fertilization on duality of winter wheat grain. *MendelNet*. Crech Republic. 2014. V. 1. P. 105–109.
- Ferdoush J. N., Rahman M. M. Effects of boron fertilization and sowing date on the grain protein content of wheat varieties. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*. 2013. № 6(1). P. 41–45.
- Alferov A. A., Chernova L. S. Agroecosystem stability with the application of fertilizers and biopreparations. *Russian Agricultural Sciences*. 2019. № 45(4). P. 360–363.
- Господаренко Г. М. Агрохімія. Київ: СІК ГРУП УКРАЇНА, 2019. 560 с.
- Господаренко Г. М., Черно О. Д. Баланс основних елементів живлення в ґрунті за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство»*. 2015. Вип. 2. С. 47–50.
- Макаров В. И. Особенности расчета нормативов выноса элементов питания зерновыми культурами. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2014. №5. С. 9–13.
- Eremin D. V. Agro-economic assessment of mineral fertilizers used in the Tyumen region. *News of the Orenburg State Agrarian University*. 2018. no. 4(72). P. 26–30.
- Балюк С. А., Лісовий М. В. Довідник нормативних показників якості продукції сільськогосподарських культур у різних ґрунтово-кліматичних зонах України (довідниково-нормативна інформація). Харків: Смуґаста типографія, 2016. 46 с.
- Buráňová Š., Černý J., Kulhánek M., Vašák F., Balík J. Influence of mineral and organic fertilizers on yield and nitrogen efficiency of winter wheat. *International Journal of Plant Production*. 2015. no. 9. P. 257–271.
- Popovi V., Maleev M. Effect of different doses of nitrogen fertilizers and planting density on yield of wheat and triticale. *Plant breeding and seed production*. 2011. Vol. 17, no. 1. P. 61–70.
- Литвак Ш. И. Системный подход к агрохимическим исследованиям. *Плодородие*. 2012. №2. С. 12–14.
- Варламов В. А. Вынос NPK пшеницей и ячменем на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве ЦРНЗ РФ. *Плодородие*. 2012. № 2. С.12–14.
- Мірошніченко М. М., Панасенко Є. В., Звонар А. М. Вплив ґрунтово-кліматичних умов, удобрення та сортових особливостей на хімічний склад зерна пшениці озимої. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2016. №3 (41). С. 55–61.
- Фатеева А. И., Самохвалова В. П. Диагностика стану хімічних елементів системи ґрунт – рослина. Харків: КП «Міськдрук», 2012. 146 с.
- Любич В.В. Вплив азотного живлення на врожайність і кормові властивості зерна тритикале ярого. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Ґжицького*. 2009. Т. 11, № 2, ч. 3. С. 131–136.
- Господаренко Г. М., Любич В. В. Динаміка вмісту азоту в рослинах сортів тритикале ярого залежно від норм і строків застосування азотних добрив. *Наукові доповіді НУБІП: електронне наукове видання*. 2010. №2. URL: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2010-2/10hmnfa.pdf>.
- Господаренко Г. М., Черно О. Д. Винос калію культурами польової сівозміни і його баланс при тривалому застосуванні добрив. *Вісник аграрної науки*. 1999. №9. С. 21–24.
- Господаренко Г. М., Любич В. В. Урожайність тритикале ярого за різного вмісту азоту мінеральних сполук у ґрунті. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2011. №82. С. 217–222.
- Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 95. С. 146–161.
- Buráňová Š., Černý J., Mitura K., Lipińska K. J., Kovářik J., Balík J. Effect of organic and mineral fertilizers on yield parameters and quality of wheat grain. *Scientia agriculturae bohemia*. 2016. Vol. 47. P. 47–53.
- Ткаченко М. А., Драч Ю. О. Видове генотипове співвідношення елементів живлення як основа оптимізації удобрення сільськогосподарських культур. *Збірник наукових праць Інституту землеробства*. 2016. Вип. 1. С. 113–123.

Г. Н. Господаренко, Е. Д. Черно, В. П. Бойко, В. В. Любич. Усвоение основных элементов питания из почвы и минеральных удобрений пшеницей озимой на черноземе оподзоленном Правобережной Лесостепи Украины

Представлены результаты исследований влияния длительного применения различных доз и соотношения удобрений на черноземе оподзоленном в полевом севообороте в условиях Правобережной Лесостепи Украины на содержание основных элементов питания в зерне и соломе пшеницы озимой, предшественником которой была соя. Установлено, что за счет различных доз, соотношений и видов удобрений содержание азота в зерне пшеницы озимой увеличилось на 13-49%, фосфора – 3-19, а калия – на

6-14%. С зерном пшеница озимая выносит больше азота – 49,4-147,8 кг/га и фосфора – 22,1-51,9 кг P_2O_5 /га, а калия – только 15,0-32,6 кг K_2O /га, в зависимости от урожайности и качества. Рассчитано, что с соломой пшеницы озимой в почву возвращается 27-33% азота, 35-36 – фосфора и 74-76% калия от хозяйственного выноса в зависимости от доз удобрений.

Ключевые слова: пшеница озимая, чернозем оподзоленный, содержание азота, фосфора и калия, хозяйственный вынос.

H. Hospodarenko, O. Cherny, V. Boiyko, V. Liubych. Assimilation of basic nutrients from soil and mineral fertilizers of grain wheat on the black grain of the podzolized sand of the Right-bank Forest-steppe of Ukraine

The effect results of prolonged use of different doses and ratios of fertilizers on chernozem podzolized in a field crop rotation under the conditions of Right-Bank Forest-steppe of Ukraine on the content of essential nutrients in winter wheat grain and straw, the precursor of which was soybean, were shown. It has been found that, due to different doses, ratios and types of fertilizers, the nitrogen content of winter wheat grain increased by 13–49%, phosphorus by 3–19%, and potassium by 6–14%. With grain, winter wheat absorbs nitrogen most – 49.4–147.8 kg/ha and phosphorus – 22.1–51.9 kg P_2O_5 /ha, and potassium – only 15.0–32.6 kg K_2O /ha, depending on yield and quality. It is estimated that 27–33% of nitrogen, 35–36% – of phosphorus and 74–76% of potassium are returned to the soil with winter wheat straw from economic removal depending on fertilizer doses.

Keywords: winter wheat, podzolic heavy clay loam chernozem, content of nitrogen, phosphorus and potassium, economic removal.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

ВПЛИВ АГРОКЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА РОЗВИТОК ОСНОВНИХ ХВОРОБ СОРТІВ СОЇ

Г.Д. Поспєлова, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

ORCID ID: 0000-0002-8030-1166

Н.П. Коваленко, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

ORCID ID: 0000-0001-5998-1745

Н.І. Нечипоренко, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Полтавська державна аграрна академія

В.Я. Кочерга, науковий співробітник

ORCID ID: 0000-0002-0596-0567

Устимівська дослідна станція рослинництва Інституту рослинництва

ім. В.Я. Юр'єва НААН

У статті наведено результати вивчення впливу агрокліматичних факторів на розвиток основних хвороб сої (сортів Антрацит, Спритна та Перлина) протягом 2016-2019 років в умовах товарних посівів. Встановлено домінування в посівах культури збудників альтернarioзу, фузаріозу, септоріозу та бактеріального опіку. Досліджено зв'язок між розвитком і поширенням хвороб на сої з гідротермічними умовами середовища.

Ключові слова: соя, сорт, погодні умови, розвиток хвороб, поширення хвороб.

Постановка проблеми. Останніми роками в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України зростає зацікавленість виробників сільськогосподарської продукції соєю: розширюється соєве поле, вона повноправно включається в сівозміни основних землеробських регіонів. Нині за обсягами виробництва сої наша країна посідає перше місце в Європі, восьме – у світі, має найкращі перспективи для нарощування виробництва і формування значних експортних її ресурсів [1-3,8].

Соя стала панівною зернобобовою культурою, її частка складає 10,5% загальноукраїнського обсягу сільськогосподарських культур. У Лівобережному лісостепу України Полтавщина посідає 5 місце за обсягами вирощування сої (площа, зайнята культурою, перевищує 200 тис. га). Однак, внаслідок перенасичення сівозмін соєю, все частіше спостерігається погіршення фітосанітарного стану посівів цієї культури [9].

На території України зернобобові культури уражуються багатьма хворобами різної етіології (близько 120 збудників грибної, бактеріальної і вірусної природи в різні періоди вегетації), які в середньому призводять до втрат 15-20 % врожаю, а при епіфітотійному розвитку недоотримання продукції може сягати 50% [4,5,10]. Рослини сої можуть одночасно уражуватися двома-трьома збудниками хвороб, що знижує урожайність

насіння на 15-30%, вміст білка – на 4-5%, жирів – на 3-7% [6,10].

Найбільші збитки завдають грибні хвороби, що вражають листки і стебло, особливо в період інтенсивного росту, формування бобів та наливу насіння. У випадках епіфітотій від цього виду хвороб гине більша частина або майже всі рослини сої на полі.

Ураженість рослин патогенами і подальший розвиток патологічного процесу цілком залежать від агрокліматичних факторів, тому вивчення особливостей розвитку найбільш поширених і шкодочинних хвороб сої залежно від агрокліматичних умов є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Винятковою проблемою в агроценозах сої України є значне зараження культури хворобами, що суттєво знижує урожайність і якість продукції. Це викликано насамперед відомими кризовими фінансово-економічними та матеріально-технічними причинами. Екстенсивне господарювання, необґрунтована хімізація, збіднення сівозмін, кліматичні зміни та інші фактори створюють виключно сприятливі умови для паразитування шкідливих організмів [1,8]. За даними українських фітопатологів І. Маркова, О. Захарової, М. Кирика, В. Патики, домінуючими хворобами в посівах сої є фузаріоз, септоріоз,

бактеріальний опік, або кута́ста плямистість та зморшкувата мозаїка [5].

Аналіз фітосанітарного стану посівів сої в Україні свідчить про подальше його погіршення [4,5,10]. Ця тенденція найбільш вірогідна в спеціалізованих господарствах, де сіво́зміни перенасичені культурами, що мають спільних збудників хвороб і шкідників. Для контролю за поширенням патогенних організмів необхідно проводити систематичний моніторинг стану рослин і розробляти прогнози розвитку хвороб сої. Це дасть можливість своєчасно і цілеспрямовано застосовувати найбільш раціональні методи захисту.

Як відмічає І. Л. Марков [4], фітосанітарний прогноз – це обґрунтоване передбачення строків появи, рівня поширення і розвитку шкідливого організму (хвороби) та можливих явищ і процесів у фітосанітарному стані агроценозів у майбутньому. Його мета полягає у тому, щоб не допустити несподіваного зростання розвитку та появи епіфітотій хвороб, коли захист культур потребує значних витрат матеріальних ресурсів та праці. Не менш важливим є обґрунтування відмови від застосування засобів захисту рослин у період депресії хвороби.

На моніторингові шкідливих організмів, який дозволяє акумулювати інформацію про шкідливі об'єкти і запропонувати в подальшому найбільш раціональні підходи до профілактичних і захисних заходів, будується система захисту культури. В зв'язку зі змінами погодних умов існує ризик збільшення частоти трапляння деяких хвороб сої, і тому необхідно відслідковувати фітосанітарний стан культури в умовах конкретного регіону.

Більшість збудників хвороб сої є мезофітами, розвиток яких пов'язаний з помірними температурами повітря (20-25°C) та великою кількістю опадів. До цієї групи мікроорганізмів відносять збудників склеротініозу, антракнозу, фомопсису, пероноспорозу, аскохітозу, сірої гнилі та ін. Для прогнозування розвитку вказаних патогенів успішно використовують гідротермічний коефіцієнт (ГТК). Його показник збільшується з ростом суми опадів і зниженням температури повітря.

За даними А. А. Стригуна, С. А. Трибеля, І. Мирної та ін. у вологі роки на стеблах сої розвивається склеротініоз, антракноз і фомопсис, на листках – пероноспороз та аскохітоз, а в посушливі роки – фузаріозне в'янення [10].

У той же час для багатьох тепло- і вологолюбних шкідливих організмів (збудники септоріозу, альтернатіозу, бактеріозів та ін.) сприятливими є підвищені температури і достатня вологозабезпеченість. У цьому випадку величина ГТК буде зменшуватися, таким чином ступінь зв'язку ГТК з

розвитком шкідливого організму буде оберненим. Серед зазначених хвороб посилену небезпеку становлять сім'ядольний бактеріоз, бактеріальний опік і комплекс інших хвороб сходів, що призводять до зрідження посівів.

Для розвитку вірусних хвороб оптимальними вважаються температури +20... +25°C. Посилення їх прояву спостерігається за умов помірно теплої погоди з достатньою вологістю повітря і високою активністю сисних комах-переносників інфекції.

З подальшим зростанням площ сої та інтенсифікацією сільського господарства можна очікувати і збільшення ураження цієї агрокультури хворобами, особливо в сприятливих погодних умовах. Можна прогнозувати як появу вже відомих захворювань у нових географічних зонах, наприклад зміщення меж поширення на північ, так і спалахів нових хвороб.

Мета досліджень. Визначення залежності фітосанітарного стану посівів сої від агрокліматичних умов задля оптимізації застосування агрохімікатів, що дасть можливість зменшити пестицидне навантаження на агроценози, підвищити їх біологічну ефективність та конкурентоспроможність продукції.

Методика дослідження. Дослідження виконували протягом вегетації 2016-2019 років в умовах товарних посівів Устимівської дослідної станції рослинництва Глобинського району Полтавської області. В якості тест-об'єктів використовували скоростиглі сорти сої: Антрацит, Спритна та Перлина. Роки досліджень були неоднорідними за кліматичними показниками. Зокрема, упродовж вегетації у 2016 і 2019 рр. випало значно більше опадів, порівняно з 2017 та 2018 рр. Температурний режим у період досліджень був типовим для південної зони Лісостепу України. Обліки хвороб здійснювали в основні фази розвитку культури (сходи, 3-4 справжніх листка; цвітіння-початок утворення бобів, дозрівання плодів і насіння) шляхом маршрутних обстежень. Основними показниками фітосанітарного стану є поширеність і інтенсивність (ступінь) розвитку хвороби. Поширеність розраховували за формулою:

$$P = \frac{n \times 100}{N} ;$$

де Р – поширеність хвороби, %; n – число хворих рослин або окремих органів; N – загальна кількість рослин у пробах.

Показник інтенсивності ураження рослин використовують при листостеблових інфекціях (бактеріоз, септоріоз тощо). Його оцінюють за площею ураженої поверхні рослини.

Інтенсивність розвитку хвороби визначали за формулою:

$$I = \frac{\sum(ab)}{n};$$

де I – інтенсивність розвитку хвороби, %; $\sum(ab)$ – сума добутків кількості обстежених рослин (a) на відповідний їм відсоток інтенсивності ураження (b); n – число хворих рослин або окремих органів [7].

Виклад основного матеріалу. В результаті проведених досліджень виявлено хвороби, що викликаються комплексом фітопатогенних мікроорганізмів грибного та бактеріального походження. Видовий склад збудників хвороб сої значною мірою залежав від агрокліматичних умов вегетаційного періоду, а реакція сортів на інфекції спостерігалася на одному рівні.

Роки досліджень відрізнялися умовами зволоження і, відповідно, значеннями інтегрального показника – гідротермічного коефіцієнту (ГТК). Зокрема, перша половина вегетаційного періоду 2016 та 2019 років характеризувалася достатньою кількістю опадів (148,6 і 193,4 мм) при ГТК вище одиниці. За той же період у 2017 і 2018 роках сума опадів складала відповідно 45,3 і 59,5 мм за ГТК нижче 0,5, що позитивно вплинуло на фітосанітарний стан посівів сої.

Аналіз уражених рослин дав змогу встановити видовий склад фітопатогенів, які викликають хвороби сої. Домінували в посівах культури збудники альтернаріозу (*Alternaria alternata* (Fr.) Keisl., *A. solani* (Ell. et Mart.), фузаріозу (*Fusarium oxysporum* Schecht.), септоріозу (*Septoria glycines*

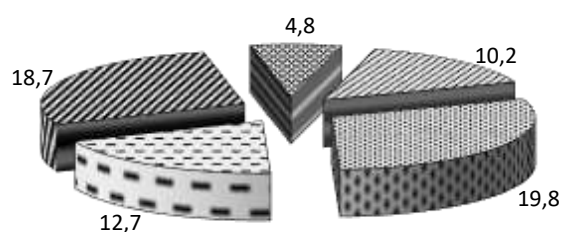
Hemmi) та інші (*Ascochyta sojicola* Abramov, *Cercospora sojina* Hara). Бактеріальні хвороби викликали бактерії роду *Pseudomonas*. Як правило, ураженість грибними хворобами перевищувала бактеріозу у 1,5-2 рази.

Видовий склад патогенів сої за роки досліджень практично не змінювався, на відміну від їх співвідношення (рис.1).

У роки досліджень симптоми фузаріозу виявляли, починаючи з фази сходів-перший справжній листок. Хвороба проявлялася побурінням і загинанням проростків. На сім'ядольних листочках з'являлися бурі округлі плями у вигляді виразок. У вологу погоду на місцях плям утворювався світло-рожевий наліт конідіального спороношення, згодом тканини розм'якшувалися і рослини гинули. За незначного розвитку хвороб рослини продовжували розвиватися, але спостерігалася відставання їх у рості. На поперечному розрізі стебла були добре помітні коричневі цятки – некротизація судин.

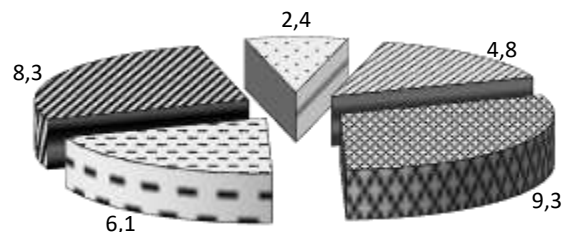
Аналіз динаміки поширення фузаріозу вказує на його залежність від вологості і температури повітря.

Відповідно до особливостей біології збудника найбільш сприятливими для його розвитку були агрокліматичні умови 2016 і 2019 років. Так, у фазі сходів кількість опадів у 2016 році становила 89,5 мм, а в 2019 – 130,7 мм за помірних температур, як наслідок – поширеність фузаріозної кореневої гнилі по сортах варіювала від 2,8 до 5,2 % (2016 рік) та від 4,5 до 5,6 % (2019 р.) (рис. 2).



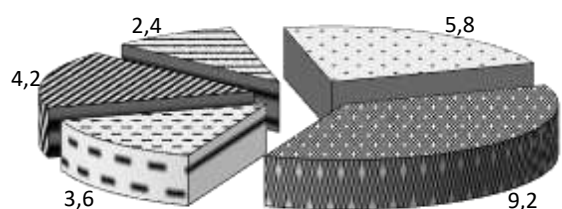
■ Альтернаріоз ■ Фузаріоз ■ Септоріоз ■ Бактеріоз ■ Інші

2016 р.



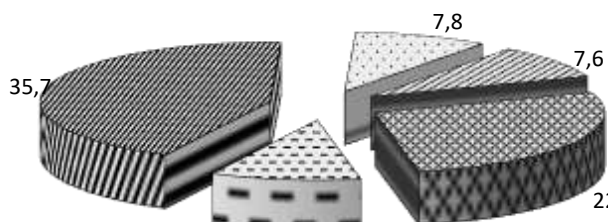
■ Альтернаріоз ■ Фузаріоз ■ Септоріоз ■ Бактеріоз ■ Інші

2017 р.



■ Альтернаріоз ■ Фузаріоз ■ Септоріоз ■ Бактеріоз ■ Інші

2018 р.



■ Альтернаріоз ■ Фузаріоз ■ Септоріоз ■ Бактеріоз ■ Інші

2019 р.

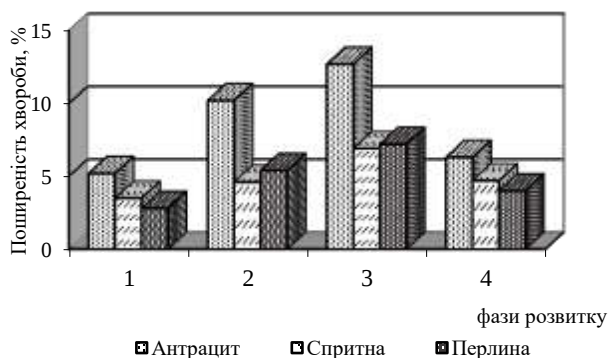
Рис. 1. Видовий склад хвороб в агроценозах сої, % (за обліками поширеності хвороби у 2016-2019 рр.)

Зниження значення ГТК в червні з 1,7 до 0,92 (2016 р.) та до 0,85 (2019 р.) сприяло розвитку фузаріозу, максимальний показник поширеності якого у фазі 3-4 справжніх листків на сорті Антрацит досяг у 2016 р. 10,2%, а на сортах Спритна і Перлина становив 4,6 та 5,4% відповідно. У 2019 році відмінність значень даного показника серед досліджуваних сортів була незначною і варіювала в межах 8,0-9,2%.

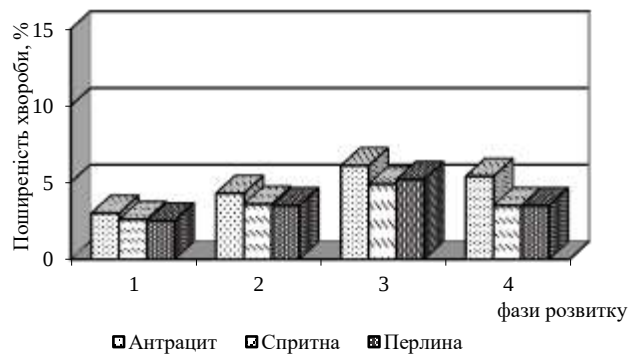
У фазі цвітіння-початок утворення бобів у 2016 році випало лише 37,5 мм опадів, в результаті чого інтегральний показник знизився до 0,5, що стимулювало подальший розвиток хвороби (максимальна поширеність на сорті Антрацит досягла 12,7%). Незначні зміни агрокліматичних показників у 2019 році в цей період сприяли відмиранню уражених рослин сої, що негативно вплинуло на динаміку розвитку хвороби.

Агрокліматичні умови 2017-2018 років були несприятливими для розвитку і поширення фузаріозу. Отримані дані свідчать про те, що розвиток і поширення фузаріозу активізуються за умов різкої зміни режиму зволоження (за стресового стану рослин).

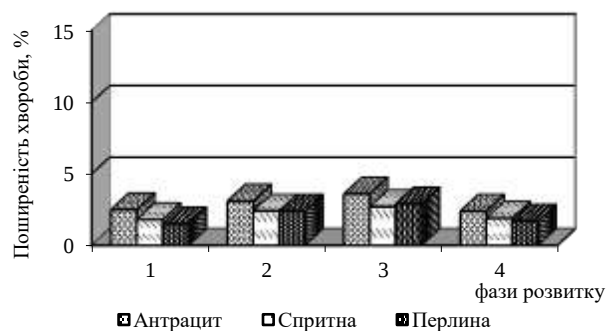
В усі роки досліджень у посівах сої спостерігався прояв бактеріального опіку. Поширеність хвороби варіювала залежно від кліматичних умов і фаз розвитку культури. На ранніх етапах онтогенезу рослин хвороба проявлялася у вигляді продовгуватих, злегка вдавлених бурих плям на сім'ядолях та прикореневій частині стебла. Пізніше, після закінчення цвітіння, на уражених органах рослин утворювалися кутасті бурі плями, які згодом розросталися, а на їх місцях з'являлися отвори.



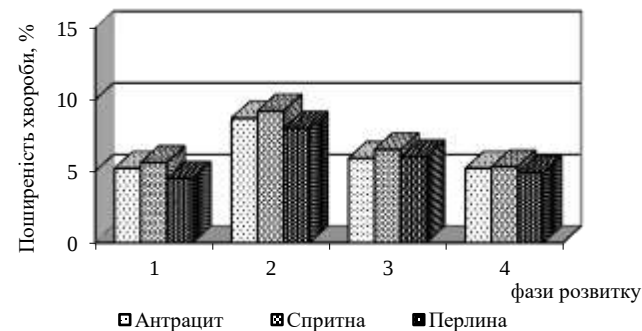
2016 р.



2017 р.



2018 р.



2019 р.

Рис. 2. Розвиток фузаріозу на різних етапах онтогенезу сої (1 – сходи; 2 – 3-4 справжніх листка; 3 – цвітіння-початок утворення бобів, 4 – дозрівання плодів і насіння)

Сприяла розвитку бактеріозів тепла і волога погода. Результати проведених спостережень свідчать про незначний розвиток збудника бактеріального опіку у 2017 та 2018 рр. та про активний – у 2019 р. (рис. 3).

Агрокліматичні умови травня-липня 2019 року характеризувалися достатньою кількістю опадів (130,7; 62,7 та 56,3 мм відповідно фазам розвитку

сої) та теплою погодою (вище 27°C), що сприяло поступовому наростанню інфекції в агроценозі. Максимального поширення бактеріальний опік досяг у фазі цвітіння-початок утворення бобів і становив 4,3-4,7%. Аналіз отриманих даних підкреслює високу залежність збудника бактеріального опіку сої від гідротермічних умов середовища.

За даними І. Л. Маркова [5], прояв бактеріальних хвороб має певну залежність від погоди під час вегетаційного періоду. З огляду на

це, нами проведено розрахунок коефіцієнтів кореляції між агрометеорологічними чинниками та поширенням бактеріального опіку (табл.1).

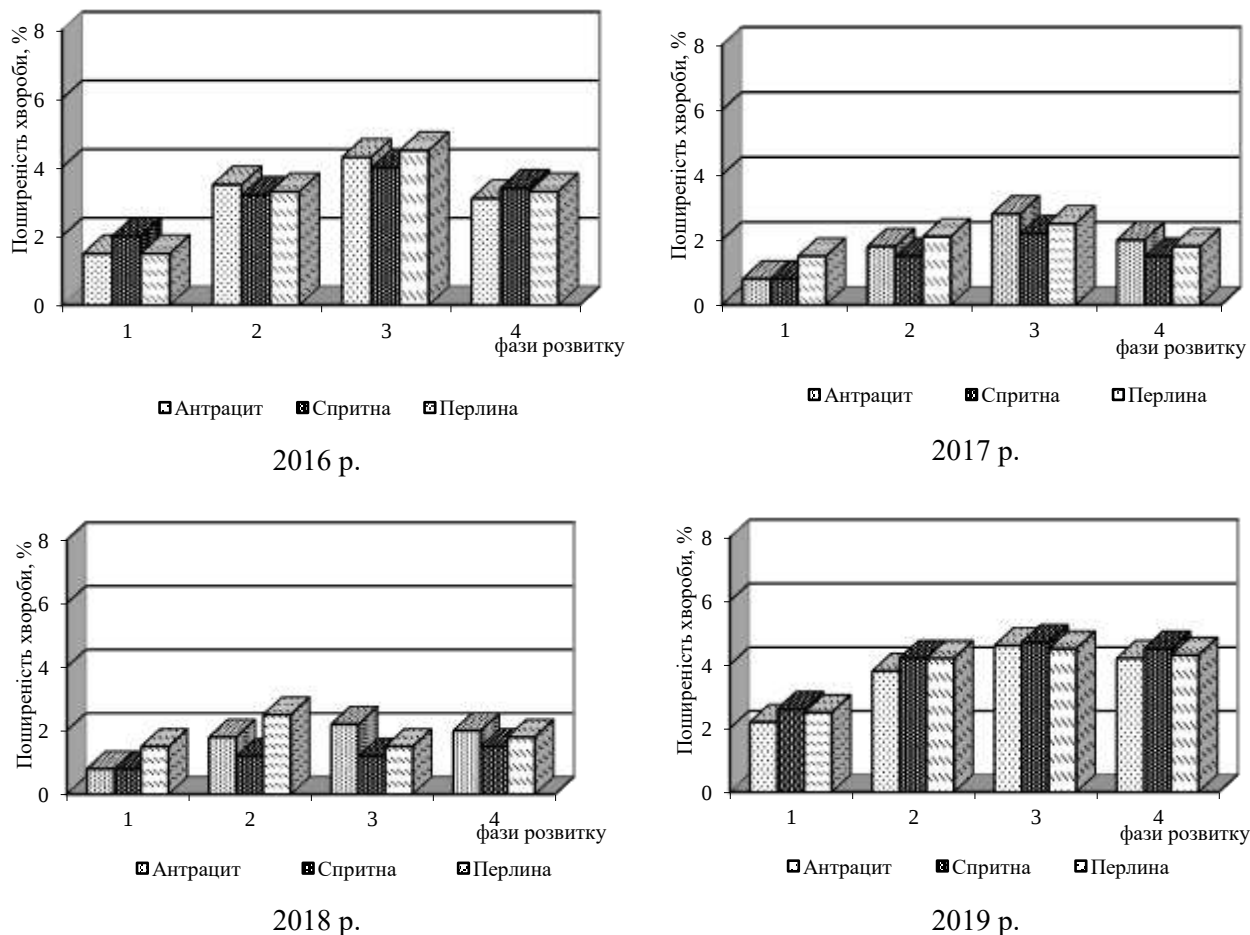


Рис. 3. Поширеність бактеріального опіку на різних етапах онтогенезу сої
(1 – сходи; 2 – 3-4 справжніх листка; 3 – цвітіння-початок утворення бобів,
4 – дозрівання плодів і насіння)

Таблиця 1

Коефіцієнти кореляції поширення бактеріального опіку залежно від агрокліматичних чинників за роками досліджень

Показники	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.
Температура, °C	0,922*	-0,522	-0,119	0,806*
Опади, мм	- 0,974*	0,692	-0,122	-0,819*
ГТК	-0,952*	0,597	-0,104	-0,813*

* коефіцієнти кореляції достовірні на рівні 0,1.

Отримані результати свідчать про достовірні кореляції між проявом хвороби та температурою повітря, опадами та ГТК протягом вегетаційного періоду у 2016 та 2019 роки. У інші роки не спостерігалось вираженої залежності між ознаками, особливо у 2018 р, що, вірогідно, пов'язано з відсутністю динамічності у погодних умовах під час вегетаційного періоду.

Серед плямистостей в агроценозах сої за роки досліджень найбільш поширеним виявився альтернаріоз, для розвитку якого необхідна краплинна волога, тоді як до рівня температури збудник альтернаріозу проявив толерантність. На ранніх етапах розвитку рослин хвороба виявлялася у вигляді поодиноких темно-бурих округлих плям з жовтою облямівкою. Пізніше плями зливалися, за надмірної вологості

середовища плями вкривалися темно-оливковим нальотом (конідіальне спороношення гриба).

Поширеність альтернаріозу на всіх досліджуваних сортах сої за період спостережень була незначною, за винятком 2019 року, коли активне наростання інфекції (поширеність хвороби, Р) простежувалося у фазах цвітіння-початок утворення бобів (13,5-25,5%) та дозрівання плодів і насіння (18,5-22,7%), але інтенсивність розвитку хвороби (І) не

перевищувала 9,5 %, що відповідає ураженню на рівні 2 балів (табл. 2).

У фазі 3-4 справжніх листків на посівах сої проявилися перші симптоми септоріозу. В 2017-2018 рр. склалися несприятливі умови для розвитку збудника цієї хвороби (ГТК 0,22 та 0,47 відповідно зазначених років). За цих умов рівень поширення складав 1,9-3,3%, а інтенсивність розвитку хвороби не перевищувала 2%.

Таблиця 2

Динаміка розвитку альтернаріозу на сої в роки досліджень

Сорт	3-4 справжніх листка		Цвітіння-початок утворення бобів		Дозрівання плодів і насіння	
	Р, %	І, %	Р, %	І, %	Р, %	І, %
2016 р.						
Антрацит	10,0	7,2	15,5	8,2	19,8	8,5
Спритна	8,5	6,5	11,5	7,6	18,2	9,3
Перлина	7,0	3,8	11,0	6,5	16,5	10,8
2017 р.						
Антрацит	8,2	4,3	8,9	5,2	9,3	6,2
Спритна	6,3	4,9	7,0	5,7	8,5	3,5
Перлина	7,0	6,5	7,1	6,3	7,5	1,9
2018 р.						
Антрацит	8,0	4,2	8,5	6,2	9,2	6,5
Спритна	6,5	5,1	7,0	5,5	8,4	3,3
Перлина	7,0	6,8	7,0	6,5	7,5	1,9
2019 р.						
Антрацит	13,0	5,2	25,5	8,6	22,7	9,5
Спритна	9,5	4,5	17,5	7,5	20,0	9,0
Перлина	5,5	2,5	13,5	6,0	18,5	7,7

Р – поширеність хвороби, %

І – інтенсивність розвитку хвороби, %

У червні 2017 р. ГТК зріс до 1,32, що позитивно вплинуло на прояв септоріозу, а його поширення набуло максимального значення (8,1%) у фазі цвітіння-початок утворення бобів. В цей же період 2018 р. ГТК становив 0,65, що призвело до депресивного стану хвороби. Більш сприятливими для розвитку септоріозу виявилися 2016 та 2019 роки (табл. 3).

Так, поширеність хвороби у 2016 р. у фазі цвітіння-початок утворення бобів варіювала від 9,8 до 12,5%, а максимальний рівень спостерігався у фазі дозрівання плодів і насіння – 18,7% на сорті Антрацит. Варто відмітити, що інтенсивність розвитку септоріозу фактично не відрізнялася за даними фазами онтогенезу.

Таким чином, отримані нами результати підтверджують належність збудника септоріозу до групи тепло- і вологолюбивих патогенів.

Протягом років дослідження в соєвих агроценозах відмічалися також плямистості, збудниками яких є грибні патогени: *Cercospora soja* та *Ascochyta sojaecola*. Варто відмітити, що поширеність аскохітозу і церкоспорозу була незначною, фактично не відрізнялася по сортах і варіювала в межах від 0,5 до 1,0%, інтенсивність розвитку хвороб не перевищувала 3,5%. Це може свідчити про несприятливий вплив температурного фактора на розвиток цих інфекцій.

Таблиця 3

Динаміка розвитку септоріозу на сої в роки досліджень

Сорт	3-4 справжніх листка		Цвітіння-початок утворення бобів		Дозрівання плодів і насіння	
	P, %	I, %	P, %	I, %	P, %	I, %
2016 р.						
Антрацит	9,2	6,9	12,5	7,3	18,7	8,2
Спритна	8,3	6,1	10,5	6,5	15,2	8,1
Перлина	8,4	5,8	9,8	6,3	16,5	9,8
2017 р.						
Антрацит	2,2	1,3	8,1	5,5	8,3	4,9
Спритна	3,3	1,9	6,6	4,3	9,6	4,5
Перлина	2,8	1,5	7,0	4,8	9,3	5,1
2018 р.						
Антрацит	1,9	0,5	6,5	3,2	4,2	2,9
Спритна	2,3	0,8	7,1	3,7	3,6	2,5
Перлина	2,1	0,5	6,9	3,2	4,3	2,9
2019 р.						
Антрацит	12,0	7,3	29,5	10,6	35,7	11,8
Спритна	11,5	6,5	27,2	8,4	31,2	9,0
Перлина	10,8	5,8	25,8	8,1	29,8	8,7

P – поширеність хвороби, %

I – інтенсивність розвитку хвороби, %

Висновки. Встановлено домінування в посівах культури збудників альтернатозу (*Alternaria alternata* (Fr.) Keisl., *A. solani* (Ell. et Mart.)), фузаріозу (*Fusarium oxysporum* Schecht.), септоріозу (*Septoria glycines* Hemmi) та бактеріозів (бактерії роду *Pseudomonas*). Як правило, ураженість грибовими хворобами перевищувала бактеріозу у 1,5-2 рази.

Перші ознаки фузаріозу і бактеріального опіку в усі роки досліджень спостерігали у фазу сходи, активний розвиток – у фази 3-4 справжніх листки та цвітіння-початок утворення бобів. Симптоми прояву альтернатозу і септоріозу відзначали у фазі 3-4 справжніх листки, а масове поширення – у фазу дозрівання плодів і насіння плодів і насіння.

Встановлено, що відповідно до особливостей біології збудника фузаріозу найбільш сприятливими для його розвитку були агрокліматичні умови 2016 і 2019 років, у зв'язку з цим поширеність фузаріозної кореневої гнилі по сортах варіювала від 2,8 до 5,2% (2016 р.) та від 4,5 до 5,6% (2019 р.). Відмічено посилення розвитку фузаріозу в умовах, що викликають стресовий стан рослин.

У результаті проведених спостережень відзначено залежність розвитку і поширення бактеріозів від теплої і вологої погоди: незначний розвиток збудника бактеріального опіку спостерігали у 2017 та 2018 рр., а активний – у

2019 р. Максимальне поширення хвороби відмічено у фазі цвітіння-початок утворення бобів (4,3-4,7%).

Встановлено незначну поширеність альтернатозу на всіх досліджуваних сортах сої у період спостережень за винятком 2019 року. Відмічено активне наростання інфекції у фазах цвітіння-початок утворення бобів (13,5-25,5%) та дозрівання плодів і насіння (18,5-22,7%), інтенсивність розвитку хвороби при цьому не перевищувала 9,5%. Оптимальними для паразитування збудника альтернатозу є наявність краплинної вологи, до температури він виявляє толерантність.

З'ясовано несприятливість умов 2017-2018 рр. для розвитку збудника септоріозу (ГТК 0,22 та 0,47 відповідно зазначених років). Встановлено поширення інфекції на рівні 1,9-3,3%, тоді як інтенсивність розвитку хвороби не перевищувала 2%. Відмічено, що розвитку септоріозу більшою мірою відповідали умови 2016 та 2019 років. Поширеність хвороби у 2016 р. у фазі цвітіння-початок утворення бобів варіювала від 9,8 до 12,5%, а максимальний рівень спостерігався у фазі дозрівання плодів і насіння – 18,7% на сорті Антрацит. Відмічено, що інтенсивність розвитку септоріозу фактично не відрізнялася за даними фазами онтогенезу.

Встановлення кореляції біології збудників хвороб з агрокліматичними показниками дає

можливість передбачити їх розвиток, і відповідно, агроценози, підвищити їх біологічну використовувати пестициди лише за потребою, ефективність та конкурентоздатність продукції що має зменшити пестицидне навантаження на рослинництва.

Список використаних джерел:

1. Антипова Л. К., Бондаренко Д. І., Шаповалов А. І. Розвиток і поширення хвороб сої в умовах півдня України. *Іноваційні технології в рослинництві* Збірник матеріалів II Всеукраїнської наукової інтернет-конференції (15 травня 2019 р.). Кам'янець-Подільський, 2019. С. 9-11.
2. Балан Г. О., Ткачик С. О. Кластерний аналіз сортів сої по ураженню хворобами в Причорноморському степу України. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2019. Випуск 92. С. 52-61.
3. Голяничук Ю., Косилович Р. Грибні хвороби сої в умовах навчально-методичного центру Аграрного університету. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2019. Агрономія № 23. С. 170-172. DOI.org/10.31734/agronomy2019.01.170.
4. Марков І. Прогноз розвитку хвороб невід'ємна складова інтегрованого захисту рослин. *Агробізнес сьогодні*. 2013. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomii-sohodni/item/365-prognoz-rozvitku-khvorob-nevid-emna-skladova-integrovanogo-zakhistu-roslin.html>
5. Марков І. Л. Діагностичні ознаки хвороб сої та біолого-екологічні особливості розвитку їх збудників. *Агроном*. 2013. №1. С. 146-151.
6. Мельничук Ф. С., Марченко О. А., Ретьман М. С. Цитотоксична дія фунгіцидних протруйників на паростки сої. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2015. № 5. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_5_23.
7. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / В. П. Омелюта, та ін., за заг. ред. В. П. Омелюти. К.: Урожай, 1986. 293 с.
8. Петриченко В. Ф. Виробництво зернобобових культур і сої в Україні: сучасні виклики та перспективи. 2016: *Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України*: Матеріали міжнародної наукової конференції (11—12 серпня 2016 р.). Вінниця: Діло, 2016. С. 10-11.
9. Поспелова Г. Д., Бараболя О. В., Морозова О. О., Вплив біологічних препаратів на фітосанітарний стан насіння сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 4. С. 37-42. DOI 10.31210/visnyk2018.04.05.
10. Стригун А. А. Трибель С. А. Фитосанитарное состояние сои и интегрированная система защиты. *Агроном*. 2014. №4 (46). С. 92-97.

А. Д. Поспелова, Н. П. Коваленко, Н. И. Нечипоренко, В. Я. Кочерга. Влияние агроклиматических факторов на развитие основных болезней сои

В статье представлены результаты изучения влияния агроклиматических факторов на развитие основных болезней сои (сорта Антрацит, Спрытна и Перлына) на протяжении 2016-2019 годов в условиях товарных посевов. Определено доминирование в посевах культуры возбудителей альтернариоза, фузариоза, септориоза и бактериального ожога. Изучена связь между развитием и распространением болезней на сое с гидротермическими условиями среды.

Ключевые слова: соя, альтернариоз, септориоз, фузариоз, бактериальный ожог, развитие болезней, распространение болезней.

G. D. Pospelova, N. P. Kovalenko, N. I. Nechiporenko, V. Ya. Kocherga. Influence of agro-climatic factors on the development of common soybean diseases

The article presents the results of the study of the influence of agro-climatic factors on the development of major soybean diseases (varieties Anthracite, Sprytyna and Perlyna) during 2016-2019 in terms of commercial crops. The dominance of the pathogens *Alternaria*, *Fusarium*, *Septoria* and bacterial burns among the crops was determined. The connection between the development and spread of soybean diseases and hydrothermal environmental conditions was studied.

Keywords: soybean, alternariosis, septoria, fusarium wilt, bacterial burns, disease development, disease prevalence.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

ВПЛИВ ВОДНИХ ЕКСТРАКТІВ РОСЛИН РОДУ *ALLIUM* НА МІКОФЛОРУ НАСІННЯ ТА РОЗВИТОК ПРОРОСТКІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Т. О. Рожкова, кандидат біологічних наук, доцент

ORCID ID: 0000-0002-0791-9736

Сумський національний аграрний університет

Досліджено вплив водних екстрактів *A. sativum* та *A. sera* на мікофлору насіння пшениці озимої, вирощеної в умовах Північного Сходу України впродовж 2017-2019 рр. Обробка насіння екстрактами призвела до змін у грибному комплексі: зменшення кількості одних грибів спровокувало збільшення інших чи появу нових. Найефективнішим було застосування *A. sativum*. Вивчення впливу водних екстрактів на ріст колоній грибів мікофлори мало різні результати: від його відсутності до 100%-го інгібування.

Ключові слова: мікофлора насіння, пшениця озима, водні екстракти, *Allium sativum*, *Allium sera*, відсоток інгібування.

Постановка проблеми. Пшениця є основною продовольчою культурою в Україні. Площа цієї культури становить 6 млн га, урожай пшениці близько 25 млн т щорічно. В насінні пшениці міститься велика кількість мікроорганізмів: від симбіонтів і сапрофітів до патогенів. Насіння пшениці за наявності небезпечних фітопатогенних видів обробляють протруйниками. Але хімічні протруйники не контролюють чисельність всіх мікроорганізмів, через деякий час втрачають ефективність, мають негативний вплив на довкілля. Українські вчені тривалий час активно займалися розробкою не лише біопрепаратів, але і розробляли концептуальні аспекти біологічного захисту рослин. У роки незалежності хімічний захист вийшов на перше місце, змістивши навіть агротехнічний метод на друге. Біологічні препарати на сьогодні частіше застосовують у приватному секторі. Біологічний захист пшениці не отримав в Україні свого розвитку через зосередження більшості площ вирощування у великих агрохолдингах, наявність на ринку широкого спектра пестицидів та активну діяльність транснаціональних корпорацій.

Перспективним для України є розвиток невеликих фермерських господарств з вирощування органічної продукції. Поступово збільшується кількість господарств і площі з вирощування органіки. Це пов'язано як з підвищенням попиту на внутрішньому ринку, так і зацікавленістю різних економічно розвинених країн в українській органічній продукції. Також українські агрокомпанії істотно підвищують свої прибутки за рахунок експорту органічної продукції, тому що ціна органічних зернових на 40% вища, ніж

на звичайну пшеницю. Розвитку органічного виробництва в Україні активно сприяють міжнародні програми. Органічне землеробство є одним з найпривабливіших напрямків для інвестицій в Україну. За останніми даними Міністерства аграрної політики та продовольства, Україна займала 11-е місце серед країн Європи і 20-те у світі за загальною площею сільсько-господарських угідь, сертифікованих як органічні. 48% було зайнято під вирощування зернових, що забезпечувало 7-ме місце серед країн-виробників органічних зернових [1].

Подальший розвиток органічного землеробства вимагає розширення спектра біологічних препаратів. У світі нині проводиться активний пошук речовин для нових біопрепаратів. Вирощування пшениці в органічному виробництві неможливе без контролю фітопатогенів, які містяться у насінні. Тому пошук ефективних біофунгіцидів є актуальним.

Аналіз актуальних досліджень. До мікофлори насіння пшениці в світі в основному входять такі роди: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Ceratobasidium*, *Cercospora*, *Cochliobolus*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Gaeumannomyces*, *Microdochium*, *Penicillium*, *Pyricularia*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus*, *Sclerophthora*, *Trichoderma* і *Tricoconella* [2]. Останній аналіз зернового матеріалу з різних регіонів України показав високий відсоток зараженості альтернарієвими й фузарієвими грибами, хоча посіви пшениці 2-3 рази обробляли фунгіцидами. 44,6% *Alternaria* spp. і 38,4% *Fusarium* spp. було виділено з насіння пшениці Сумської області у 2015 році [3]. У насінні пшениці озимої було виявлено сім видів *Fusarium*: *F. avenaceum*,

F. culmorum, *F. graminearum*, *F. langsethiae*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*, *F. tricinctum*, серед яких *F. graminearum* домінував у всіх регіонах України. У зразках насіння пшениці з Сумської області виявлено лише 2 види фузарієвих грибів (*F. graminearum* – 66,6%, *F. avenaceum* – 33,4%) [4].

Деякі рослини містять різноманітні біологічно активні хімічні речовини, які можуть бути новими компонентами для біофунгіцидів. Альтернатива хімічним протруйникам є невирішеною проблемою органічного землеробства. Представники роду *Allium* (*A. sativum* та *A. cepa*) відомі своєю активною антимікробною дією. Нині їх ефективність вивчається проти різних фітопатогенів.

A. sativum має антибактеріальні, протигрибні, антипротозойні та інсектицидні властивості [5]. Аліцин, активний компонент часнику, відповідає за його антибіотичну дію. Його навіть розглядали як елісатор за обробки рослин ячменю проти *Bipolaris sorokiniana*. Було доведено високу ефективність застосування аліцину у стриманні темно-бурої плямистості ячменю, вищу за ефективність фунгіциду [6]. Вивчення механізму стійкості ячменю до *B. sorokiniana* при обробці водним екстрактом аліцину показало збільшення кількості бензойної, кофейнової та саліцилової кислот у рослинах [7]. Крім аліцину, з часнику було виділено пропілпропантіосульфат (PTS) і пропілпропантіосульфінат (PTSO), які дослідили щодо ефективності проти мікотоксигенних видів *Fusarium* (*F. graminearum*, *F. langsethiae*, *F. verticillioides*). Ці речовини стримували не лише ріст грибів, але і продукування мітотоксинів [8]. Також дуже перспективним є застосування проти грибів аджоєну, отриманого з аліцину. Він інгібував ріст *A. niger* і пригнічував проростання спор різних фітопатогенних грибів: *Alternaria solani*, *Alternaria tenuissima*, *Alternaria trititica*, *Alternaria* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium lini*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium semitectum* та *Fusarium udum* [9, 10]. На початку третього тисячоліття було отримано новий білок з часнику – аллівін, який показав антигрибкову дію проти *Botrytis cinerea*, *Mycosphaerella arachidicola* та *Physalospora piricola* [11].

Десять екстрактів рослин (*Zingiber officinale*, *Allium sativum* та *Allium cepa*, *Adhatoda vasica*, *Lawsonia alba*, *Azadirachta indica*, *Achyranthes aspera*, *Cuscuta reflexa*, *Vinca rosea* та *Nigella sativa*) було випробувано *in vitro* проти грибів з насіння пшениці. Екстракти рослин знизили кількість грибів, підвищили проростання насіння. *A. indica* та *A. sativum* найефективніше стримали розвиток *B. sorokiniana*, *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. та *Rhizopus* sp. *A. cepa* також значно знизив чисельність *B. sorokiniana* [12].

Дія етанолового екстракту *A. sativum* мала менший відсоток інгібування (до 21,3%) росту колоній *Alternaria trititica* – збудника плямистості листя пшениці, порівняно з *Allium ampeloprasum* (91,6 %) [13].

Отже, багатьма науковими дослідженнями продемонстровано значну антигрибну дію рослин з роду *Allium*, тому було розпочато вивчення регулювання мікофлори насіння пшениці.

Мета дослідження. Визначити вплив водних екстрактів рослин роду *Allium* на виділення грибів мікофлори насіння та розвиток проростків пшениці озимої.

Матеріали і методи дослідження. Вивчення впливу водних екстрактів рослин роду *Allium* на мікофлору насіння пшениці озимої провели у лабораторії кафедри захисту рослин Сумського національного аграрного університету. Проаналізували насіння пшениці озимої сорту Богдана врожаю 2017-го, 2018-го й 2019-го рр. Пшеницю, часник та цибулю виростили в умовах Північно-Східного Лісостепу України (Сумська обл.). Аналіз мікофлори проводили на поживному середовищі (КГА). Визначення грибів провели за культурально-морфологічними особливостями, користуючись спеціальною літературою [14-16].

Для приготування водних екстрактів рослинний матеріал (цибулини) подрібнили у блендері, до подрібненої маси (10, 20 та 40 г) додали стерильну воду.

Для визначення впливу водних екстрактів на ріст колоній грибів розчин витримали впродовж трьох годин, потім профільтрували декілька разів через 2–3 шари марлі. КГА розлили у чашки Петрі, після застигання шприцом ввели по 1 мм розчину. Всередину чашки висіяли чисту культуру грибів розміром 3 x 3 мм. Ріст міцелію відмічали шляхом дворазового виміру діаметру колонії. За формулою 1 розраховували відсоток інгібування:

$$I = \frac{C-T}{T} 100, \quad (1),$$

де I – відсоток інгібування, C – ріст колонії на контролі, T – ріст колонії за обробки екстрактом [17, 18].

За вивчення впливу екстрактів рослин на мікофлору в розчин відповідної концентрації помістили насіння у марлі й витримали впродовж трьох годин. Насіннєвий матеріал у марлі без промивання перенесли у стерильний посуд на фільтрувальний папір, просушили, а потім насіння розклали на застигле середовище в чашки Петрі. Насінини з контролю витримали у стерильній воді також упродовж трьох годин. Потім чашки Петрі інкубували у термостаті за температури 24°C. Визначення грибів провели на 7 добу. На 7 та 14 добу виміряли довжину проростків пшениці.

Виклад основного матеріалу. Дослідили вплив водних екстрактів рослин роду *Allium* на розвиток колоній грибів мікофлори насіння пшениці озимої на поживному середовищі (КГА). Вибір досліджуваних видів спирався на декілька обставин. По-перше, альтернарієві гриби домінували серед інших грибів мікофлори насіння пшениці з 2010 р. [18]. За нашими спостереженнями, різні види дрібноспорових видів роду *Alternaria* sp. не мали негативного впливу на проростання рослин. Ф. Ганнібал [19] показав, що зв'язок схожості насіння пшениці та ячменю з їх зараженням альтернарієвими грибами був недостовірним. Хоча в Аргентині дрібноспорові види з роду *Alternaria* sp. викликали некроз та деформацію колеоптилю, корінців, хлороз листя та затримку росту проростків пшениці [20]. Альтернарієві гриби утворювали сірі, сіро-зелені, темно-зелені майже чорні колонії на середовищі, мали середні показники росту колоній. Діагностували їх за особливостями конідіального спороношення. Для цього гриби висівали у чисту культуру на картопляно-морквяний агар. На цьому середовищі вони повільніше розвиваються, ніж на КГА, тому була можливість їх вивчення. Більшість досліджених грибів мали довгі конідієносці, конідії утворювали довгі ланцюги, які відгалужувалися типово для виду *Alternaria arborescens* (рис. 1б). Цей вид поступово витіснив раніше поширений у Північно-Східному Лісостепу – *A. tenuissima* [21]. Інший дрібноспоровий вид *A. avenicola* виділяли не так часто, як попередній, але зустрічали у різних зразках. Конідії цього виду мали довгі бокові вторинні конідієносці. Така особливість дозволила утворити грибу дуже сильно розгалужені ланцюжки.

По-друге, для дослідження обрали фузарієві гриби, які вирізнялися серед інших значним рівнем

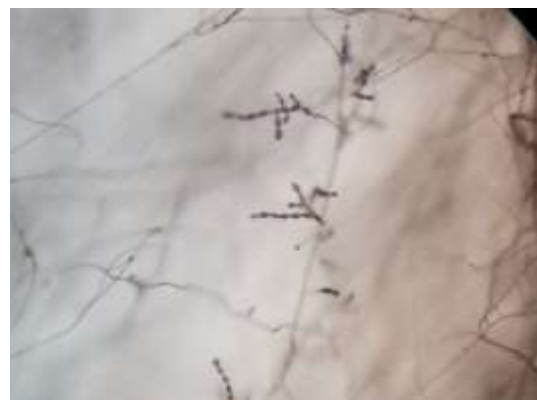
шкідливості. Колонії цих грибів мали здатність до швидкого росту на поживному середовищі. Тому вони сильно розросталися, утворюючи пухнастий наліт. У більшості випадків фузарієві гриби пригнічували розвиток проростків пшениці озимої, а інколи насіння взагалі не проростали. За розвитку грибів з роду *Fusarium* sp. на кореневій системі, колеоптилі, на листках проростків пшениці інколи спостерігали утворення некротичних ділянок. Визначення роду фузарієвих грибів за наявності конідіального спороношення було доволі простим, але ідентифікація видів без досвіду попередньої роботи з ними виявилася складною. Впродовж дослідження визначили декілька видів грибів з роду *Fusarium* sp., але останніми роками найбільшого поширення набули лише два види: *F. sporotrichioides* та *F. poae*.

Видове визначення альтернарієвих і фузарієвих грибів виявилось довготривалим та ретельним процесом, але необхідним, тому що вони є продуцентами важливих вторинних метаболітів – фіто- та мікотоксинів. Кожний вид може утворювати лише певний набір цих речовин. Для насінневого матеріалу присутність фітотоксинів визначає особливості схожості та проростання рослин.

По-третє, у мікофлорі насіння пшениці озимої знайшли найнебезпечніші види, які не формували рясних нальотів, але найбільше пригнічували проростання рослин. *Nigrospora oryzae* утворював на поживному середовищі слабо помітні зелені нещільні колонії, які швидко розросталися. Якщо колонію гриба можливо було не помітити, то шкідливу дію відразу відмічали: пригнічення росту проростків у 4-5 разів, відмирання кінчиків корінців, інколи їх почорніння (рис. 1а). Подібну шкідливість спостерігали і за вивчення мікофлори насіння кукурудзи.



а



б

Рис. 1. Види мікофлори насіння пшениці для вивчення впливу водних екстрактів рослин роду *Allium*: а – *N. oryzae* знижує розвиток проростків пшениці та викликає некротизацію кінчиків коренів; б – габітус конідіального спороношення *A. arborescens*

Найшкідливіший вид (*Bipolaris sorokiniana*) на поживному середовищі утворював темно-зелені, інколи зональні колонії, які можливо було переплутати з альтернативними грибами. Звертала на себе особливу увагу потворність проростків, чисельні некрози на них. Дуже часто насіння взагалі не проростало. Але цей вид зустрічали доволі рідко в мікофлорі насіння пшениці озимої в умовах Північного Сходу України. *B. sorokiniana*, на відміну від *N. oryzae*,

характеризувався доволі повільним темпом росту на поживному середовищі.

Відібрані нами види мікофлори насіння пшениці озимої були залучені до вивчення впливу водних екстрактів рослин з роду *Allium* на ріст їх колоній на поживному середовищі. За ростом грибів спостерігали впродовж 7 днів, вимірюючи перпендикулярно діаметр колоній. Порівнювали особливості росту грибів з контролем та розраховували відсоток інгібування (табл.1).

Таблиця 1

**Інгібування росту колоній грибів мікофлори насіння пшениці озимої
водними екстрактами роду *Allium***

Гриби мікофлори	Відсоток інгібування, %			
	На 5 добу		На 7 добу	
	10%	20%	10%	20%
<i>A. sativum</i>				
<i>Alternaria arborescens</i>	47,4	31,2	40,2	38,4
<i>Alternaria avenicola</i>	9,7	28,1	4,1	19,6
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	5,4	10,6	2,8	5,5
<i>Fusarium poae</i>	78,8	100	82,3	100
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	27,5	36,3	13,2	16,7
<i>Nigrospora oryzae</i>	5,4	20,1	0	10,2
HIP ₀₅	2,8	2,2	1,9	3,2
<i>A. cepa</i>				
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	0	0	0	0
<i>Nigrospora oryzae</i>	0	0	0	0
<i>Fusarium poae</i>	2,4	14,1	1,2	1,3

Як зазначали раніше, гриби мікофлори пшениці різнилися між собою за лінійним ростом колоній на середовищі. Найшвидше на контролі росли два види: *N. oryzae* та *F. poae*. Вже на сьому добу інкубації ці гриби заповнили всю поверхню чашки Петрі. Найменші показники росту мали колонії гриба *B. sorokiniana*. Альтернативні гриби характеризувались середнім лінійним ростом на середовищі: розмір їх колоній на сьомий день вирощування склав у середньому 52 x 50 мм. *F. sporotrichioides* випередив за ростом види грибів з роду *Alternaria* sp., але поступився видам *N. oryzae* та *F. poae*.

Водні екстракти рослин роду *Allium* по-різному вплинули на ріст колоній досліджуваних видів грибів мікофлори насіння пшениці. *A. sativum* мав найбільший інгібуючий ефект на розвиток різних видів, ніж *A. cepa*. За вивчення екстрактів цих рослин на гриби мікофлори насіння пшениці у Пакистані отримали подібні результати [12]. Відсоток інгібування застосування водного розчину часнику коливався у широких межах від 0 до 100%, тобто від відсутності впливу на ріст колоній грибів до

повного їх пригнічення. Найменшого впливу водний екстракт *A. sativum* мав на *F. sporotrichioides* та *N. oryzae*. У виду *F. poae* зафіксували 100 %-ве інгібування. Застосування 20%-го розчину виявилось ефективнішим для стримування росту майже всіх грибів (за винятком *A. arborescens*), ніж 10%-го. Максимальний відсоток пригнічення росту колоній *B. sorokiniana* досягнув невисокого показника 36,3%, порівняно з дослідженнями в Аргентині, коли за застосування 25% -го розчину часнику пригнічення росту колоній цього гриба склало аж 63% [22]. Відмітили зменшення інгібування росту міцелію на 7-му добу, порівняно з 5-ю. Тобто вплив екстрактів часнику знижувався у часі. Такі ж дані були отримані *A. Perelló* та ін. [22]: антимікробна активність розчинів часнику повільно знизилася впродовж 14 днів. Водний екстракт цибулі доволі слабо вплинув на розвиток *F. poae* та зовсім не стримав росту колоній *B. sorokiniana* та *N. oryzae*.

Зазвичай вивчення фунгістатичного впливу екстрактів рослин є першим кроком з пошуку біологічних препаратів. На нашу думку, дуже

важливим фактором є дослідження впливу екстрактів рослин на всю мікрофлору насіння, оскільки пригнічення одного виду мікроорганізму призводить до збільшення іншого чи появи взагалі нового.

Провели вивчення впливу водних екстрактів роду *Allium* на мікофлору насіння пшениці озимої. Впродовж перших двох років дослідження вивчали ефективність 10%-х розчинів рослин (табл. 2, 3).

Таблиця 2

Вплив водних екстрактів рослин роду *Allium* (10% розчин) на мікофлору насіння пшениці озимої, 2017–2018 рр.

Виділення грибів (% від усіх колоній)			HIP ₀₅
Контроль	<i>A. sativum</i>	<i>A. сера</i>	
2017 р.			
<i>Alternaria</i> sp. 69,4	<i>Alternaria</i> sp. 49,6 (19,8)*	<i>Alternaria</i> sp. 53,9 (15,5)	7,4
<i>Penicillium</i> sp. 10,8	<i>Penicillium</i> sp. 5,7 (5,1)	<i>Penicillium</i> sp. 32(-21,8)**	2,5
<i>Cladosporium</i> sp. 3,4	<i>Cladosporium</i> sp. 2,4 (1)	<i>Cladosporium</i> sp. 1,6 (1,8)	1
<i>Fusarium</i> sp. 1,3	<i>Fusarium</i> spp. 1,3	<i>Fusarium</i> sp. 3,1 (-1,8)	0,8
<i>Mucor</i> sp. 3,7	<i>Rhizopus stolonifer</i> 5,1	-	-
<i>Aureobasidium pullulans</i> 0,6	<i>Monilia</i> sp. 5,9	-	-
Інші види грибів 10,8	Інші види грибів 30(-19,2)	Інші види грибів 9,4 (1,4)	2,5
2018 р.			
<i>Alternaria</i> sp. 23,4	<i>Alternaria</i> sp. 16 (7,4)	<i>Alternaria</i> sp. 24,3(-0,9)	2,8
<i>Penicillium</i> sp. 10,9	<i>Penicillium</i> sp. 4,3 (6,6)	<i>Penicillium</i> sp. 11,1(-0,2)	3,3
<i>Aureobasidium pullulans</i> 17,2	<i>A. pullulans</i> 1,1 (16,1)	<i>A. pullulans</i> 15,1 (2,1)	1,7
<i>N. oryzae</i> 31,3	<i>N. oryzae</i> 10 (21,3)	<i>N. oryzae</i> 28,3 (3)	2,3
<i>A. caricicola</i> 10,2	<i>Acremonium</i> sp. 21,3	<i>Acremonium</i> sp. 3,1	-
-	<i>Monilia</i> spp. 3,1	-	-
Інші види грибів 7	Інші види грибів 43,1 (-36,1)	Інші види грибів 18,1 (-11,1)	2,5

Примітка: * – збільшення % виділення грибів, порівняно з контролем; ** – зменшення % виділення грибів, порівняно з контролем

Встановили наявність істотних змін серед видового складу та кількості окремих видів мікофлори за застосування водних екстрактів рослин роду *Allium*.

У 2017 р. застосування *A. sativum* дозволило знизити чисельність домінуючого роду *Alternaria* sp. на 19,8% і *Penicillium* sp. на 5,1%. За рахунок їх зменшення збільшилася чисельність інших грибів на 19,2%, які не змогли діагностувати за причини відсутності спороношення (формувався лише міцелій). Як і альтернативні гриби, ці невизначені види не мали негативного впливу на проростання насіння. За обробки насіння пшениці *A. сера* значно підвищилася кількість грибів з роду *Penicillium* sp. (на 21,8%), що було дуже важливим фактором, оскільки ці гриби пригнічували розвиток проростків та їх коренів.

У 2018 р. на контролі домінував вид *N. oryzae*. Значний відсоток виділення цього виду з насіння

пшениці в Україні показали дослідження І. І. Мостов'як та ін. [23]. Застосування екстракту *A. sativum* виявилось також ефективним, оскільки знизилась кількість цього небезпечного виду (на 21,3%), грибів з роду *Penicillium* sp. (на 6,6%) та *A. pullulans* (на 16,1%). Чисельність альтернативних грибів знизилася порівняно з контролем. 17,3% насіння на 7-му добу не мало колоній грибів (найкращий результат за три роки). Тоді як за застосування екстракту *A. сера* впродовж трьох років досліджень не відмітили факту відсутності грибних колоній. Обробка екстрактом цибулі не так кардинально змінила мікофлору насіння пшениці.

Спостереження за розвитком мікофлори насіння за обробки водними екстрактами показало, що до 4-ї доби розчин *A. sativum* ефективно стримував розвиток більшості грибів, навіть були повторення взагалі без колоній грибів (рис. 2).



Рис. 2. Приклад відсутності грибних колоній на 4-ту добу за застосування 10%-го водного екстракту часнику (зліва)

У 2019 р. продовжили вивчення ефективності небезпечних грибів *A. sativum* вирішили застосування 10% водних розчинів рослин роду *Allium*. За причини визначення зниження збільшити концентрацію розчину до 20 і 40% (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив водних екстрактів рослин роду *Allium* різної концентрації (10, 20 та 40% розчинів) на мікофлору насіння пшениці озимої (2019 р.)

Гриб	Виділення грибів (% від усіх колоній)					HIP ₀₅
	Контроль	<i>A. cerea</i> 10%	<i>A. sativum</i> 10%	<i>A. sativum</i> 20%	<i>A. sativum</i> 40%	
<i>Alternaria</i> sp.	20	27,5 (-7,5)*	14,4 (5,6)	29,4 (-9,4)	6,4 (13,6)	3,5
<i>A. pullulans</i>	30,9	20,2 (10,7)**	1,1 (29,8)	1,5 (29,4)	1,1 (29,8)	1,2
<i>Penicillium</i> sp.	6,4	4,6 (2,2)	5,4 (1)	13,2 (-6,8)	61,7 (-55,3)	1,9
<i>N. oryzae</i>	18,2	19,3 (-1,1)	17,5 (0,7)	14,7 (3,5)	16 (2,2)	2,5
<i>Trichoderma</i> sp.	4,5	0,9 (3,6)	1,5 (3)	1,5 (3)	2,1 (2,4)	0,9
<i>Fusarium</i> sp.	1,8	1,8	0 (1,8)	0 (1,8)	0 (1,8)	-
<i>Rhizopus stolonifer</i>	5,5	0 (5,5)	1,5 (4)	1,5 (4)	0 (5,5)	1,2
<i>Monilia</i> sp.	-	5,5	-	-	-	-
<i>B. sorokiniana</i>	-	0,9	-	-	-	-
<i>Phoma</i> sp.	-	-	8,2	5,8	-	-
<i>Cladosporium</i> sp.	-	-	-	-	1,1	-
<i>Aspergillus niger</i>	-	-	-	-	1,1	-
<i>Acremonium</i> sp.	-	-	10,5	-	5,3	-
Інші види грибів	12,7	19,2 (-6,5)	39,9 (-27,2)	30,9 (-18,2)	5,2 (7,5)	1,6
Бактерії	-	-	-	1,5	-	-

Примітка: * – збільшення % виділення грибів, порівняно з контролем; ** – зменшення % виділення грибів, порівняно з контролем

У 2019 р. на контролі домінував вид *A. pullulans*. Інколи він знижував довжину проростків, але зазвичай він розвивався разом з іншими грибами. *A. cerea* знизив кількість цього виду на 10,7%. Але у варіанті із застосуванням екстракту цибулі відмітили збільшення виділення *N. oryzae*, а також зафіксували колонію дуже рідкого гриба (найнебезпечнішого) для нашої зони – *B. sorokiniana*. Збільшення концентрації водного розчину *A. sativum* мало негативні наслідки: збільшення кількості колоній грибів роду *Penicillium* sp. У варіанті із застосуванням 40%-го розчину їх кількість збільшилася у 10

разів. М. Yassin та ін. [24] довели, що ізоляти пеніцилових грибів з насіння сорго найбільш чутливі до найнижчої (1,25%) концентрації часникового соку. Тоді ріст *P. chrysogenum* і *P. oxalicum* інгібувався на 52,97 и 52,59% відповідно.

Вивчення питання фітотоксичності препаратів різного походження є дуже важливим питанням. Пригнічення проростання насіння та розвитку рослин на ранніх етапах їх розвитку є поширеним явищем. На ринку навіть з'явилася велика низка інших препаратів, які стимулюють проростання насіння. Щоб запобігти наявності фітотоксичної

дії протруйників, необхідно вивчати особливості схожості насіння та подальшого розвитку проростків. За обробки насіння водними розчинами часнику та цибулі все насіння проросло.

Дослідили вплив водних екстрактів рослин різної концентрації на довжину проростків пшениці (рис. 3). Рослини вимірювали на 7-му та 14-ту добу. Замочування насіння у водному 20%-му розчині часнику навіть збільшило довжину проростків, особливо на 7-му добу. Обробка насіння пшениці екстрактом часнику в Аргентині за його значного інфікування *A. arborescens* призвело до зменшення некрозу коріння та підвищення маси проростків, порівняно з

контролем. Таким чином, було зроблено висновок про стимулюючу дію *A. sativum* [25].

Застосування 40% -го розчину знизило на 7-му добу довжину проростків на 13,1%, тоді як на 14-ту добу цей вплив підвищився на 61,8 %. На нашу думку, таке зниження росту проростків пшениці можливо пояснити декількома фактами. По-перше, за підвищення концентрації розчину проявилася фітотоксична дія *A. sativum*. По-друге, застосування 40%-го розчину призвело до змін у мікофлорі, коли кількість нейтральних грибів для розвитку проростків була зниженою, а чисельність грибів роду *Penicillium* sp. збільшилися майже у 10 разів.

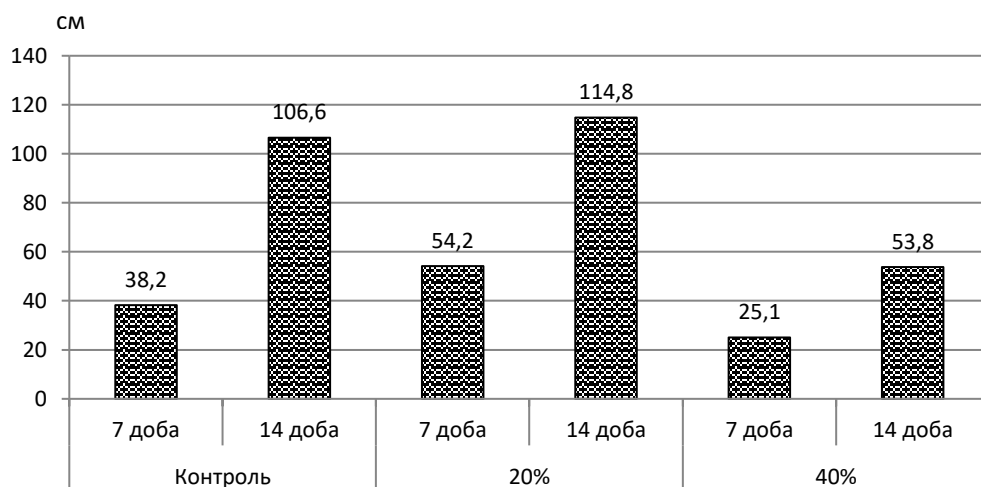


Рис.3. Вплив водних екстрактів *Allium sativum* (20 та 40% розчинів) на довжину проростків пшениці (7 доба НІР₀₅=2,2, 14 доба НІР₀₅=3,5)

За нашими спостереженнями, вони пригнічували розвиток рослин пшениці. Збільшення відсотку виділення грибів роду *Penicillium* sp. у два рази за обробки насіння пшениці 20%-м розчином часнику не мало негативної дії на розвиток рослин.

Висновки. Водні екстракти роду *Allium* впливають на розвиток колоній грибів найпоширеніших та найнебезпечніших видів мікофлори насіння пшениці озимої, вирощеної в умовах Північно-Східного Лісостепу України порізно: від повного пригнічення до відсутності будь-якого впливу. На п'яту добу відсоток інгібування є вищим, ніж на сьому. Застосування 20%-х розчинів є ефективнішим, ніж 10%-х, за винятком пригнічення одного виду (*A. arborescens*). *A. cerea* майже не проявляє інгібуючої дії на досліджувані гриби. *A. sativum* має істотний відсоток зниження росту колоній *A. arborescens* (31,2-47,4%). Найефективнішим є застосування екстрактів часнику проти росту колоній *F. roae*, особливо 20% розчину (відсоток інгібування – 100%).

Обробка насіння пшениці озимої водними екстрактами роду *Allium* показала більший вплив *A. sativum* на мікофлору, ніж *A. cerea* впродовж трьох років дослідження (2017-2019 рр.). Тобто, водні екстракти часнику можуть регулювати грибний комплекс насіння пшениці озимої. Застосування водних розчинів *A. cerea* (10%-х) знижують чисельність альтернативних грибів, небезпечних для проростання насіння грибів з роду *Penicillium* sp. та *N. oryzae*. Обробка насіння 20%-м розчином збільшує чисельність альтернативних грибів і на 7-му добу підвищує розвиток проростків майже удвічі. Але збільшення концентрації водного розчину до 40% має негативний ефект на мікофлору насіння (збільшення кількості грибів з роду *Penicillium* sp. у 10 разів) та пригнічення росту проростків пшениці.

Отже, обробка насіння пшениці озимої водними екстрактами *A. sativum* (10, 20% розчинами) є ефективною проти розвитку небезпечних видів мікофлори та стимулює розвиток проростків.

Список використаних джерел:

1. Котикова, О.І., Тен, І.В. (2018). Виробництво та маркетинг органічної сільськогосподарської продукції в Україні. *Modern Economics*, №11, 106–111. DOI: 10.31521/modecon.V12(2018)-16
2. Miller, J.D. (1995). Fungi and mycotoxins in grain implications for stored product research. *Journal of Stored Products Research*, 31(1), 1–16.
3. Mykhalska, L.M., Zozulia, O.L., Hrytsev O.A., Sanin O.Y., Schwartau V.V. (2019). Distribution of species of *Fusarium* and *Alternaria* genera on cereals in Ukraine. *Biosystems Diversity*, 27(2), 186–191. DOI:10.15421/011925
4. Грицев, О.А., Зозуля, О.Л., Воробйова, Н.Г., Сквіва, Л.М. (2018). Моніторинг видового складу грибів роду *Fusarium* у насіннєвому матеріалі озимої пшениці на території України. *Мікробіологія і біотехнологія*, № 2, 81–89. DOI: 10.18524/2307-4663.2018.2(42).134443
5. Block, E. (1985). The chemistry of garlic and onions. *Scientific American*, 252(3), 11–49.
6. Antoniazzi, N., Deschamps, C., Bach, E.E. (2008). Effect of xanthan gum and allicin as elicitors against *Bipolaris sorokiniana* on barley in field experiments. *Journal of Plant Diseases and Protection*, vol. 115, 104–107. DOI:10.1007/BF03356248
7. Bach, E.E., Rodrigues, E., Antoniazzi, N., Yamashita, N.S. (2014). Efficacy of allicin (*Allium sativum* Linn.) against *Bipolaris sorokiniana* in barley plants. *Current Research in Agricultural Sciences, Conscientia Beam*, vol. 1(1), 6–20.
8. Mylona, K., Garcia-Cela, E., Sulyok, M., Medina, A., Magan, N. (2019). Influence of two garlic-derived compounds, propyl propane thiosulfonate (PTS) and propyl propane thiosulfinate (PTSO), on growth and mycotoxin production by *Fusarium* species in vitro and in stored cereals. *Toxins (Basel)*, 11(9), 495. DOI:10.3390/toxins11090495
9. Hughes, B.G., Lawson, L.D. (1991). Antimicrobial effects of *Allium sativum* L. (garlic), *Allium ampeloprasum* L. (elephant garlic), and *Allium cepa* L. (onion), garlic compounds and commercial garlic supplement products. *Phytother Res*, 5, 154–158.
10. Jiménez-Reyesa, M.F. Carrascob, H., Oleab, A.F., Silva-Moreno, N. (2019). Natural compounds: A sustainable alternative to the phytopathogens control. *J. Chil. Chem. Soc.*, 64, no 2, 4459–4465. DOI: 10.4067/S0717-97072019000204459
11. Wang, H.X., Ng, T.B. (2001). Purification of allivin, a novel antifungal protein from bulbs of the round-cloved garlic. *Life Sci*, 70, 357–365. DOI: 10.1016 / S0024-3205 (01) 01399-6.
12. Hasan, M.M., Chowdhury, S.P., Alam, S., Hossian, B., Alam, M.S. (2005). Antifungal effects of plant extracts on seed-borne fungi of wheat seed regarding seed germination. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8 (9), 1284–1289.
13. Khan, S., and Sharma, N.R. (2017). Antifungal potential of ethanol extracts of *Allium sativum* and *Allium ampeloprasum*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, vol. 10, no. 4, 207–210. DOI:10.22159/ajpcr.2017.v10i4.16555.
14. Watanabe, T. (2002). *Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species*. Washington, 486 p.
15. Гагкаева, Т.Ю., Гаврилова, О.П., Левитин, М.М., Новожилов, К.В. (2011). Фузариоз зерновых культур. *Защита и карантин растений*, 5, 69–120.
16. Ганнибал, Ф.Б. (2011). Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*: Методическое пособие. Под ред. М.М. Левитина. Санкт-Петербург: ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии, 70 с.
17. Singh, J., Kumar, M., Kumar, S., Kumar, A., & Mehta, N. (2017). Inhibitory effect of botanicals on growth and sporulation of *Fusarium oxysporum* inciting wilt of Chilli (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(5), 2199–2204.
18. Рожкова, Т.О. Бортник, Т.С., Татарінова, В.І., Бурдуланюк, А.О. (2015). Польова інфекція насіння і зерна пшениці озимої. *Вісник Сумського національного аграрного ун-ту. Сер. «Агрономія і біологія»*, вип. 3 (29), 79–83.
19. Ганнибал, Ф.Б. (2018). Изучение факторов, влияющих на развитие альтернариоза зерна у злаков, возделываемых в европейской части России. *Сельскохозяйственная биология*, том 53, №3, 605–615. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.3.605eng.
20. Perelló, A. (2013). Nature and effect of *Alternaria* spp. complex from wheat grain on germination and disease transmission. *Pak. J. Bot.*, 45(5), 1817–1824.
21. Rozhkova, T., Karpenko, K., Tatarinova, V., Burdulanyuk, A. (2016). Seed-born infection of winter wheat in North-east Ukraine. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Агрономія і біологія*, вип. 2 (31), 45–50.
22. Мостов'як, І.І., Дем'янюк, О.С., Парфенюк, А.І., Безноско, І.В. (2020). Сорт як фактор формування стійких агроценозів зернових культур. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, №2, 110–118.
23. Perelló, A., Noll, U., & Slusarenko A.J. (2013). In vitro efficacy of garlic extract to control fungal pathogens of wheat. *Journal of Medicinal Plants Research*, vol. 7(24), 1809–1817. DOI: 10.5897/JMPR12.511
24. Yassin, M., Moslem, M., El-Samawaty, A. E., & El-Shikh, M. (2013). Effectiveness of *Allium sativum* in controlling sorghum grain molding fungi. *Journal of Pure and Applied Algebra*, 7, 101–107.
25. Perelló, A. Lampugnani, G., Abramoff, C., Slusarenko, A., & Bello G.D. (2017). Suppression of seed-borne *Alternaria arborescens* and growth enhancement of wheat with biorational fungicides. *International Journal of Pest Management*, vol. 63 (2), 157–165. DOI: 10.1080/09670874.2016.1252478

Т. А. Рожкова. Влияние водных экстрактов растений рода *Allium* на микофлору семян и развитие проростков пшеницы озимой

Исследовано влияние водных экстрактов A. sativum и A. cepa на микофлору семян пшеницы озимой, выращенной в условиях Северо-восточной Украины на протяжении 2017-2019 гг. Обработка семян экстрактами привела к изменениям в грибном комплексе: уменьшение количества одних грибов спровоцировало увеличение других или появление новых. Самым эффективным было применение A. sativum. Изучение влияния водных экстрактов на рост колоний грибов микофлоры имело разные результаты: от его отсутствия до 100% -го ингибирования.

Ключевые слова: микофлора семян, пшеница озимая, водные экстракты, *Allium sativum*, *Allium cepa*, процент ингибирования.

T. O. Rozhkova. The influence of aqueous extracts of *Allium* genus plants on the mycoflora of seeds and the development of winter wheat seedlings.

The effect of aqueous extracts of A. sativum and A. cepa on the mycoflora of winter wheat grown in the North-Eastern Ukraine during 2017–2019 was investigated. The treatment of seeds with the extracts led to changes in the fungal complex: the decrease in the number of some fungi provoked an increase in others or the appearance of new ones. The most effective was the use of A. sativum. The study of the effects of aqueous extracts on the mycelial growth of fungi of mycoflora had different results: from its absence to 100% inhibition.

Keywords: seed mycoflora, winter wheat, aqueous extracts, *Allium sativum* *Allium cepa*, percentage inhibition.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

**ВЛИЯНИЕ СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ НА
ЭФФЕКТИВНОСТЬ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ
Cyclocybe aegerita (V. Brig.), *Pleurotus eryngii* (DC.) Quel.,
Pleurotus citrinopileatus Singer и
Flammulina velutipes (Curtis) Singer**

И. И. Бандура, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

ORCID ID: 0000-0001-7835-3293

А. С. Кулик, кандидат технических наук, доцент

ORCID ID: 0000-0001-5403-3084

С. В. Чаусов, кандидат технических наук, доцент

ORCID ID: 0000-0003-3811-9077

Таврийский государственный агротехнологический университет
имени Дмитрия Моторного

А. М. Цизь, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

ORCID ID: 0000-0001-7174-7011

Национальный университет биоресурсов і природопользования Украины

Исследована возможность использования растительных субстратов на основе соломы и лузги подсолнечника с добавлением семян рапса и отходов переработки кукурузы для культивирования съедобных ксилотрофных грибов: опенка тополевого, вешенки лимонношляпочной и опенка зимнего (белой и желтой рас). Установлена оптимальная формула субстрата, применение которой увеличивает биологическую эффективность изученных штаммов и сокращает сроки получения свежих плодовых тел.

Ключевые слова: вешенка лимонношляпочная *Pleurotus citrinopileatus*, опенок тополевый *Cyclocybe aegerita*, опенок зимний *Flammulina velutipes*, биологическая эффективность, технологический цикл

Постановка проблемы. Стремительный всплеск разнообразия искусственно выращенных грибов на европейском рынке вызван растущим интересом покупателей к экзотическим грибам как продукту с многократно доказанными функциональными свойствами [1]. Имунностабилитизирующие, онкопротекторные, противовоспалительные функции грибов и продуктов их переработки сделали их желаемым продуктом в продовольственной корзине всех развитых стран [2]. В Украине ассортимент свежих грибов отечественного производства за последние десять лет увеличился в 5 раз. На прилавках супермаркетов, кроме обычных шампиньонов и вешенки обыкновенной, уже можно увидеть вешенку легочную, розовую и королевскую (степную), шиитаке, опенок тополевый и зимний, гериций и даже тропический молочный гриб [3]. Данные виды привлекательны внешне, имеют высокую питательную и лекарственную ценность [4-7]. Однако их стабильное производство ограничено

отсутствием интенсивных технологий, адаптированных к местным сырьевым ресурсам и климатическим условиям. При этом сельское хозяйство Украины обладает огромным потенциалом растительных отходов, биоконверсия которых может обеспечить объем свежих грибов, достаточный для удовлетворения потребностей внутреннего рынка и активного экспорта в европейские страны [8, 9].

Анализ публикаций. Активное развитие технологий культивирования ксилотрофных грибов связано с возможностью эффективного использования отходов сельского хозяйства и деревообрабатывающей промышленности: соломы, лузги подсолнечника и гречихи, опилок, стержней кукурузных початков, хлопковых очесов, соевого и оливкового шрота и т.п. [10, 11]. Качественные субстраты из доступного растительного сырья позволяют получать грибы дереворазрушающих видов с эффективностью от 50 до 150%. Индустриальное выращивание таких грибов переживает необычайный подъем

благодаря постоянному усовершенствованию технологий производства субстратов с использованием дешевых местных ресурсов [12–14].

Например, в Беларуси в грибоводстве активно используются отходы древесины. Исследовательский коллектив во главе с В. В. Трухоновцом, культивируя 6 видов вешенки на древесных субстратах, обогащенных отходами переработки зерновых культур, получил урожайность от 14 до 32% (по сырой массе субстрата) [15]. Ученые из Ганы, протестировав возможность использования банановых листьев, достигли 37% эффективности выращивания вешенки, но более весомый результат был отмечен на субстратах из рисовой соломы (51%) [16]. Мексиканские микологи успешно протестировали возможность усовершенствования формулы субстрата на основе сахарного тростника, а в Турции для этого эффективно используют отходы хлопка. Ученые сходятся во мнении, что основным фактором, определяющим продуктивность выращивания ксилотрофов и даже их качество, является сбалансированная формула субстратной композиции. Научный коллектив под руководством Марии Кувевы (María B.R. Cueva) из Аргентины доказывает, что между показателем отношения углерода к азоту и биологической эффективностью вешенки обыкновенной корреляция составляет 99% [17, 18]. С другой стороны, многие исследователи указывают на важность физических параметров субстратов, в частности, влажности и плотности [18, 19]. К сожалению, еще слабо изучены особенности выращивания экзотических видов съедобных грибов, ценных с пищевой и медицинской точки зрения. Нестабильность производства экзотов приводит к росту цен на европейском рынке и, как следствие, делает их недоступными рядовому потребителю [20].

Даже в работах украинских ученых тема сырьевых компонентов субстратов для культивирования ксилотрофов исследовалась только на примере штаммов вешенки. Так, профессор С. А. Вдовенко (Винницкий национальный аграрный университет) провел тщательный анализ особенностей использования отходов соломы зерновых и бобовых культур для эффективного выращивания этого гриба в условиях теплиц [21]. Интересные исследования молодых ученых Власенко Е. Н. и Леся М. М. также связаны с производством вешенки [22, 23]. Тщательный поиск отечественных научных разработок о промышленном культивировании других ценных видов грибов в современных наукометрических базах не дал результатов.

Постановка задачи. В лаборатории практической микологии Таврического государственного агротехнологического университета имени Дмитрия Моторного исследования по введению в промышленную культуру новых видов грибов ведутся с 2012 года. С успехом апробированы технологии выращивания опенка тополевого *Cyclocybe aegerita* (V. Brig.) Vizzini и вешенки степной *Pleurotus eryngii* (DC.) Quel. Доказаны преимущества использования субстратов, изготовленных методом стерилизации. Биологическая эффективность *P. eryngii* составила 67%, а *C. aegerita* – 40%, что согласуется с результатами зарубежных авторов [24, 25]. Особенности данного метода позволяют увеличить долю легкодоступных веществ: протеинов, липидов, простых углеводов в субстратных формулах, тем самым обеспечить культурам грибов интенсификацию питания. Однако, особенности промышленного изготовления и использования таких «обогащенных» субстратов в индустриальных условиях практически не изучены. Поэтому целью эксперимента стала оценка влияния состава субстратных композиций на показатели эффективности культивирования опенка тополевого (штамм *C.a.* 2230), а также новых для украинского рынка видов: вешенки лимонношляпочной *Pleurotus citrinopileatus* Singer (штамм *P.c.* 2161) и опенка зимнего *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer (штаммы *F.v.*2039 – желтая раса и *F.v.*2038 – белая раса). Основными критериями сравнительного анализа стали данные о биологической эффективности штаммов при выращивании в одинаковых условиях микроклимата и длительности технологического цикла: от момента инокуляции субстратов культурой гриба до первой волны плодоношения.

Материалы и методы исследования. Исследования влияния состава субстратов на биологическую эффективность съедобных грибов проводили в производственных условиях ООО НПП «ГРИБНОЙ ДОКТОР» (с. Садовое Мелитопольского р-на) в ноябре-апреле 2019–2020 годов за 3 цикла плодоношения. Использовали сырьевые материалы, полученные из хозяйств Запорожской области (ООО «АГРОФИРМА ОЛЬВИЯ», ЧП Димура Николай Иванович), топливные гранулы из лузги подсолнечника от ООО «Мелитопольский маслоэкстракционный завод».

Культуры штаммов получали из коллекции культур шляпочных грибов (ІВК) Института ботаники им. Н. Г. Холодного и поддерживали на питательной среде следующего состава: агар-агар

– 20 г, мальт-декстроза – 20 г, дрожжевой экстракт сухой – 2 г; вода – до 1 литра. Активную кислотность доводили до показателя $6,7 \pm 0,2$ 0,1N раствором КОН. Питательную среду стерилизовали 35 минут при $1,2 \pm 0,5$ атм. Культуры выращивали на чашках Петри 8 суток (штамм *P.c. 2161*) и 10 суток (штаммы *S.a. 2230*, *F.v.2039* и *F.v.2038*) до полной колонизации поверхности питательной среды. Содержимое чашек Петри использовали для приготовления суспензии - инокулята из расчета – 1 чашка на 300 мл воды.

Посевной мицелий. Формула зернового субстрата для изготовления посевного мицелия состояла из пшеницы, ячменя, рапса и льна, с добавлением карбоната кальция (мел) в соотношении 30:60:8:1:1. Зерновые отваривали, рапс замачивали на 8-10 часов холодной водой, лен добавляли к влажной смеси зерновых и рапса в сухом виде. Мел вводили в процессе перемешивания смеси и ее охлаждения. Смесь массой 5500 г фасовали в полипропиленовые пакеты с четырьмя специальными фильтрами толщиной 20 мм по ширине пакета. Пакеты стерилизовали при температуре $125-131^\circ\text{C}$ (1,7-

1,8 атм) в течение 180 минут. Стерильный субстрат охлаждали в потоке очищенного воздуха (НЕРА-фильтр 14 класса очистки).

100 мл инокулята в асептических условиях вливали в зерновой субстрат, пакет герметично запаивали, содержимое тщательно перемешивали. Инкубировали зерновой субстрат при температуре $24 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 8 суток, снова тщательно перемешивали для максимального распределения культуры гриба. Затем удаляли избыток воздуха через фильтры легким надавливанием и формировали брикеты посевного мицелия. На 10-11 сутки готовый мицелий охлаждали и хранили в холодильнике при $1 \pm 1^\circ\text{C}$ не более 10 суток.

Субстраты. В качестве основного показателя при расчете формулы субстрата использовали соотношение углерода к азоту (C/N). Стремались к показателю 20/1 в соответствии с рекомендациями зарубежных авторов (табл.1) [26]. С другой стороны, составляли формулы таким образом, чтобы добиться заданной влажности (61-65 %) и плотности субстрата (500-700 кг/м³) [27–29].

Таблица 1

Состав формулы субстратных композиций по вариантам опыта, г

Вариант субстрата	Солома	Лузга	Гранулы из лузги	Рапс	Кукуруза молотая	Мел	Вода
1	250	311	563	164	138	8	2100
2	0	522	625	164	213	8	2300
3	333	0	688	182	188	8	2600
Влажность компонентов, %	$12,5 \pm 1,3$	$9,1 \pm 0,9$	$8,0 \pm 0,8$	$11,1 \pm 0,4$	$8,2 \pm 0,6$	$12,0 \pm 0,3$	100

Ячменную солому, лузгу подсолнечника и семена рапса заливали холодной водой и оставляли на 8-10 часов. Сливали остаток воды в течение 30 минут и слегка отжимали сырье. К гранулам добавляли горячую воду из расчета достижения 62-63% влажности (к 1 кг гранул с начальным показателем влажности 8% вливали 1500 ± 50 мл воды). Смешивали увлажненные компоненты в емкостях, добавляя молотую кукурузу и мел. Фасовали в полипропиленовые пакеты с фильтрами по 3250 ± 50 г.

Стерилизацию пакетов с субстратами проводили в промышленном автоклаве при температуре $120 \pm 3^\circ\text{C}$ (1,3 атм) в течение 120 минут [30]. Средняя масса пакета с субстратом после стерилизации составила 3249 ± 7 г.

Условия инкубации и плодоношения.

Инокуляцию проводили в асептических условиях с внесением 5% зернового мицелия (5 г на 100 г субстрата по сырому весу или 165 ± 6 г на один пакет). Для каждого варианта опыта было изготовлено по 50 пакетов.

Инкубацию вариантов субстрата проводили при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $68 \pm 3\%$.

Инициацию плодоношения начинали с момента появления первых примордиев. Пакеты с субстратом взвешивали снова, фиксировали потери массы при инкубации. Определяли размеры 10 блоков каждого варианта по длине, ширине и высоте субстрата. Затем выносили в камеры и устанавливали на стеллажах случайно. Пакеты вскрывали, но не освобождали от пленки. Площадь открытой поверхности не превышала 30%.

В период формирования плодовых тел (ПТ) поддерживали температуру $16 \pm 3^\circ\text{C}$, относительную влажность воздуха на уровне $96 \pm 2\%$. Нужно отметить, что температура в камере плодоношения кратковременно опускалась до 13°C в среднем 5-6 раз в периоды инициации плодоношения. Содержание углекислого газа составляло 1450 ± 150 ppm

(0,15%). Освещенность поддерживали на уровне 150 люкс в течение 8 часов.

Биологическую эффективность (БЭ) культур рассчитывали по общепринятой формуле: *масса свежесобранных грибов / массу субстрата (по сухому веществу) × 100%* для каждого пакета с субстратом [31].

Общую длительность технологического цикла определяли по четырем критериям: 1) дата инокуляции; 2) дата образования примордиев (ДПр); 3) длительность морфогенеза (ДМ); 4) длительность технологического цикла (ДТЦ) по последней дате сбора ПТ первой волны. Длительность периода от момента инокуляции до момента образования примордиев характеризует период вегетативного развития культуры в субстрате и эффективность его колонизации. Период от появления примордиев до сбора урожая определяет длительность формирования плодовых тел культуры до наступления стадии съемной зрелости. Длительность технологического цикла культуры грибов определяется целесообразностью сбора нескольких волн плодоношения. Обычно, в лабораторных условиях, снимают до 5 волн, но производственные требования заставляют останавливать сборы урожая на второй-третьей, а иногда и первой волне. Эти условия определяются эффективностью получения последующих объемов урожая. Если доля следующей волны в общем объеме урожая составляет менее 10%, а длительность между волнами более 10 дней, такой сбор считают нецелесообразным по причине резкого увеличения себестоимости полученного продукта. Поэтому показатель ДТЦ рассчитывали по дате последнего сбора урожая, который соответствовал вышеуказанным критериям.

Анализ технических показателей субстратов проводили общепринятыми методами в трехкратной повторности для каждого цикла.

Содержание влаги определяли термogravиметрическим методом при

температуре $102 \pm 2^\circ\text{C}$ до остановки изменения веса (6-8 часов).

Общее содержание золы находили по методике, изложенной в «Методах биохимического анализа растений» Х. Н. Починка. Практику определения показателя общего азота методом Кьельдаля из данной книги использовали для анализа субстратных композиций.

Отношение C/N определяли по формуле

$$C/N = 0,52(100-a)/N,$$

где a – показатель зольности, %; 0,52 – коэффициент содержания углеводов с учетом биохимических особенностей растительного сырья; N – содержание общего азота, % [32].

Плотность готового субстрата определяли расчетным методом после инокуляции пакетов культурой гриба. Для этого проводили замеры ширины, длины и высоты пакета с субстратом в пятикратной повторности для каждого варианта субстратной композиции. Измеренные пакеты с субстратом взвешивали, и плотность рассчитывали по формуле: $\rho = m/V$.

Статистическую обработку данных методом однофакторного и двухфакторного анализа проводили для каждого из вышеперечисленных показателей с помощью пакета Microsoft Office Excel 2016 MSO (16.0.4266.1001) kod 00339-10000-00000-AA963 и программно-информационного комплекса “Agrostat New” [33]. Анализ средних по методу Дункана проводили с помощью программного обеспечения, разработанного Ю. Г. Приседским) [34]. Рассчитывали показатель наименьшей существенной разности при 5%-ом уровне значимости (HCP_{05}).

Результаты исследования и обсуждение.

В результате анализа технических показателей изготовленных вариантов субстрата выявлены достоверные отличия в физических характеристиках: влажности и плотности (табл. 2).

Таблица 2

Технические показатели субстратов

Варианты	Влажность, %	Общий азот, %	Зола, %	Отношение C/N	Плотность, кг/м ³
1	61,2±1,3	2,28±0,18	4,4±0,3	21,8±1,1/1	343±34
2	61,5±1,8	2,31±0,31	3,8±0,9	21,7±1,3/1	578±29
3	66,3±1,4	2,55±0,27	4,9±0,6	19,4±1,8/1	325±23
HCP_{05}	1,1	0,24	0,87	1,6	83

Примечание. В таблице приведены среднее показателя ± стандартная ошибка за три цикла плодоношения, ноябрь-апрель 2019-2020.

Показатели влажности в изготовленных субстратах отвечали расчетным показателям.

Прогнозируемое уменьшение влажности субстратов после стерилизации не подтверждено,

общие потери массы пакета с субстратом не превышали 1%.

Высокая плотность субстрата № 2 была достигнута за счет отсутствия соломы. Лузга и частички гранул хорошо перемешивались и гарантировали равномерную структуру субстрата. В первом и третьем вариантах субстратов наличие измельченной соломы (частицы размером 5-7 см) способствовало увеличению объема субстратной массы.

В опыте не обнаружены существенные отличия по стандартным показателям содержания общего азота и зольных элементов во всех вариантах субстрата. Составленные формулы обеспечивали расчетное соотношение C/N на

уровне от 19,4 до 21,8 частей углерода к одной части азота. Следовательно, тщательный анализ сырьевых компонентов позволяет достигать точных расчетов заданных технических характеристик субстратов, изготовленных методом стерилизации. Необходимо подчеркнуть, что определяемые показатели не дают полного представления о комплексном биохимическом составе сырьевых компонентов, которые при сходном элементарном составе могут отличаться молекулярным строением. Поэтому влияние состава субстратной композиции на эффективность выращиваемых штаммов оценивалось как один общий фактор (рис.1).

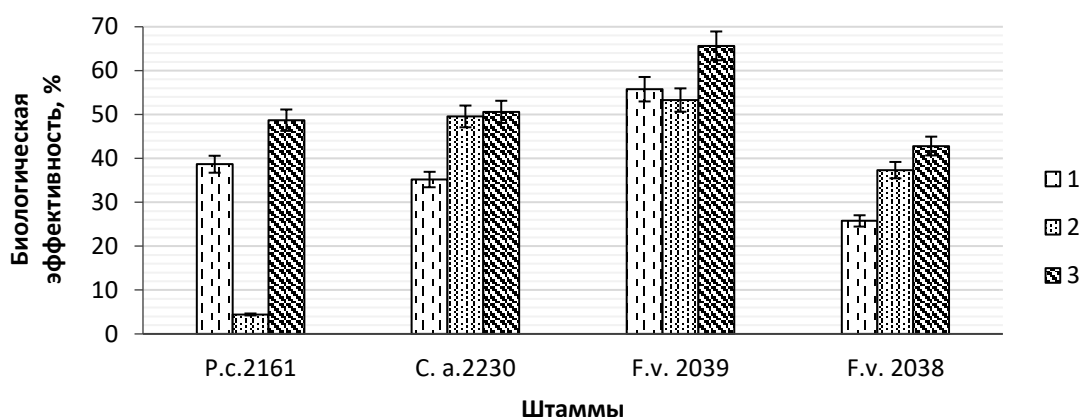


Рис. 1. Биологическая эффективность штаммов вешенки лимонношляпочной P.c.2161, опенка тополевого C.a.2230, опенка зимнего F.v.2039 и F.v.2038 на вариантах субстрата (1-3) ($p < 0.05$)

Наиболее весомый результат был достигнут при культивировании опенка зимнего F.v.2039 желтой расы на субстрате № 3. Показатель БЭ этого штамма в 15 раз превышал показатель P.c.2161 на субстрате № 2 – самый низкий в исследовании.

Использование субстратной композиции № 3 способствовало получению высоких показателей эффективности для всех исследуемых грибов. Однако, для опенка тополевого существенных отличий при культивировании на субстратах № 2 и 3 не выявлено. Не обнаружено статистически доказанной разницы при выращивании штамма F.v. 2039 на субстратах №1 и №2.

Оптимизацией состава субстратов удалось увеличить биологическую эффективность опенка тополевого на 10-15% в сравнении с результатами предыдущих исследований.

Полученные данные являются первым научным обоснованием интенсивной технологии совместного культивирования новых для

украинского и европейского рынков экзотических съедобных грибов с высокой питательной и лекарственной ценностью. Однако, физические параметры и биохимический состав субстратов на основе местного растительного сырья, баланс органических и минеральных веществ в формулах субстратов, его влияние на урожайность и качество культивируемых грибов требует более глубокого и тщательного изучения. Актуальность этого вопроса подтверждается рядом современных научных публикаций ученых Словении, Италии, Греции и других стран мира [35-38]. Мы надеемся, что адаптация эффективных технологий выращивания экзотических грибов к местным условиям позволит расширить возможности украинских грибопроизводителей по насыщению местного рынка грибами с высокими функциональными свойствами, а также укрепить финансовую стабильность отечественных предприятий за счет экспорта.

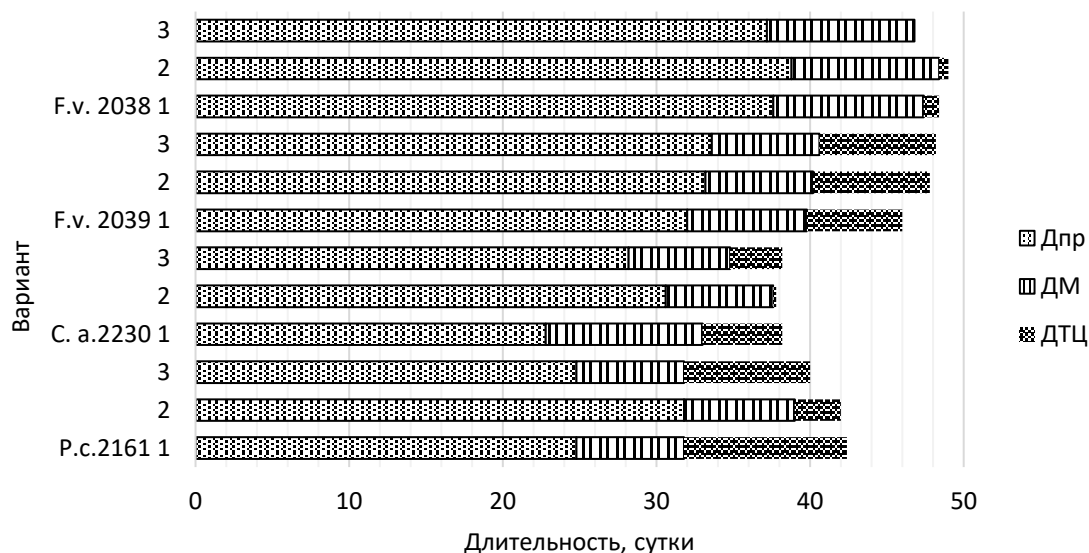


Рис. 2. Показатели технологического цикла выращивания вешенки лимонношляпочной *P.c.2161*, оцнка тополевого *C.a. 2230*, оцнка зимнього *F.v.2039* та *F.v.2038* по вариантам опыта:

Дпр – дата образования примордиев, ДМ – длительность морфогенеза, ДТЦ– длительность технологического цикла

Если культуры опенков осваивали рыхлые и плотные субстраты с одинаковой эффективностью, то для вешенки лимонношляпочной плотность субстрата оказалась лимитирующим фактором развития. На момент сбора данных (60 дней от начала инкубации) на $30 \pm 8\%$ блоков плодоношение не наступало.

Влияние состава субстрата отразилось и на показателях технологического цикла этой культуры (рис. 2). Первые примордии штамма *P.c. 2161* появились на субстрате №1 уже на 20-е сутки, тогда как освоение субстрата №2 продолжалось еще 10 дней. На субстратах №1 и 3 собирали две волны плодоношения, а при использовании субстрата №2 за 60 дней удавалось получать только один урожай. Таким образом, использование субстрата №2 для культивирования вешенки лимонношляпочной штамма *P.c. 2161* является нецелесообразным.

Наиболее длительный период вегетативного развития в опыте определен для штамма опенка зимнего *F.v.2038* белой расы, появление зачатков плодовых тел которого происходило существенно позже в сравнении с другими штаммами на всех вариантах субстратов – на 37-39-е сутки от момента инокуляции. Следует отметить, что длительность вегетативного периода изученных штаммов опенка зимнего была существенно больше (на 8-10 суток) в сравнении с показателями вешенки и опенка тополевого на субстратах с оптимальными для их культивирования формулами. Самый короткий срок инкубации со средним показателем $22,8 \pm 0,8$

дня был зафиксирован при выращивании опенка тополевого на субстрате формулы 1.

Длительность морфогенеза для всех изученных штаммов определялась биологическими особенностями культур, зависимости данного показателя от состава субстрата не обнаружено. Формирование плодовых тел всех штаммов длилось от 7 (у вешенки) до 11 дней (у опенка зимнего белой расы).

В результате анализа данных методом Дункана доказаны существенные различия между вариантами по изучаемым факторам. Фактор влияния состава субстрата оказался несущественным для обоих штаммов опенка зимнего, тогда как для вешенки лимонношляпочной и опенка тополевого выращивание на субстратах формулы 2 привело к значительному увеличению длительности формирования урожая. Если на субстратах вариантов 1 и 3 грибы этих штаммов собирали уже на 32-34 сутки, то на субстрате №2 требовалось еще 4-6 дня. Плодовые тела съемной зрелости штамма *F.v.2038* белой расы получали на 47-48 день на всех вариантах субстратов одновременно, что на 15 суток дольше в сравнении со штаммами вешенки и опенка тополевого и на 10 суток дольше опенка зимнего желтой расы.

В результате статистического анализа длительности технологического цикла доказано, что действие фактора состава субстрата несущественно (0,4%), тогда как биологические особенности изученных культур являются определяющими (60,5%). В опыте самый

короткий цикл составлял 38 суток для штамма опенка тополевого, на 10 суток больше продолжалось культивирование штаммов опенка зимнего. При выращивании штаммов вешенки и опенка зимнего *F.v.2039* технологический цикл включал 2 волны сбора урожая, тогда как для опенка тополевого и опенка зимнего *F.v.2030* ограничивался одной волной.

Выводы и перспективы дальнейших исследований.

Расширение ассортимента культивируемых грибов предполагает упрощение технологий за счет использования однотипных субстратов, их адаптацию к одновременному выращиванию нескольких видов съедобных грибов без существенных изменений режимов микроклимата. Результаты нашего исследования доказывают возможность такого культивирования для четырех штаммов грибов трех различных видов: вешенка лимонношляпочная *P.s. 2161*, опенок тополевого *S.a. 2230*, опенок зимний *F.v.2039* (желтая раса) и *F.v.2038* (белая раса).

Установлено, что максимальная биологическая эффективность культивирования изученных

штаммов достигнута при использовании следующего состава (№3): солома – 333 г, гранулы топливные из лузги подсолнечника – 688 г, семена рапса – 182 г, кукуруза молотая – 188 г, мел – 8 г, вода – 2600 мл.

Максимальный урожай с эффективностью в 65,6±3,6% был собран при выращивании опенка зимнего *F.v.2039* (желтая раса) с использованием субстрата № 3. Минимальный показатель эффективности (42,8±4,3%) на этом субстрате был зафиксирован у штамма опенка зимнего *F.v.2038* (белая раса).

Доказано, что использование субстратов плотностью 578±29 кг/м³ на основе лузги (№2) ухудшает эффективность культивирования вешенки лимонношляпочной в 11 раз по сравнению с максимальным результатом урожайности, полученном на субстрате № 3.

Авторы выражают благодарность руководителю предприятия ООО НПП «ГРИБНОЙ ДОКТОР» Севастьяновичу В. Н. за возможность проведения производственных испытаний и финансирование исследований.

Список использованных источников:

1. Jain, A., Ganeshpurkar, A., & Rai, G. (2010). Medicinal mushrooms: Towards a new horizon. *Pharmacognosy Reviews*, 4(8), 127. DOI:10.4103/0973-7847.70904
2. Moon, B., & Lo, Y. M. (2014). Conventional and novel applications of edible mushrooms in today's food industry. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(5), 2146-2153. DOI:0.1111/jfpp.12185
3. Итоги конференции «Украинское грибоводство: взгляд в будущее» | УМДИС: рынок грибов Украины. Retrieved from <http://www.umdiss.org/news/itogi-konferencii-ukrainskoe-gribovodstvo-vzglyad-v-budushhee-20576>.
4. Chang, R. (2009). Functional Properties of Edible Mushrooms. *Nutrition Reviews*, 54(11), S91-S93. DOI:10.1111/j.1753-4887.1996.tb03825.x
5. R.P, A., & Ukkuru. P, D. M. (2016). Health Impact and Medicinal Properties of Nutritionally Edible Milky Mushroom (*Calocybe Indica*). *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 3(11), 235-237. DOI:10.22161/ijaers/3.11.36
6. Alam, N., Yoon, K. N., Lee, J. S., Cho, H. J., Shim, M. J., & Lee, T. S. (2011). Dietary effect of *Pleurotus eryngii* on biochemical function and histology in hypercholesterolemic rats. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 18(4), 403-409. DOI:10.1016/j.sjbs.2011.07.001
7. Phillips, K. M., Ruggio, D. M., Horst, R. L., Minor, B., Simon, R. R., Feeney, M. J., Haytowitz, D. B. (2011). Vitamin D and Sterol Composition of 10 Types of Mushrooms from Retail Suppliers in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(14), 7841-7853. DOI:10.1021/jf104246z
8. Кузнецова, А. (2010). Використання соломи в Україні – можливості та перспективи. Retrieved from http://www.ier.com.ua/files/publications/Policy_papers/Agriculture_dialogue/2010/AgPP_31_ukr.pdf.
9. Хусид, С. Б., Гнеуш, А. Н., & Нестеренко, Е. Е. (2015). Подсолнечная лузга как источник получения функциональных кормовых добавок. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*, (107).
10. Chang, S.-T. (n.d.). Overview of Mushroom Cultivation and Utilization as Functional Foods. *Mushrooms as Functional Foods*, 1-33. DOI:10.1002/9780470367285.ch1
11. Ozcelik, E., & Peksen, A. (2007). Hazelnut husk as a substrate for the cultivation of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*). *Bioresource Technology*, 98(14), 2652-2658. DOI:10.1016/j.biortech.2006.09.020
12. Tesfaw, A., Tadesse, A., & Kiros, G. (2015). Optimization of oyster (*Pleurotus ostreatus*) mushroom cultivation using locally available substrates and materials in Debre Berhan, Ethiopia. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 3(1), 15-20. DOI:10.7324/jabb.2015.3103

13. Kirbag, S., & Akyüz, M. (2008). Evaluation of agricultural wastes for the cultivation of *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. var. *ferulae* Lanzi. *African Journal of Biotechnology*, 7 (20). Retrieved from <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/59405>
14. Sözbir, G. D., Bektas, I., & Zulkadir, A. (2015). Lignocellulosic Wastes Used for the Cultivation of *Pleurotus ostreatus* Mushrooms: Effects on Productivity. *BioResources*, 10(3). DOI:10.15376/biores.10.3.4686-4693
15. Трухоновец, В. В., Колодий, Т. А., Бисько, Н. А., & Поединок, Н. Л. (2013). Вегетативний рост и плодоношение грибов рода *Pleurotus* на растительных субстратах. *Известия Гомельского госуниверситета*, 5 (80), 159–165.
16. Dhakad, P. K., Chandra, R., Yadav, M. K., & Patar, U. R. (2017). Comparative Study on Nutraceuticals of Five Strains of Milky Mushroom (*Calocybe indica*). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(2), 645–648. DOI:10.20546/ijcmas.2017.602.073
17. Cueva, M. B. R., Hernández, A., & Niño-Ruiz, Z. (2017). Influence of C/N ratio on productivity and the protein contents of *Pleurotus ostreatus* grown in different residue mixtures. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 49(2), 331–344. Retrieved from https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/9699/20172-cp23-ruilova-cueva.pdf
18. Noble, R., & Gaze, R. H. (1996). Preparation of mushroom (*Agaricus bisporus*) composts in controlled environments: Factors influencing compost bulk density and productivity. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 37(1-2), 93–100. DOI:10.1016/0964-8305(95)00072-0
19. Contreras, E. P., Sokolov, M., Mejía, G., & Sánchez, J. E. (2004). Soaking of substrate in alkaline water as a pretreatment for the cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79(2), 234–240. DOI:10.1080/14620316.2004.11511754
20. Rudolf Mulderij. (2016) Overview global market mushrooms [Electronic resource]. Retrieved from <https://www.freshplaza.com/article/2165878/overview-global-market-mushrooms>.
21. Вдовенко, С. А. (2011). Особливості культивування гливи звичайної на солом'яних субстратах. *Збірник наукових праць ВНАУ*, 8(48), 75–79.
22. Лесь М. М. (2016). ОСОБЛИВОСТІ УМОВ РОЗВИТКУ І КУЛЬТИВУВАННЯ *PLEUROTUS OSTREATUS*. *Abstracts of Papers. 1st International Scientific Conference "New Horizons: Achievements of Various Branches of Science"*. Morrisville, 2016. (pp. 145–147). Morrisville: Lulu Press.
23. Власенко, Е. Н. (2018). Вплив хімічного складу субстрату на показники росту, врожайності та синтезу летких органічних сполук при твердофазному культивуванні *Pleurotus Ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. *Наукові доповіді НУБіП України*, (2 (72)). DOI:10.31548/dopovidi2018.02.004.
24. Бандура І. І., Кулик А. С., Макогон С. В., Синяговський С. С. Дослідження особливостей інтродукції продуктивних штамів екзотичних грибів *Cyclocybe aegerita* (V. Brig.) Vizzini та *Pleurotus eryngii* (DC.) Quel. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*, 8(2). DOI:10.31388/2220-8674-2018-2-52
25. Moonmoon, M., Uddin, M. N., Ahmed, S., Shelly, N. J., & Khan, M. A. (2010). Cultivation of different strains of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) on saw dust and rice straw in Bangladesh. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 17(4), 341–345. DOI:10.1016/j.sjbs.2010.05.004
26. Mehrdad Jafarpour. (2012). High protein complementation with high fiber substrates for oyster mushroom cultures. *African journal of biotechnology*, 11(14). DOI:10.5897/ajb11.1473
27. Rizki, M., Tamai, Y., Koda, K., Kojima, Y., & Terazawa, M. (2010). Wood density variations of tropical wood species: implications to the physical properties of sawdust as substrate for mushroom cultivation. *Wood Research Journal*, 1(1), 34–39. Retrieved from <http://ejournalmapeki.org/index.php/wrj/article/view/180>
28. Fidanza, M. A., Sanford, D. L., Beyer, D. M., & Aurentz, D. J. (2010). Analysis of Fresh Mushroom Compost. *Hort Technology*, 20(2), 449–453. DOI:10.21273/horttech.20.2.449
29. Membrillo, I., Sánchez, C., Meneses, M., Favela, E., & Loera, O. (2011). Particle geometry affects differentially substrate composition and enzyme profiles by *Pleurotus ostreatus* growing on sugar cane bagasse. *Bioresource Technology*, 102(2), 1581–1586. DOI:10.1016/j.biortech.2010.08.091
30. Oseni, T. O., Dlamini, S. O., Earnshaw, D. M., & Masarirambi, M. T. (2012). Effect of substrate pre-treatment methods on oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) production. *International journal of agriculture and biology*, 14, 251–255. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Effect-of-substrate-pre-treatment-methods-on-oyster-Oseni-Dlamini/74d5408d08586940b1679c72d5f33644bb82cfb9>.
31. Chang, S. T., & Hayes, W. A. (Eds.). (2013). *The biology and cultivation of edible mushrooms*. Academic press.
32. Зенова, Г. М., Степанов, А. Л., Лихачева, А. А., & Манучарова, Н. А. (2002). *Практикум по биологии почв*. Москва: Издательство Московского университета, 88 с.
33. Ушкаренко, В. О. (2013). *Програмно-інформаційний комплекс „Agrostat New”*. Херсон: Айлант.
34. Приседський Ю. Г. (1999). *Статистична обробка результатів біологічних експериментів : навчальний посібник*. Донецьк: ТОВ “Норд Комп'ютер,” 210 с.
35. Gregori, A., Švagelj, M., Pahor, B., Berovič, M., & Pohleven, F. (2008). The use of spent brewery grains for *Pleurotus ostreatus* cultivation and enzyme production. *New Biotechnology*, 25(2-3), 157–161. DOI:10.1016/j.nbt.2008.08.003

36. Altieri, R., Esposito, A., Parati, F., Lobianco, A., & Pepi, M. (2009). Performance of olive mill solid waste as a constituent of the substrate in commercial cultivation of *Agaricus bisporus*. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 63(8), 993–997. DOI:10.1016/j.ibiod.2009.06.008
37. Mudakir, I., & Hastuti, U. S. (2015). Study of wood sawdust with addition of plantation wastes as a growth medium on yields and quality of white Oyster Mushroom. *Agrivita Journal of Agricultural Science*, 37(1). DOI:10.17503/agrivita-2015-37-1-p089-096
38. Philippoussis, A., & Diamantopoulou, P. A. (2011, October). Agro-food industry wastes and agricultural residues conversion into high value products by mushroom cultivation. In *Proceedings of the 7th international conference on mushroom biology and mushroom products (ICMBMP7), France* (pp. 4-7). Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Antonios_Philippoussis/publication/268205847_AGRO-food_industry_wastes_and_agricultural_residues_conversion_into_high_value_products_by_mushroom_cultivation/links/555c54f608ae8f66f3adecf9/agro-food-industry-wastes-and-agricultural-residues-conversion-into-high-value-products-by-mushroom-cultivation.pdf

І.І. Бандура, А.С. Кулик, С.В. Чаусов, О.М. Цизь. Вплив складу рослинних субстратів на ефективність культивування їстівних грибів *Cyclocybe aegerita* (V. Brig.), *Pleurotus eryngii* (DC.) Quel., *Pleurotus citrinopileatus* Singer та *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer.

Досліджено можливість одночасного культивування їстівних грибів: опенька тополевого, гливи золотої та опенька зимового (білої та жовтої раси) в умовах промислового виробництва з позитивним результатом. Визначено терміни отримання плодових тіл споживчої стиглості: від 32 діб для гливи золотої (мінімальний строк) до 47 діб для опенька зимового (білої раси). Найвищий показник біологічної ефективності у досліді зафіксовано для опенька зимового (жовтої раси) на рівні 66%.

Ключові слова: культивування, глива золота *Pleurotus citrinopileatus*, опеньок тополевий *Cyclocybe aegerita*, опеньок зимовий *Flammulina velutipes*, біологічна ефективність, технологічний цикл.

I. Bandura, A. Kulyk, S. Chausov, O. Tsyz. Influence of plant substrate composition on the efficiency of edible mushrooms cultivation *Cyclocybe aegerita* (V. Brig.), *Pleurotus eryngii* (DC.) Quel., *Pleurotus citrinopileatus* Singer and *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer.

The possibility of using plant substrates based on straw and sunflower husk, with the addition of rape seeds and corn processing waste for the cultivation of edible xylotrophic mushrooms: poplar mushroom, lemon-hat oyster mushroom and winter mushroom (white and yellow races) was investigated. The optimal formula of the substrate was established, the use of which increases the biological effectiveness of the studied strains and reduces the time required for obtaining fresh fruit bodies.

Keywords: lemon-cap oyster mushroom *Pleurotus citrinopileatus*, poplar mushroom *Cyclocybe aegerita*, winter mushroom *Flammulina velutipes*, biological efficiency, technological cycle mushrooms (*Flammulina velutipes*), biological efficiency, technological cycle.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОДОБРІВ НА ОСНОВІ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД ОЧИСНИХ СПОРУД м. ОДЕСА

В. І. Крутякова, кандидат економічних наук

ORCID ID: 0000-0002-6578-952X

Н. В. Пиляк, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії

ORCID ID: 0000-0002-5074-4011

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН

В. Є. Дишлюк, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

ORCID ID: 0000-0003-3499-3736

Національний науковий центр

«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»

О. М. Нікіпелова, доктор хімічних наук, професор

ORCID ID: 0000-0003-3167-6970

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН

У статті представлено результати застосування нових біодобрив у технологіях вирощування кукурудзи на зерно. Біодобрива – на основі осадів стічних вод (ОСВ) станцій біологічної очистки «Південна» та «Північна» м. Одеса з додаванням соломи озимої пшениці та лушпиння насіння сояшинику. Ефективність застосування біодобрив на основі ОСВ вивчали в польовому досліді на чорноземі звичайному середньогумусному. За результатами польових досліджень встановлено, що застосування нових біодобрив на основі осадів стічних вод станцій біологічної очистки «Південна» та «Північна» м. Одеса у технологіях вирощування кукурудзи впливає на збільшення кількісних характеристик мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп, а це, в свою чергу, сприяє підвищенню родючості ґрунту та врожайності кукурудзи на зерно.

Ключові слова: станції біологічної очистки, біоорганічні добрива, ефективність, еколого-трофічні групи мікроорганізмів, ризосфера, родючість ґрунту.

Постановка проблеми. У системі заходів щодо підвищення родючості та врожайності сільськогосподарських культур найважливіше місце займають органічні добрива. Органічні добрива містять біологічно активні речовини, що необхідні для росту і розвитку рослин і мікроорганізмів, які здійснюють постійний біосинтез і мінералізацію органічної речовини.

Але в останні десятиріччя відмічається зниження галузі тваринництва, що відповідно відбилося на зниженні виробництва органічних добрив і, як наслідок, погіршення родючості ґрунтів та зниження продуктивності землеробства.

Дана ситуація поставила за мету пошук нових видів удобрювальних ресурсів. Увагу наукової та технічної спільноти було направлено на місцеві сировинні ресурси, а саме – до осадів стічних вод.

Осади стічних вод є вторинними ресурсами, які можуть бути використані в сучасній біотехнології для отримання добрив [1-14]. Згідно зі звітом Європейської комісії, опублікованим у 2010 р. [10], 39% ОСВ, які виробляються в ЄС,

використовуються у сільському господарстві. Звичайно, основним органічним добривом є гній великої рогатої худоби [15-18], але через відсутність розвиненої галузі тваринництва неможливо забезпечити землеробство необхідними обсягами традиційних органічних добрив. Ця ситуація спонукає до пошуку нових видів місцевих удобрювальних ресурсів.

Аналіз актуальних досліджень. Одним із перспективних напрямів вирішення цієї проблеми може бути біоконверсія органогенних відходів (осадів стічних вод міських очисних споруд) і в результаті неї отримання доступної органічної сировини (компостів) за участю фосфатомобільних мікроорганізмів.

В мулових осадах присутні азот, фосфор та інші необхідні для рослинництва мікро- та макроелементи [19], живильні речовини в концентраціях, порівняльних з органічними добривами.

Активні мули містять ряд екологічно важливих мікроорганізмів – *Pseudomonas*, *Bacillus*,

Acinetobacter Bacterium [19]. Концентрація мікроорганізмів в муловій суспензії може досягати 1011 клітин/л, а в муловому осаді – 109 клітин/1 г сухої маси [19].

Крім того, в осадах, які призначено для використання у сільському господарстві, вміст органічної речовини повинен бути не менше 40 %, кількість санітарно-показових мікроорганізмів – не більше 100 клітин/1 г та повинні бути відсутні гельмінти [19].

За загальним вмістом поживних речовин (NPK) ОСВ співставні з традиційними органічними добривами, і можуть підвищувати родючість ґрунтів та позитивно впливати на їх мікробіологічний стан, коригуючи склад мікробних угруповань у кореневих сферах рослин [11, 19-21].

Хоча осади стічних вод міських очисних споруд і характеризуються значним вмістом макро- і мікроелементів, біологічно активних речовин, проте, рівень їх використання у сільському господарстві нашої країни поки невисокий. Більшість цих відходів заскладовано на мулових майданчиках, частину їх вивозять на звалища, при цьому створюються небезпечні осередки забруднення навколишнього природного середовища та безповоротно втрачаються корисні компоненти, які містяться в осадах.

Для охорони довкілля і раціонального використання осадів міських стічних вод необхідно в кожному конкретному регіоні організувати всебічне вивчення їх хімічного складу, встановити вплив на родючість ґрунтів, врожай і якість сільськогосподарської продукції.

На станціях біологічної очистки (СБО) «Південна» та «Північна» м. Одеса утворюється від 11 до 21 тис. м³/рік рідких осадів, за минулі роки не утилізовано близько 50 тис. т осадів різної вологості.

Мета роботи – визначення ефективності біоактивних добрив на основі осадів стічних вод станцій біологічної очистки «Південна» та «Північна» м. Одеса при вирощуванні сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи на зерно.

Матеріали та методи досліджень. Науково-дослідні роботи проводили на базі Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» НААН.

Осади стічних вод станцій біологічної очистки м. Одеса характеризуються рядом позитивних агрономічних ознак, задовільними санітарно-мікробіологічними показниками, відсутністю фітотоксичності по відношенню до вищих рослин і можуть бути використані для створення на їх основі компостів (біодобрив) для застосування у сільському господарстві [11].

Ефективність застосування біодобрив на основі осадів стічних вод вивчали в польовому досліді на

чорноземі звичайному середньогумусному, який характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу – 3,67 %; рухомі форми азоту – 14,2 мг/кг; фосфору – 52,4 мг/кг; калію – 601,2 мг/кг; рН (вод.) – 7,4.

Схема досліду: 1 – без удобрення (контроль 1); 2 – осади стічних вод СБО «Південна» у дозі за Nзаг. 100 кг/га; 3 – осади стічних вод СБО «Північна» у дозі за Nзаг. 100 кг/га; 4 – компост СБО «Південна» з соломою у дозі за Nзаг. 100 кг/га + штаб; 5 – компост СБО «Південна» з лушпинням у дозі за Nзаг. 100 кг/га + штаб; 6 – компост СБО «Північна» з соломою у дозі за Nзаг. 100 кг/га + штаб; 7 – компост СБО «Північна» з лушпинням у дозі за Nзаг. 100 кг/га + штаб.

Культура в досліді: кукурудза на зерно (середньостиглий гібрид ФАО 400). У досліді вивчено ефективність прямої дії експериментальних компостів, отриманих з використанням біотехнологічного методу (компостування ОСВ з наповнювачами та бактеризуванням компостованої маси для підсилення мобілізації фосфору з важкодоступних сполук ОСВ в легкодоступні). Дози внесення нативних ОСВ і компостів на їх основі в ґрунт вирівнювали за вмістом у них загального азоту. Обробіток ґрунту – загальноприйнятий (оранка на глибину 20-25 см, ранньовесняне боронування). Кукурудзу висівали в першій декаді травня при настанні стабільної стійкої температури (понад 10°C). Схема розміщення рослин – 40-45 тис. шт./га.

Для компостування використовували ОСВ СБО м. Одеса після трирічного зберігання їх на мулових майданчиках. Як органічні наповнювачі – солома пшениці озимої і лушпиння насіння соняшнику. Компостування субстратів проводили в ємностях, які містили по 5 кг осаду стічних вод та 5 кг рослинних наповнювачів. До закладки компостованої маси розрахунковим методом визначали співвідношення C:N, яке для нормального розвитку бактерій складає – 25:1.

У ризосферному ґрунті досліджували чисельність мікроорганізмів – представників різних еколого-трофічних груп за загальноприйнятими мікробіологічними методами [22-24]. Застосовували метод посіву розведених суспензій у відповідних розбавленнях на селективні поживні середовища. Досліджували чисельність бактерій, що засвоюють мінеральні сполуки азоту і для стрептоміцетів – на крохмало-аміачному агарі (КАА) [23], чисельність бактерій, що засвоюють органічні сполуки азоту, – на м'ясо-пептонному агарі (МПА) [23] фосфатмобілізуювальних бактерій – на середовищі Муромцева [22, 24], мікроскопічні гриби – на середовищі Сабуро [23]. Визначення чисельності спорових форм мікроорганізмів

проводили на МПА + сусло агар (СА) [23]; оліготрофів – на голодному агарі (ГА) [23].

Виклад основного матеріалу. На першому етапі метою наших досліджень стало встановлення за показниками якості і безпеки ОСВ станцій біологічної очистки стічних вод м. Одеси придатності їх для прямого застосування на полях та/або створення компостів на їх основі.

За результатами комплексних досліджень встановлено, що зразки ОСВ містять слідові концентрації окремих пестицидів, які не перевищують граничнодопустимі концентрації (ГДК).

Одними з найнебезпечніших шкідливих речовин в ОСВ є важкі метали. За необхідності

контролювання забруднення ОСВ важкими металами прийнято визначати їх різні форми (валові, кислоторозчинні, обмінні). Це пов'язано з тим, що валовий вміст важких металів не завжди може характеризувати ступінь забруднення ОСВ токсикантами тому, що певна їх частина перебуває у формі недоступних для рослин сполук. Тому ОСВ необхідно оцінювати за вмістом токсикантів у різних формах. У результаті досліджень встановлено, що в ОСВ обох СБО більшість токсикантів перебуває в незначних концентраціях, які не перевищують ГДК і можуть бути необхідні для рослин як мікрокомпоненти, що беруть участь у їхніх фізіологічних і біохімічних процесах (табл.1).

Таблиця 1

Валовий вміст хімічних елементів в ОСВ станцій біологічної очистки м. Одеси

Хімічні елементи	Валовий вміст хімічних елементів, мг/кг сухої речовини		ГДК, мг/кг
	ОСВ з СБО «Південна»	ОСВ з СБО «Північна»	
Мідь	180,8	235,0	1000
Марганець	164,8	143,3	2000
Кобальт	8,1	6,7	100
Кадмій	6,6	5,9	20
Нікель	24,0	31,0	300
Свинець	67,6	44,2	750
Стронцій	138,0	199,0	300
Хром ³⁺	97,5	226,0	750
Цинк	580,0	720,0	2500
Ртуть	-	-	15

Примітка: - ртуті не виявлено.

За результатами санітарно-гігієнічних досліджень ОСВ з обох СБО у них не виявлено гельмінтів і патогенних мікроорганізмів, у тому числі сальмонели. Зразки ОСВ, що відібрано на СБО «Південна», за санітарно-бактеріологічними показниками характеризуються як «чисті», тоді як зразки ОСВ з СБО «Північна» близькі до статусу «забруднені», що потребує їх обов'язкового компостування при застосуванні в якості добрив.

Для встановлення рівня техногенного забруднення ОСВ у них визначено параметри питомої активності штучних радіонуклідів з тривалим періодом розпаду, зокрема ¹³⁷Cs. В усіх зразках ОСВ, що досліджували, відмічено сліди техногенної радіоактивності, проте параметри радіологічних показників не перевищували значень фонові радіоактивності ґрунту (чорнозему південного) у районі застосування цих добрив. Значення техногенної радіоактивності в зразках ОСВ відповідає вимогам нормативних документів. Досліджено

фітотоксичність ОСВ щодо тест-культури кукурудзи. Фітотоксичність – це важливий інформативний показник, який доцільно застосовувати при дослідженні ОСВ для встановлення цілісної оцінки їх впливу на угруповання ґрунтових мікроорганізмів та на культурні рослини. Токсичні речовини, що утворюються в тому числі й мікроорганізмами, викликають істотні зміни в хімічному складі рослин, порушують обмін речовин у них, пригнічують проростання насіння, ріст паростків, розвиток рослин. Токсичні форми мікроорганізмів у певній кількості присутні у всіх типах ґрунтів, їх виявлено також в досліджуваних зразках ОСВ. У всіх зразках ОСВ та в контролях (ґрунті – аналог ОСВ, піску – нейтральному середовищі) середній відсоток проростання насіння кукурудзи становив 95-100%. Отже, фітотоксичну активність у зразках ОСВ практично не виявлено, що, вірогідно, обумовлено незначною присутністю в них

токсикантів та фітотоксичних метаболітів мікробного походження.

Окрім показників, небезпечних для довкілля, в зразках ОСВ та в підстилковому гної ВРХ (варіанті порівняння) визначали агрохімічні показники. В процесі досліджень виявлено, що масова частка органічної речовини в гної ВРХ

превалює, проте вміст загальних форм азоту в ОСВ вищий, ніж в підстилковому гної, тому осаді стічних вод можна використовувати під будь-яку культуру без ризику спричинення азотного голодування рослин на першому періоді їх розвитку (табл.2).

Таблиця 2

Агрохімічні показники досліджуваних субстратів

Варіант досліджу	Суха речовина, %	рН водний	Вміст компонентів в сухій речовині								Співвідношення елементів
			зола, %	Органічна речовина, %	загальні форми, %			рухомі форми, мг/100 г			
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	C : N
ОСВ з											
ПДС	63,1	6,5	57,16	11,58	6,20	2,00	0,22	20,50	1,20	0,52	1,5:1
ПНС	33,45	6,5	54,05	12,52	5,30	1,40	0,63	9,98	3,10	1,50	2,2:1
Варіант порівняння – підстилковий гній ВРХ	61	7,4	63,15	21,8	1,72	2,5	2,2	-	-	-	10,8:1

Не виключено, що при застосуванні осадів стічних вод в якості добрива, можуть розвиватися процеси засолення та осолонцювання ґрунту. З метою упередження цих негативних процесів необхідно здійснювати контроль за сольовим складом осадів стічних вод та сольовим режимом ґрунту в районі проведення досліджень. Для оцінки сольового складу ґрунту визначали: рН сольовий, вміст кальцію, магнію, натрію, хлору, сульфатів (SO₄²⁻), гідрокарбонатів (HCO₃⁻), карбонатів (CO₃²⁻).

Встановлено, що ОСВ обох станцій біологічної очистки стоків мають сульфатно-кальцієвий склад солей. У сольовому складі ОСВ серед аніонів переважають сульфати, в меншій мірі – хлор, карбонати взагалі відсутні, а гідрокарбонати – на рівні показників ґрунту. Серед катіонів у сольовому складі ОСВ містяться більші кількості (ніж в ґрунті) кальцію, магнію і натрію. Осади стічних вод характеризуються широким співвідношенням Ca²⁺/Na⁺, що є важливою позитивною ознакою цих субстратів як меліорантів (табл.3).

Таблиця 3

Хімічний склад водних витяжок ОСВ станцій біологічної очистки м. Одеси і чорнозему південного

Субстрати	Сума солей		Вміст аніонів, мг-екв / 100 г осаду				Вміст катіонів, мг-екв / 100 г осаду			Співвідношення Ca ²⁺ / Na ⁺
	Загальна, %	Токсичних, %	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	
ОСВ з ПДС	1,82	0,30	-	0,47±0,03	0,53±0,03	26,15±1,4	22,54±1,6	3,69±0,2	0,92±0,06	24,5
ОСВ з ПНС	0,84	0,23	-	0,28±0,01	0,72±0,04	11,58±1,7	9,06±1,54	2,24±0,24	1,28±0,09	7,08
ґрунт	0,09	0,03	-	0,54±0,01	0,24±0,01	0,51±0,06	0,86±0,02	0,38±0,03	0,04±0,00	0,21

У вбирному комплексі ОСВ обох станцій біологічної очистки стоків превалює кальцій (складає 75-80% від суми увібраних основ), що

також може характеризувати ці субстрати як меліораційний матеріал (табл.4).

Таблиця 4

Параметри поглинальної здатності і склад обмінних основ ОСВ станцій біологічної очистки стоків м. Одеси і чорнозему південного

Види субстратів	Вміст обмінних катіонів, мекв / 100 г субстрату / % від суми			
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	сума
ОСВ з СБО «Південна»	39,5±1,0/80	8,83±0,3/18	1,16±0,009/2	49,50±1,21/100
ОСВ з СБО «Північна»	29,42±2,05/75	7,50±0,9/19	2,29±0,12/6	39,21±2,04/100
Ґрунт (варіант порівняння)	16,33±0,22/67	7,75±0,9/32	0,32±0,01/1	24,41±0,72/100

Далі, метою нашої роботи було розроблення способів компостування осадів стічних вод за участю активного штаму з фосфатмобілізувальними властивостями, а також дослідження в компостах динаміки розвитку таких груп мікроорганізмів: бактерій, що засвоюють переважно мінеральні та органічні сполуки азоту, стрептоміцетів, грибів, фосфатмобілізувальних та спорових мікроорганізмів.

Одержані результати чисельності мікроорганізмів, що належать до різних екологічних груп, свідчать, що компости на основі осадів стічних вод є субстратом, який сприяє розвитку фосфатмобілізаторів, амоніфікаторів і бактерій, які утилізують мінеральний азот. Разом з тим, у компостах відмічено посилений розвиток представників інших груп мікроорганізмів, які оптимізують мінеральне живлення рослин. Оскільки компости на основі осадів стічних вод будуть використовувати на полях у нормах, рекомендованих для традиційного органічного добрива, можливо передбачити, що їх застосування буде сприяти процесам гумусоутворення та підвищення родючості ґрунтів.

Далі було проведено дослідження ефективності прямої дії лабораторної партії експериментальних добрив (компостів) на основі ОСВ в польовому досліді з кукурудзою. У зв'язку з цим, нами було проведено дослід, в якому показники ефективності нового біодобрива на основі осадів стічних вод порівнювали з показниками ефективності контрольних варіантів (без удобрення та нативних ОСВ).

Досліджували чисельність мікробних угруповань з різним таксономічним статусом в ризосфері кукурудзи. Кількісний склад мікроорганізмів фізіологічних груп є невід'ємною характеристикою аналізу функціонування

мікробіоти ґрунту і використовується як діагностичний показник при оцінці його екологічного стану та проведенні мікробіологічного моніторингу. Разом з цим, кількість мікроорганізмів різних екологічних груп в ґрунті визначає його родючість.

Мікробіологічні дослідження ризосфери кукурудзи показали, що співвідношення та чисельність мікроорганізмів різних фізіологічних груп обумовлено фенофазою внесених органічних і мінеральних добрив. Так, на фазі 100% схожості кукурудзи чисельність мікробіоти у ризосфері була найнижчою, що пов'язано з інтенсивністю продукування корневих ексудатів рослинами. Кількість мікроорганізмів, які використовують органічні сполуки азоту, була досить високою та становила від 44,6 млн КУО/г до 120,00 млн КУО/г ґрунту. При цьому найбільшу чисельність амоніфікувальних мікроорганізмів (120,00 млн КУО/г) було виявлено при застосуванні компостів на основі осадів стічних вод, що свідчить про активізацію мікробіоти у чорноземі звичайному середньогумусному за умов наявності в ньому поживного субстрату у вигляді органічної речовини (біодобрив).

Чисельність мікроорганізмів, що засвоюють мінеральний азот і беруть участь у розкладанні рослинних і тваринних решток у ґрунті та мінералізації гумусу, була незначною у всіх варіантах досліді – від 0,01 до 0,1 млн КУО/г ґрунту.

Кількісний склад мікроорганізмів оліготрофної групи, які функціонують в умовах незначного вмісту доступних вуглецевмісних сполук у ґрунтового розчині, також був незначним, що вказує на достатню кількість поживних речовин у ґрунтового розчині. Висока чисельність оліготрофів і мікроорганізмів, що

використовують мінеральний азот, вказує на прискорення інтенсивності мінералізаційних процесів органічної речовини ґрунту та порушення трофічних зв'язків. В нашому випадку мінеральний азот не витрачається на процеси метаболізму мікроорганізмів та зміну трофічних зв'язків.

Чисельність бактерій, що трансформують органічні сполуки фосфору, була найвищою у варіанті за внесення біоорганічних добрив.

Чисельність спороутворювальних мікроорганізмів, які беруть участь у трансформації органічної речовини ґрунту, була високою у всіх варіантах досліджу, окрім контрольних варіантів 1 та 3. Дослідження чисельності спорових підтвердили припущення, що біодобрива на основі осадів стічних вод сприятливі для розвитку спорових мікроорганізмів, оскільки в їх складі є необхідні вуглецеві субстрати та зв'язані сполуки азоту.

Чисельність мікроскопічних грибів в контрольних варіантах та при застосуванні нових видів біодобрив суттєво не відрізнялася між собою. У той же час, за внесення нових добрив слід відмітити збільшення чисельності мікроскопічних грибів, що пояснюється надходженням додаткової органічної речовини з компостами в ризосферу кукурудзи.

У фазу викидання волоті в ризосфері кукурудзи відбувалися зміни чисельності мікроорганізмів фізіологічних груп, що визначають направленість мікробіологічних процесів ґрунту. Так, чисельність мікробіоти, що використовує органічний і мінеральний азот, фосфатмобілізувальних та спороутворювальних

мікроорганізмів, – зростала. Це пояснюється тим, що у період активної вегетації рослин активізується ґрунтова мікробіота, що впливає на інтенсифікацію процесів трансформації органічної речовини.

Встановлено, що кількісний склад мікроорганізмів усіх досліджуваних фізіологічних груп у фазі повної стиглості кукурудзи зростав за рахунок акумуляції органічної речовини, яка легко засвоюється у верхньому шарі ґрунту.

Дані польових досліджень встановили, що застосування біодобрив на основі осадів стічних вод у технологіях вирощування кукурудзи впливає на збільшення кількісних характеристик мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп, а це, в свою чергу, покращує ріст і розвиток рослин. Саме ця обставина забезпечує приріст урожайності (табл.5).

Серед значної кількості господарсько важливих ознак кукурудзи, які мають значний вплив на формування фактичної та потенційної врожайності, не останнє місце займають такі показники, як «кількість рядів зерен», «кількість зерен у ряду», «довжина качана» тощо. Так, розміри качанів, що утворювались на рослинах, під дією різних форм удобрення були різні. Параметр структури «довжина качана» рахувалася тільки озерна його частина, яка коливалася в межах 15,7...23,0 см в досліджуваних варіантах. Найменшу довжину качана було сформовано у варіанті без добрив – 15,7 см, найбільшу – 23 см при застосуванні біодобрив.

Таблиця 5

Ефективність вирощування кукурудзи при різному удобренні

Варіанти досліджу	Урожайність, т/га			Середнє значення	Приріст до контролю, %
	2017 р.	2018 р.	2019 р.		
Без удобрення (контроль)	3,8	6,8	3,0	4,5	–
ОСВ нативні ПДС	3,9	8,4	3,5	5,2	15,5
ОСВ нативні ПНС	4,5	8,6	3,4	5,5	22,2
Компост ПДС + солома + штаб	5,1	9,1	3,8	6,0	33,3
Компост ПДС + лушпиння + штаб	5,0	9,3	3,8	6,0	33,3
Компост ПНС + солома + штаб	4,9	11,4	3,9	6,7	48,8
Компост ПНС + лушпиння + штаб	4,8	11,8	3,8	6,8	51,1

Примітка: ПДС–СБО «Південна»; ПНС–СБО «Північна»

Одним із важливих показників структури врожаю, які в найбільшій мірі є передумовою створення високої врожайності зерна, є маса зерна, яке формується на качані. Встановлено, що найбільшу масу зерна рослини формували при

застосуванні досліджуваних біодобрив – 285г, найменшу у варіанті без добрив – 195г.

Маса 1000 зерен, як показник крупності зерна, що формується на качанах, також варіювала під впливом різних форм удобрення. Відмічено, що при вирощуванні кукурудзи вагомість зерна була

найвищою – 460 г при застосуванні біодобрих за участю фосфатмобілізувальних мікроорганізмів.

Так, при визначенні ефективності лабораторної партії компостів, враховуючи вищенаведені дані, встановлено, що застосування компостів за участю фосфатмобілізувальних мікроорганізмів підвищує урожайність кукурудзи на зерно.

За результатами розрахунків за три роки досліджень – урожайність кукурудзи на зерно, продуктивність культури зростає при застосуванні всіх видів добрив, що досліджували. Але найвищі показники урожайності культури забезпечило застосування біодобрих на основі осадів стічних вод за участю фосфатмобілізувальних мікроорганізмів, при якому підвищується урожайність кукурудзи на 33,3%

(біодобриво на основі осаду стічних вод станції біологічної очистки «Південна») та на 48,8%, 51,1% (біодобриво на основі осаду стічних вод станції біологічної очистки «Північна»).

Висновки. Застосування біодобрих на основі осадів стічних вод очисних споруд м. Одеса є потужним чинником надходження органічної сировини, що сприяє активізації ґрунтової мікробіоти, від якої залежать родючість ґрунтів та урожайність сільськогосподарських культур. Можна прогнозувати, що застосування біоорганічних добрив у технологіях вирощування кукурудзи сприятиме збільшенню чисельності мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп, що, в свою чергу, має забезпечити підвищення родючості ґрунту та врожайності кукурудзи на зерно.

Список використаних джерел:

1. Дишлюк В.Є. Агроекологічний стан і рівень родючості темно-каштанового ґрунту в післядії окультурення осадами стічних вод міських очисних споруд. *Вісник ХНАУ*. 2004. № 6. С. 326–333.
2. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод: [монография]. М.: Стройиздат, 1988. 256 с.
3. Nikovskaya G.N., Kalinichenko K.V. Biotechnology of utilization of municipal wastewater seadiments. *Biotechnologia Acta*. 2014. vol. 7. P. 21-32.
4. Lucrezia Lamastra, Nicoleta Alina Susiu, Marco Tresian Sewage sludge for sustainable agriculture: contaminants contents and potential use as fertilizer. *Chemical and Biological Technologies in Agroculture*. 2018. № 5(1). P. 1-6.
5. Гаврилюк В.А., Бортнік А.М., Августинів М.Б. Ефективність використання осаду стічних вод як добрив на дерново-підзолистих ґрунтах. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 1. С. 65-71.
6. Constantinescu L. Fertilizing agricultural fields with the sludge resulted from sewage water treatment stations. *Res. J. Agricult*. 2008. 40(2). P. 41-44.
7. Городній М.М. Проблеми використання осадів стічних вод для виробництва добрив. *Вісник аграрної науки* 2013. №9. С. 45-50.
8. Сюта Я., Васяк Г. Принципы естественного использования осадков сточных вод. *Международ. с.-х. журн*. 1983. № 2. С. 48-53.
9. Хільчевський В.К., Савицький В.М., Чеботько К.О. та ін. Використання осадів стічних вод у сільському господарстві. К.: ВГІЦ «Київ. ун-т», 1997. 103 с.
10. Milieu Ltd, WRc, Risk and Policy Analyst Ltd (RPA). Environmental, economic and social impacts of the use of sewage sludge on Land. Final Report, Part III: Project Interim Reports; 2010. DG ENV, G.4/ETU/2008/0076.
11. Дишлюк В.Є., Пиляк Н.В., Лобан Л.Л. Агроекологічна характеристика та оцінка придатності осадів стічних вод очисних споруд м. Одеси на добриво. *Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвід. темат. наук. зб. Чернівці*, 2017. Вип. 26. С. 55–62.
12. Алексеев Ю.В., Рабинович Г.Б., Аллилува Т.Н. Осадки сточных вод в качестве удобрения. *Химия в сельском хозяйстве*. 1986. 12. С. 27-30.
13. Мерзляя Г.Е., Галимова В.А., Савельев И.Б. и др. Использование ОСВ на удобрение. *Химизация сельского хозяйства*. 1991. № 10. С. 36-40.
14. Сергиенко Л.И., Семенов Б.С., Моисеенко Н.А. и др. Агроекологические особенности применения осадков сточных вод в качестве удобрений. *Аграрная наука*. 1993. № 6. С. 29-30.
15. Бульо В.С., Сорочинський В.В. Вплив гною, сидератів і соломи на гумусний стан ґрунту і відтворення його родючості. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2000. Вип. 42. С. 14-18.
16. Заришняк А. С., Цвей Я. П., Іваніна В. В. Оптимізація удобрення та родючості ґрунту в сівозмінах. Київ : Аграрна наука, 2015. 208 с.
17. Іваніна В. В. Біологізація удобрення культур у сівозмінах. Київ : Компринт, 2016. 328 с.
18. Качмар О.І., Вавринович О.В., Щерба М.М. Вплив систем удобрення на продуктивність короткоротаційних сівозмін в умовах західного регіону України. *Землеробство*. 2015. С. 38-46.
19. Евилевич А. З., Евилевич М. А. Утилизация осадков сточных вод. Л.: Стройиздат, Ленингр. отд. 1988. 248 с.
20. Покровская С. Ф., Касатиков. В. А. Использование осадка городских сточных вод в сельском хозяйстве. М.: ВНИИЭИагропром, 1987. 60 с.
21. Лопушняк В. І., Грицуляк Г. М. Вплив осаду стічних вод на агрохімічні властивості дерново-підзолистих ґрунтів Прикарпаття. Теоретичні і практичні аспекти розвитку агропромислового виробництва та сільських територій : мат. Міжн. наук.-практ. форуму (21-24 вересня 2011 року). Львів, 2011. С. 69–73.
22. Експериментальна ґрунтова мікробіологія / В.В. Волкогон, О.В. Надкринична, Л.М. Токмакова та ін.// за наук. ред. В.В. Волкогона. Інститут сільськогосподарської мікробіології, Чернівці, 2010. С. 308–382.
23. Теппер Е.З., Шильникова В., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. М.: Колос, 1979. 215 с.

24. Андreyuk K.I., Iutinska G.O., Antipchuk A.V. та ін. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження. К.: Обереги, 2001. 240 с.

В. И. Крутякова, Н. В. Пиляк, В. Е. Дишлюк, Е. М. Никипелова. Эффективность применения биоудобрений на основе осадков сточных вод очистных сооружений г. Одесса

В статье представлены результаты применения новых биоудобрений в технологиях выращивания кукурузы. Биоудобрения – на основе осадков сточных вод станций биологической очистки «Южная» и «Северная» г. Одесса с добавлением соломы озимой пшеницы и лузги семечек подсолнечника. Эффективность применения биоудобрений на основе ОСВ изучали в полевом опыте на черноземе обычном среднегумусном. По результатам полевых исследований установлено, что применение новых биоудобрений влияет на повышение плодородия почвы и урожайность кукурузы на зерно.

Ключевые слова: станции биологической очистки, биоорганические удобрения, эффективность, эколого-трофические группы микроорганизмов, ризосфера, плодородие почвы.

V. Krutyakova, N. Pyliak, V. Dyshliuk, O. Nikipelova. Efficiency of application of biofertilizers on the basis of sewage sludge of treatment facilities of Odessa

The article presents the results of the application of new biofertilizers in the technology of growing corn for grain. Biofertilizers – on the basis of sewage sludge of biological treatment plants «Southern» and «Northern» of Odesa with the addition of winter wheat straw and sunflower seed husk. The effectiveness of the application of biofertilizers based on sewage sludges was studied in a field experiment on black soil ordinary medium humus. According to the results of field research it is established that the use of new biofertilizers based on sewage sludge of biological treatment plants «Southern» and «Northern» of Odesa in corn cultivation technologies increases the quantitative characteristics of microorganisms of different ecological and trophic groups, which, in turn, helps to increase soil fertility and corn yield for grain.

Keywords: biological treatment plants, bioorganic fertilizers, efficiency, ecological and trophic groups of microorganisms, rhizosphere, soil fertility.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

ПОСІВНА ЯКІСТЬ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ ПРОТРУЙНИКІВ

З. В. Білоусова, кандидат сільськогосподарських наук

ORCID ID: 0000-0001-9687-7920

В. А. Кенєва, аспірант

ORCID ID: 0000-0002-4890-651X

Ю. О. Кліпакова, кандидат сільськогосподарських наук

ORCID ID: 0000-0002-7054-9707

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Досліджено вплив різнокомпонентних протруйників на посівну якість насіння пшениці озимої. Встановлено, що передпосівна обробка знижує лабораторну схожість насіння. Статистичним аналізом встановлено помітний від'ємний кореляційний ($r=-0,63$) вплив кількості діючих речовин у складі протруйника на довжину проростка. Довжина первинних корінців слабо залежала ($r=-0,17$) від компонентного складу протруйників. Найбільший пригнічуючий вплив на посівні якості насіння мав препарат Кантаріс.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, різнокомпонентні протруйники, передпосівна обробка, схожість, проростки, первинні корінці.

Постановка проблеми. В умовах монокультури, короткочасних сівозмін, різкого зменшення кількості вирощуваних видів рослин, широкого використання генетично однорідних сортів та застосування високих доз азотних добрив відбувається руйнування або пригнічення механізмів саморегуляції та гомеостазу агробіогеоценозів. Внаслідок цього суттєво погіршується фітосанітарна ситуація, оскільки посилюється накопичення ґрунтової інфекції і сприйнятливість рослин до патогенів, різко зростає ураження кореневими гнилями, збільшуються масштаби насінневої інфекції. В цілому техногенно-інтенсивні системи землеробства значно посилюють небезпечність заселення агроєкосистем і ландшафтів шкодочинними видами, а відповідно і їх залежність від застосування пестицидів.

Для боротьби із шкідливими організмами на посівах сільськогосподарських культур, в першу чергу, для захисту сходів пшениці озимої, як основної продовольчої культури України, потрібно використовувати оптимальний протруйник, який матиме високу технічну ефективність. Це є одним із важливих кроків до отримання якісного врожаю, основою якого є своєчасні та дружні сходи вирощуваної культури. Грамотне протруювання насіння підвищує польову схожість, що є дуже важливим фактором особливо при ранніх строках сівби чи за різких температурних коливань, так як одна з причин загибелі насіння – розвиток

шкідливих мікроорганізмів, шкодочинна дія яких посилюється стресовими умовами проростання [6].

Передпосівна обробка насіння є найбільш доступним і ефективним заходом боротьби із ґрунтовою і насінневою інфекцією. Максимальний ефект протруювання досягається при комплексному підборі препаратів контактної і системної дії та за використання багатокомпонентних протруйників. Знищення або пригнічення зовнішньої і внутрішньої насінневої інфекції захищає рослину на стадії проростання і протягом наступних етапів росту і розвитку; позитивно впливає на озимі культури не лише в період сходів, а і перезимівлі та виходу із неї на весні; забезпечує профілактику занесення збудників захворювань із насіннєвим матеріалом [8]. Саме якісне протруювання насіння є одним із найбільш економічно вигідних та екологічно безпечних заходів захисту рослин. Проте лише в Доповнені до «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» на 2019 [7] налічується 42 препарати для передпосівної обробки насіння пшениці озимої, що ускладнює процес добору якісного протруйника в умовах виробництва.

Не зважаючи на велике різноманіття препаратів для передпосівної обробки насіння, не всі вони відповідають критеріям їх ефективності. Протруйник повинен бути, в першу чергу, безпечним для насіння, тобто не проявляти

фітотоксичності; захищати його від шкодочинної дії збудників хвороб та шкідників; стимулювати ріст та розвиток проростаючого насіння; підвищувати стійкість рослин до несприятливих умов та факторів зовнішнього середовища. Протруйники є не лише засобами захисту рослин, але й володіють певними росторегулюючими властивостями, за рахунок чого впливають на зернову продуктивність культури та змінюють її стійкість до дії стресів. За рахунок впливу на природні механізми стійкості рослин відбувається підвищення їх адаптації до стресових чинників хімічного, фізичного та біологічного походження. За рахунок цього з'являється можливість отримати понижений шкідливий вплив стресових факторів на ростові процеси і продуктивність пшениці озимої [9]. Все це повинно працювати на максимально повне розкриття природного генетичного потенціалу рослини та отримання високого врожаю найвищої якості [8].

Аналіз актуальних досліджень. На даний час існує велике різноманіття діючих речовин, які можуть бути використані у якості препаратів для передпосівної обробки насіння пшениці озимої, але багато з них залишається мало дослідженими. Одними із широко розповсюджених діючих речовин у сучасних препаратах є протіоконазол, прохлораз і ципроконазол, які входять до складу багатьох протруйників. Разом з тим вони належать до різних хімічних класів, а отже відрізняються способами проникнення, механізмами та характером своєї дії. Дослідженнями Байбакової Є. В. та ін. [1] встановлено, що пригнічуюча дія вказаних речовин на проростання насіння пшениці та ячменю зростала пропорційно збільшенню їх концентрації в робочій рідині. Найбільшу фітотоксичність, в даному випадку, проявив ципроконазол, найменшу – прохлораз. Це підтверджує важливість враховування можливого фітотоксичного ефекту при виборі протруйника і розробці комбінованих препаратів [1].

Дослідження Benderradji et.al. [10] навпаки свідчать про позитивний вплив на швидкість проростання насіння пшениці озимої препаратів на основі діючої речовини тебуконазол. Аналогічні дані були отримані й деякими іншими дослідниками [14] при вивченні ефективності дії інших хімічних речовин. Проте всі вони однозначні в тому, що для зниження фітотоксичності препаратів для передпосівної обробки насіння необхідною умовою є застосування їх лише в рекомендованій виробником дозі [19].

Нашими попередніми дослідженнями [3] було встановлено, що передпосівна обробка насіння хімічними протруйниками призводить до стимулювання процесу проростання насіння пшениці озимої, однак з появою проростка

подальші процеси росту затримуються. Подальшими дослідженнями в польових умовах [4] було відмічено позитивну дію передпосівної обробки насіння пшениці озимої на польову схожість.

Тобто, не зважаючи на велику кількість досліджень впливу протруйників на посівні якості насіння пшениці озимої, дане питання наразі залишається актуальним, оскільки немає єдиної думки щодо характеру їх дії на проростаюче насіння. Особливо звертаючи на велику кількість препаратів, які щорічно реєструються, а відповідно і потребують дослідження їх впливу на проростання насіння.

Мета статті – дослідження ефективності дії та впливу протруйників на посівні якості насіння пшениці озимої.

Дослідження проводили в лабораторії моніторингу якості ґрунтів та продукції рослинництва Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного. Для дослідження було використано сорт пшениці озимої Шестопалівка, який займає третє місце в Україні і перше місце в Південному Степу України за своїм поширенням і характеризується високою пластичністю [2]. Насіння обробляли за день до проведення дослідів методом інкрустації препаратами фунгіцидної і фунгіцидно-інсектицидної дії в дозах рекомендованих виробником [7]. Контролем слугувала обробка водою. Застосовували протруйники Ламардор Про (протіоконазол – 100 г/л, тебуконазол – 60 г/л, флуопірам – 20 г/л), Максим XL (флудіоксоніл – 25 г/л, мефеноксам – 10 г/л), Іншур перформ (трифіконазол – 80 г/л, піраклостробін – 40 г/л), Вайбранс Інтеграл (седаксан – 25 г/л, флудіоксоніл – 25 г/л, тебуконазол – 10 г/кг, тіаметоксам – 175 г/л), Ранкона І Міх (іпконазол – 20 г/л, імазаліл – 50 г/л), Кантаріс (тіаметоксам – 250 г/л, прохлораз – 150 г/л, флутріафол – 50 г/л).

Для встановлення ефективності дії протруйників було використано метод виявлення зовнішньої та внутрішньої зараженості насіння хворобами, заснований на стимуляції росту і розвитку мікроорганізмів в зараженому посівному матеріалі. Пророщування проводили в рулонах фільтрувального паперу. З партії насіння пшениці озимої відбирали чотири робочі проби по 50 насінин у кожній. Для однієї проби використовували два шари зволоженого фільтрувального паперу у вигляді стрічок розміром 10x55 см, на які розкладали насіння зародками донизу в одну лінію з інтервалом 1 см і на відстані 2 см від бокових країв і поверхні стрічок. Розкладене на папері насіння накривали зволоженими стрічками фільтрувального паперу і

поліетилену такого ж розміру та загортали в рулон. Загорнуті рулони ставили вертикально у посудину і розташовували у термостат при температурі 22-25°C (ДСТУ 4138-2002). Слідкували за рівнем води у посудині, не допускаючи їх підсихання. Змінювали воду кожні 3-5 днів. Облік схожості насіння проводили на 7-й день (ДСТУ 2240-93). Окремо підраховували нормально проросле, набухле, загниле, тверде, загнивші і ненормально проросле насіння. Схожість насіння обчислювали у відсотках. Довжину коренів і пагонів визначали з використанням звичайної сантиметрової шкали. Масову частку сухої речовини у свіжому рослинному матеріалі (проростки та коріння) визначали термостатно-ваговим методом. Індекс енергії проростків (seeding vigor) розраховували за формулами [16]:

$SVI = \text{схожість, \%} \times (\text{довжина кореня, см} + \text{довжина проростка, см})$

$SVII = \text{схожість, \%} \times (\text{суха маса кореня, г} + \text{суха маса проростка, г})$

Дані обробляли статистично за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Excel.

Виклад основного матеріалу. Велику роль в отриманні вирівняних та дружніх сходів в польових умовах відіграє якість насіннєвого матеріалу, яка характеризується сортовими та посівними властивостями. Однією із основних посівних якостей насіння є лабораторна схожість, яка дає можливість в подальшому відкорегувати вагову норму висіву, що відповідним чином впливає на польову схожість і густоту стояння рослин [5].

Проведені дослідження показують, що за величиною лабораторної схожості суттєвої різниці між дослідними варіантами відмічено не було (рис.1).

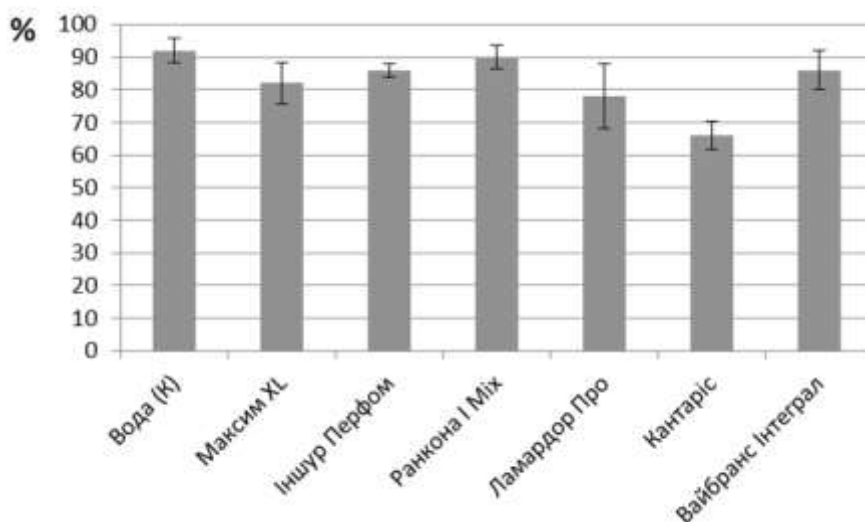


Рис.1. Лабораторна схожість насіння пшениці озимої залежно від передпосівної обробки насіння, %

Лише за використання препарату Кантаріс спостерігалось істотне зниження інтенсивності процесів проростання, що проявилось у зменшенні схожості за даного варіанту обробки на 28,3% (абс.), порівняно з контролем. Отримані дані узгоджуються із результатами інших досліджень [11] і можуть бути пояснені пригнічувальною дією діючої речовини тіаметоксам [17]. Однак за обробки насіння гороху, сої, кукурудзи [13] та пшениці ярої [14] було встановлено позитивний вплив діючої речовини тіаметоксам, яка є основним компонентом протруйника Кантаріс, на схожість насіння. Разом з тим Horii et.al. [13] було зазначено, що такий вплив залежить від концентрації бакового розчину. Слід відмітити, що саме для препарату Кантаріс характерна найвища концентрація робочого розчину для

обробки насіння – 4,5% проти 0,6-1,1% за обробки Максим XL, Іншур Перформ, Ранкона І Міх та Ламардор Про. Щодо протруйника Вайбранс Інтеграл, то не дивлячись на те, що за його використання концентрація робочого розчину сягає 4,7%, негативного впливу на схожість насіння пшениці озимої відмічено не було. Це може бути пов'язано з тим, що частка тіаметоксаму в баковій суміші за його використання становить 1,8%, в той час як при застосуванні Кантарісу – 2,5%. Загалом схожість насіння пшениці озимої мала тенденцію до зниження зі збільшенням кількості діючих речовин у баковій суміші для передпосівної обробки насіння ($r = -0,51$).

Згідно з ДСТУ 2240-93 «Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості» насіння пшениці озимої, яке

використовується для посіву, повинно мати схожість мінімум 92%. У нашому дослідженні лабораторна схожість насіння коливалася в межах 66-92%. Слід відмітити, що, не зважаючи на значне ураження насіння контрольного варіанту

збудниками хвороб (рис.2), які перешкоджали активному формуванню майбутнього проростка і коренів, його схожість відповідала вимогам до посівного матеріалу.

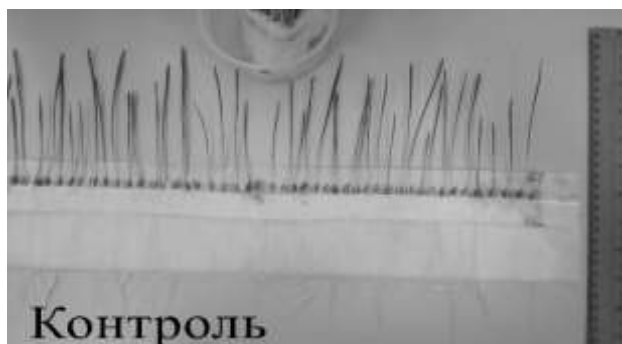


Рис.2. Проростки пшениці озимої сорту Шестопалівка без передпосівної обробки насіння протруйниками на 7-й день пророщування

Основними грибними хворобами пшениці, які контролюються протруюванням насіння, є снігова пліснява, фузаріозна коренева гниль, звичайна або гельмінтоспоріозна коренева гниль, офіобольозна коренева гниль, летюча, тверда та карликова сажки та ін. На насінні контрольного

варіанту при пророщуванні у рулонах було виявлено фузаріозну та гельмінтоспоріозну кореневу гниль.

Усі використані протруйники характеризувалися надійним захистом насіння від шкочинної дії виявлених збудників хвороб (рис.3).

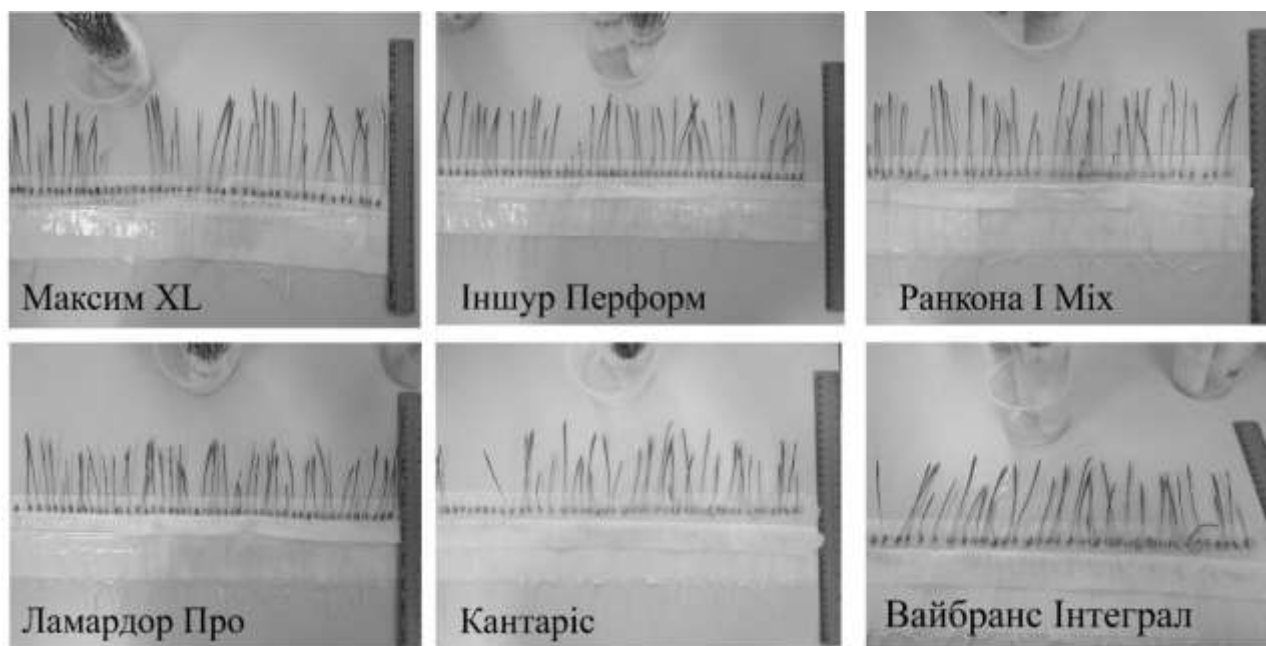


Рис.3. Проростки пшениці озимої сорту Шестопалівка за передпосівної обробки насіння протруйниками на 7-й день пророщування

Однак, враховуючи той факт, що оброблене насіння знаходилося в обмеженому просторі, було виявлено сильний фітотоксичний вплив передпосівної обробки на величину схожості. Не зважаючи на невідповідність лабораторної схожості насіння за обробки протруйниками вимогам ДСТУ 2240-93, в польових умовах такий ефект відсутній [4].

Невелике зниження в умовах рулонного методу схожості насіння компенсується швидким його проростанням, більш високим індексом утворення проростків та відносно кращою швидкістю росту і розвитку.

Для визначення фітотоксичності протруйників на проростання насіння визначали довжину кореневої системи і проростка (рис.4).

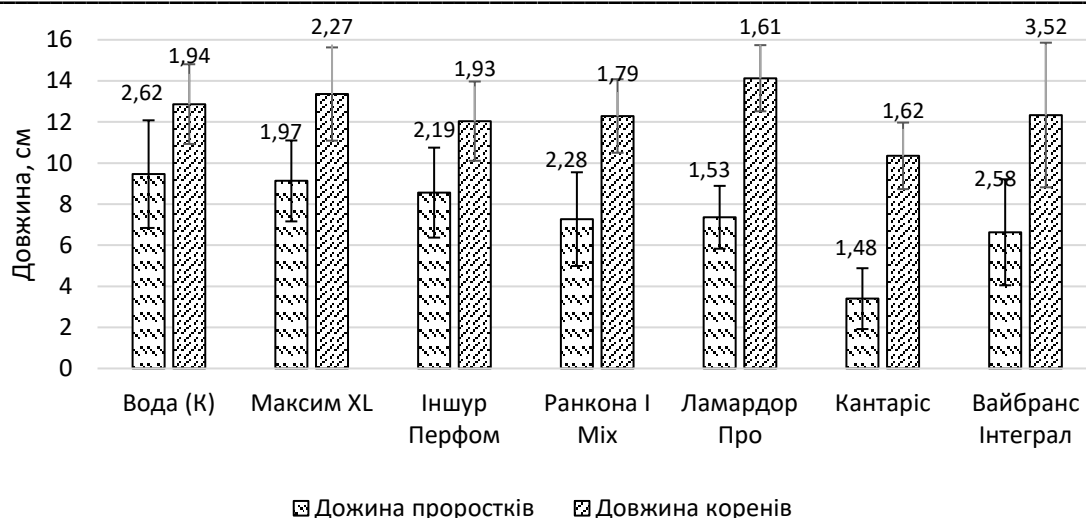


Рис.4. Вплив передпосівної обробки насіння протруйниками на довжину проростків та коренів пшениці озимої

Як видно із отриманих даних, зі збільшенням кількості діючих речовин у складі протруйника відбувається пригнічення ростових процесів у зернівці пшениці озимої, що проявляється у зменшенні довжини проростка при застосуванні протруйників на 3,5-31,3% порівняно з контролем. Статистичним аналізом було підтверджено помітний вплив кількості діючих речовин на вказаний показник ($r = -0,63$) [20]. Це співпадає з інформацією Windham & Windham [21], які стверджують, що системні фунгіциди, дія яких пов'язана із інгібуванням біосинтезу стеролів, проявляють рістрегулюючі властивості, що призводить до скорочення міжвузля та уповільнення росту. Найбільшу інгібувальну дію на ріст проростків проявив препарат Кантаріс, що узгоджується із вище наведеною інформацією щодо впливу діючої речовини тіаметоксам.

Довжина коренів слабо залежала ($r = -0,17$) від компонентного складу протруйників. Слід відмітити, що лише за використання протруйника Кантаріс було відмічено пригнічуючий вплив передпосівної обробки насіння на ріст первинних

коренів, довжина яких була на 20% меншою порівняно з контролем. Дія таких протруйників, як Максим XL та Ламардор Про, навпаки, мала стимулюючий вплив на довжину коренів, які за вказаних варіантів обробки були довшими на 4 та 10% відповідно, порівняно із варіантом без обробки протруйником. Існує інформація [12], що протруйники, які містять діючу речовину групи триазолів (Ламардор), на фоні зниження довжини проростку стимулюють ріст коренів, що призводить до збільшення співвідношення коренів до пагонів. Дослідженнями Munkvold і O'Mara [18] встановлено, що препарати на основі флудіоксонілу (д.р. Максим XL) за рахунок зниження колонізації грибних патогенів та уповільнення руйнування зернівки призводили до збільшення довжини корінців у кукурудзи. Ймовірно це і є причиною отриманих нами результатів.

Обробка насіння протруйниками призводила до зменшення сирої маси проростків на 10-61% залежно від варіанту обробки порівняно з контролем (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив передпосівної обробки насіння на сирі масу проростків і коренів

Варіант	Сира маса проростку, мг	Сира маса коренів, мг
Вода (К)	104,39±6,66	82,52±3,68
Максим XL	113,42±4,12	72,93±11,44
Іншур Перформ	87,35±18,68	46,04±4,55
Ранкона I Міх	67,09±8,67	94,03±9,86
Ламардор Про	87,17±9,47	61,07±15,68
Кантаріс	40,12±7,51	69,50±5,71
Вайбранс Інтеграл	92,72±5,89	85,02±14,11

Найбільшу пригнічуючу дію на сирі масу пагонів мав протруйник Кантаріс, за обробки яким вказаний показник був меншим майже в 3 рази порівняно з контрольним варіантом. Разом з тим за обробки препаратом Максим XL було відмічено зростання сирі маси проростків на 9% порівняно з контролем. Ймовірно це пов'язано із певними ростостимулюючими властивостями даного протруйника.

Маса коренів за обробки протруйниками Максим XL, Іншур Перформ, Ламардор Про та Кантаріс була меншою на 12-44% порівняно з контролем. Водночас за використання для передпосівної обробки насіння препаратів Ранкона I Міх та Вайбранс Інтеграл було відмічено зростання маси коренів на 13 та 2%

відповідно порівняно з контролем. Тобто вплив досліджуваних протруйників на масу первинних коренів пшениці озимої був неоднозначним.

Як відомо, ріст рослин супроводжується нагромадженням в них сухої речовини. Чим більший вміст сухої речовини, тим вище в ній осмотичний тиск і тим краще ця рослина тримає вологу. Загалом чим вище вказаний показник, тим більша потенційна продуктивність рослин в період вегетації.

Проведеними дослідженнями встановлено, що за сухою масою проростку істотної різниці між дослідними варіантами не було, за винятком обробки препаратами Ранкона I Міх та Кантаріс (табл.2).

Таблиця 2

**Суша маса та відсоток сухої речовини рослин пшениці озимої
залежно від передпосівної обробки насіння**

Варіант	Суша маса проростку, мг	% сухої речовини	Суша маса коренів, мг	% сухої речовини
Вода (К)	8,75±0,41	8,39±0,15	14,32±0,62	17,40±1,45
Максим XL	9,81±0,22	8,66±0,29	7,24±1,13	9,94±0,44
Іншур Перформ	8,55±2,13	9,74±0,42	6,45±1,04	13,97±1,15
Ранкона I Міх	6,43±2,41	9,66±3,42	12,36±3,00	13,03±1,94
Ламардор Про	8,01±0,49	9,23±0,61	6,71±1,41	11,09±0,73
Кантаріс	4,85±0,76	12,16±0,45	6,77±0,52	9,74±0,04
Вайбранс Інтеграл	7,64±0,51	8,25±0,03	7,04±1,03	8,30±0,19

За використання вказаних препаратів відбувалося зниження сухої маси проростків на 33 та 44% відповідно, порівняно з контролем. Ймовірно це пояснюється низькою фізіологічною адаптацією проростаючого насіння до обробки протруйниками Ранкона I Міх та Кантаріс, що узгоджується із вказаними раніше показниками довжини та сирі маси проростку.

Суша маса коренів була меншою на 14-57% залежно від варіанту обробки протруйниками порівняно з контролем. Статистичним аналізом було встановлено сильний від'ємний вплив кількості діючих речовин в суміші для передпосівної обробки насіння на суху масу коренів ($r = -0.73$). Отримані результати узгоджуються із даними інших дослідників [15].

Використання даних щодо схожості насіння, довжини кореня і проростка та їх сирі і сухої маси в якості показників для описання взаємозв'язку між кількістю діючої речовини в баковій суміші для передпосівної обробки і раннім ростом насіння має свої обмеження, оскільки на процес проростання можуть впливати

різноманітні взаємодії факторів, включаючи температуру, наявність води, кисню, світла, субстрату, зрілості насіння та фізіологічного віку насіння. Тому для порівняння відносної фітотоксичності у рослин було визначено індекс енергії проростків [16] (табл.3).

Передпосівна обробка насіння різнокомпонентними протруйниками впливала як на індекс сили проростків SVI, так і SVII. Найвищі значення обох індексів були зафіксовані для контрольного варіанту, оскільки в даному випадку ефект фітотоксичності відсутній. Серед досліджуваних препаратів найвищий індекс SVI було відмічено за обробки насіння Максим XL, а SVII – Ранкона I Міх. Тобто використання для передпосівної обробки насіння протруйника Максим XL збільшувало енергію росту рослин за рахунок лінійного приросту проростків і коренів, а Ранкона I Міх – за рахунок збільшення накопичення їх сухої маси. Найменші індекси енергії SVI та SVII було встановлено за використання препарату Кантаріс, що свідчить про значний фітотоксичний вплив даної обробки.

**Вплив передпосівної обробки насіння пшениці озимої
на індекс енергії проростків**

Варіант	SVI	SVII
Вода (К)	2054,36	2,12
Максим XL	1844,18	1,40
Іншур Перформ	1771,60	1,29
Ранкона І Міх	1760,40	1,69
Ламардор Про	1676,22	1,15
Кантаріс	907,50	0,77
Вайбранс Інтеграл	1631,42	1,26

У проведеному дослідженні індекси енергії SVI і SVII зменшувалися зі збільшенням кількості діючих речовин у складі протруйника – коефіцієнт кореляції становив -0,59 та -0,80 відповідно. Тобто досліджувані протруйники мали більший вплив на зміну сухої маси рослин пшениці озимої, ніж на довжину проростків і коренів.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Проведеними дослідженнями встановлено, що передпосівна обробка насіння пшениці озимої впливає як на величину його лабораторної схожості, так і на початковий ріст та розвиток проростка та корінців. За сукупною характеристикою впливу досліджуваних препаратів на посівні якості насіння було виділено Максим XL, який забезпечував надійний захист від збудників хвороб та активне формування проростка, довжина якого не значно поступалася контрольному варіанту (менше на 3,5%), а його сира та суха маса перевищували

контроль на 9 та 11% відповідно. Індекси енергії проростків за використання даного протруйника були на досить високому рівні (SVI=1844,18 та SVII=1,40) порівняно з контролем. Дещо поступалися за своєю ефективністю такі протруйники як Іншур Перформ, Ранкона І Міх та Вайбранс Інтеграл. Найбільш пригнічуючий вплив на посівні якості насіння мав препарат Кантаріс, за використання якого лабораторна схожість знижувалася на 28% (відн.), а довжина проростка та коріння – на 64 та 20% відповідно, порівняно з контролем. Індекси енергії проростків за даної обробки також були найнижчими. Однак, враховуючи той факт, що в умовах рулонного методу значно зростає фітотоксичність протруйників, виникає необхідність продовжити дослідження в польових умовах для більш об'єктивної оцінки їх впливу на польову схожість насіння та початковий ріст рослин пшениці озимої.

Список використаних джерел:

1. Байбакова Е.В., Нефедьева Е.Э., Белопухов С.Л. Исследование влияния современных протравителей на всхожесть и рост проростков зерновых культур. *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. 2016. Том 6. №3(18). С. 57-64.
2. Білоусова З.В. Оцінка адаптивного потенціалу сортів пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) в умовах Південного Степу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. №3(73). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.03.013>.
3. Калитка В.В., Кліпакова Ю.О., Золотухіна З.В. Вплив регулятора росту рослин та різнокомпонентних протруйників на проростання насіння пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.). *Науковий вісник НУБіП України. Серія: Агрономія*. 2016. № 235. С. 24-33.
4. Кліпакова Ю.О., Прісс О.П. Вплив передпосівної обробки насіння на осінньо-зимовий період вегетації рослин пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання»*. 2018. №1. С. 203-214.
5. Ламан Н.А., Будаї С.И., Барнатович О.Э. Проращивание мелких, плоских и долго прорастающих семян рулонным методом с использованием синтетической вентиляционной сетки. *Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь*. 2000. №4. С. 57-61.
6. Павлюк Н.Т., Шенцев Г.Д. Влияние протравителей на посевные качества семян зерновых культур. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2016. № 4. С. 21-25.
7. Перелік пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні К.: Юнівест Медіа, 2019. 592 с.
8. Солодушко М.М. Продуктивність озимих та ярих зернових колосових культур в Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. №4. С. 18-22.
9. Ярошенко С.С. Вплив протруйників насіння на продуктивність пшениці озимої. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. №2. С. 137-140.

10. Benderradji L., Kellou K., Ghadbane M., Salmi M., Saibi W., Benmahammed A., Brini F. Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on In Vitro Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Growth Parameters and Biological Control Mechanisms. *Advances in Microbiology*. 2016. №6(9). P. 677-690.
11. Bensoltan S., Youbi M., Djebbar H., Djebbar M.R. Effects of two systemic fungicides: Artea (Propiconazole+cyproconazole) and Punch (Flusilazole) on the physiology and the respiratory metabolism of durum wheat (*Triticum durum* L.). *Commun Agric Appl Biol Sci*. 2006. №71(3 Pt B). P. 1041-1048.
12. Berova M., Zlatev Z., Stoeva N. Effect of paclobutrazol on wheat seedlings under low temperature stress. *BULG. J. PLANT PHYSIOL*. 2002. №28(1-2). P. 75-84.
13. Horii A., McCue P., Shetty K. Enhancement of seed vigour following insecticide and phenolic elicitor treatment. *Bioresource Technology*. 2007. №98(3). P. 623-632.
14. James Larsen R., Duane E. Effects of a seed treatment with a neonicotinoid insecticide on germination and freezing tolerance of spring wheat seedlings. *Canadian Journal of Plant Science*. 2013. №93(3). P. 535-540.
15. Kubiak K. Effect of seed treatments containing fludioxonil, carboxin with thiram and tebuconazole on wheat growth in early development stages. *Progress in Plant Protection*. 2010. №50(4). P. 1801-1805.
16. Kumar B., Verma S., Ram G., Singh H. Temperature Relations for Seed Germination Potential and Seedling Vigor in Palmarosa (*Cymbopogon martinii*). *Journal of Crop Improvement*. 2012. №26(6). P. 791-801.
17. Marini N., Tunes L.M., Silva J.I., De Moraes D.M., Olivo F., Cantos A.A. Carboxim Tiram fungicide effect in wheat seeds physiological quality (*Triticum aestivum* L.). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 2011. №6(1). P. 17-22.
18. Munkvold G.P., O'Mara J.K. Laboratory and Growth Chamber Evaluation of Fungicidal Seed Treatments for Maize Seedling Blight Caused by Fusarium Species. *Published by The American Phytopathological Society Plant Disease*. 2002. №86(2). P. 143-150.
19. Rangwala T., Bafna A., Singh V. Effect of Presence of Fungicide on Growth Parameters of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seedlings. *Journal of Biological and Chemical Research*. 2013. №30(2). P. 529-536.
20. Sobolev I., Babichenko S. Application of the wavelet transform for feature extraction in the analysis of hyperspectral laser induced fluorescence data. *International Journal of Remote Sensing*. 2013. №34 (20). P. 7218-7235.
21. Windham M.T., Trigiano R.N., Windham A.S. *Plant Pathology: Concepts and Lab Exercises*. Taylor & Francis, 2004. P. 415-420.

З. В. Белоусова, В. А. Кенева, Ю. А. Клипакова. Посевное качество семян озимой пшеницы в зависимости от компонентного состава протравителей

Исследовано влияние разнокомпонентных протравителей на посевное качество семян озимой пшеницы. Установлено, что передпосевная обработка снижает лабораторную всхожесть семян. Статистическим анализом установлено заметное отрицательное корреляционное ($r = -0,63$) влияние количества действующих веществ в составе протравителя на длину проростка. Длина первичных корешков слабо зависела ($r = -0,17$) от компонентного состава протравителей. Наибольшее угнетающее влияние на посевные качества семян оказывал препарат Кантарис.

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая, разнокомпонентные протравители, передпосевная обработка, всхожесть, проростки, первичные корешки.

Z. Bilousova, V. Keneva, Yu. Klipakova. Sowing quality of winter wheat seeds depending on the component composition of protectants

The influence of multicomponent protectants on the sowing quality of winter wheat seeds was studied. It was found that the presowing treatment reduces laboratory germination of seeds. With the statistical analysis the significant negative correlation effect ($r = -0.63$) of the amount of active ingredients in the protectant composition on the length of the seedling was found. The radicle length ($r = -0,17$) was weakly dependent on the component composition of protectants. Kantaris had the greatest depressant effect on seed sowing qualities.

Keywords: soft winter wheat, multicomponent protectants, presowing treatment, germination, seedlings, radicles.



ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ РОКУ ТА СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ НА СПОЖИВАННЯ АЗОТУ ТА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

А. М. Звонар, аспірант

Науковий керівник: д.б.н. Мірошніченко М.М.

Національний науковий центр

«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

У статті досліджено вплив двох факторів на якість зерна пшениці озимої – особливостей сорту та погодних умов року. Досліджено відмінності надходження азоту до зерна пшениці озимої різних сортів. Виявлено більший вплив генетичних особливостей сорту пшениці озимої, ніж погодних умов на накопичення азоту в зерні пшениці. Підтверджено залежність високої якості зерна пшениці від посушливих погодних умов. Такі сорти, як Арктіс та Панонікус показали більш сталі показники вмісту азоту, тому зерно цих сортів найбільш кондиційне.

Ключові слова: вміст азоту, пшениця озима, сортові особливості, вміст білка, погодні умови.

Постановка проблеми. Урожайність кращих сучасних сортів пшениці в сприятливих умовах сягає 10-тонної позначки. Поряд з цим, поліпшення якості українського зерна залишається актуальною проблемою, оскільки майже половина валового збору пшениці в Україні належить до групи Б згідно з ДСТУ 3768:2010 [1]. Серед нормативних показників якості, що регламентуються цим державним стандартом, особливе значення мають вміст білка та клейковини, оскільки вони обумовлюються не технологічними особливостями збирання, очищення та зберігання зерна, а формуються ще на етапі вирощування рослин пшениці озимої. Найбільш впливовими чинниками накопичення білка та клейковини у зерні є погодні умови вегетаційного періоду, генетичні особливості вирощуваних сортів пшениці та рівень азотного живлення рослин.

Проблема якості зерна тісно пов'язана із сучасними кліматичними змінами, що значно впливають на перебіг формування врожаю. За останні 30 років вчені зафіксували перевищення норм середньо багаторічних температур до 9°C. За даними вчених Інституту водних проблем і меліорації НААН (2015), сучасна площа напіваридної та аридної частини степової зони України збільшилася на 13% порівняно з минулими десятиріччями. [2]. Якщо нічого не зміниться в кращу сторону, то через 30 років вся територія України ризикує стати степовою зоною.

Відомо, що вміст білка в зерні та вміст клейковини спадкоємні і значною мірою залежать від сорту культури [3]. До Державного реєстру

сортів рослин придатних до поширення в Україні внесено майже 10000 сортів, з них сорти вітчизняної селекції становлять менше 50 відсотків, а темпи сортозаміни по головним культурам перевищують 85-90 відсотків [4]. Отже, в Україні вирощують багато сортів пшениці закордонної селекції, які не завжди добре адаптовані до наших умов, насамперед ті, що виведені в країнах з більш вологим кліматом (Німеччина, Канада тощо). Вирощування таких сортів у зоні ризикованого землеробства вимагає особливої технології, у першу чергу щодо мінерального живлення, оскільки за посушливих умов ефективність споживання азоту ґрунту та добрив різко зменшується [5]. На жаль, у літературі майже немає інформації щодо особливостей удобрення або відмінностей мінерального живлення нових іноземних сортів за більш посушливих умов зростання, і як це впливає на якість зерна.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Селекція пшениці озимої останніми десятиріччями була спрямована на підвищення врожайності, що не завжди супроводжується підвищенням якості її зерна. Однією з причин цього є те, що одночасний добір генотипів на продуктивність, якість та стійкість до біотичних і абіотичних чинників виявився складним завданням через наявні між ними зворотні кореляційні залежності. У технологічному відношенні підвищенню якості та продуктивності зерна пшениці озимої можна сприяти підбором адаптивних до місцевих умов сортів з відповідною системою удобрення [6-8].

Відомо, що врожайність і якість зернової продукції сильно негативно корелюють. Чи буде підвищуватися врожайність або вміст білка більшою мірою залежить від погодних умов під час різних етапів розвитку озимої пшениці (Йоханссон і ін. 2003) [9-10]. Зокрема, на формування білково-клейковинного комплексу зернівок пшениці значно впливають нерегульовані фактори – погодні умови у період наливу та дозрівання зерна, кількість опадів, температури та вологості повітря, інтенсивності сонячної радіації. Результати досліджень, які проводили в Литовському інституті сільського господарства, показали помітний вплив кліматично різних років на врожайність та якість сортів озимої пшениці (вміст білка та клейковини, якість клейковини). Коли умови вирощування були досить сухими та теплими (2006), порівняно з багаторічним середнім урожаєм, урожай зерна був найбіднішим, але якість зерна була найкращою, а зерно більшості сортів озимої пшениці відповідало вимогам стандартів [11].

Встановлено, що в роки з високою температурою повітря та дефіцитом опадів білковість зерна пшениці підвищується через скорочення тривалості вегетаційного періоду та активізації переміщення пластичних, особливо азотистих, речовин у зерно [12]. Цей інтенсивний відтік азоту з вегетативних частин є наслідком руйнування білків цитоплазми. Високі температури призводять до зниження вологості ґрунту, а дефіцит води прискорює старіння листків, що зменшує асиміляцію вуглеводів та підсилює гідроліз білка в рослинах і сприяє відтоку продуктів гідролізу в зерно. Разом з тим, за надто високих денних температур (понад 30 °C) у поєднанні з суховіями і низькою вологістю ґрунту, якість зерна погіршується і формується щупле низьконатурне зерно [13]. Така ситуація спостерігалася у більшості областей України у 2019 році.

За оцінкою Г. П. Жемели, сприятливою для надходження пластичних речовин в зерно можна вважати помірну вологу (40-60 мм опадів на місяць) і досить теплу (16-22°C) погоду, проте найбільший приріст зерна спостерігається за денних температур 22-24 °C і тривалості сонячного сяяння 10-12 годин на добу [12]. Такі умови оптимальні також для накопичення білка і клейковини в зерні.

Не менш важливим для регулювання накопичення білка є збалансоване мінеральне живлення. У польовому експерименті, проведеному в Польщі, було виявлено вплив мінеральних добрив на збільшення вмісту білка і глютену в порівнянні з контрольними об'єктами [14]. Статистично значимі зв'язки були виявлені між вмістом в листках N, P, Mg, Zn і Mn у фазу розвитку ВВСН 31 і накопиченням в листі на початку стадії подовження стебла. Особливо важливе значення має

підживлення озимої пшениці після цвітіння азотом, що може підвищувати вміст білка без зниження врожайності [19-20].

За оптимізації живлення послаблюється негативний вплив погодно-кліматичних коливань на ріст і розвиток пшениці озимої та посилюється генетична спроможність нових сортів формувати краще за якістю зерно. Гамаюновою В. В. та ін. порівняно вміст клейковини та білка в зерні двох сортів пшениці озимої та виявлено помітне зростання цих показників від внесення мінеральних добрив на 10% [15]. Важливе значення має збалансованість удобрення, оскільки високе накопичення азоту негативно позначається на споживанні інших елементів живлення, особливо калію [16]. У свою чергу, нестача калію значно знижує стійкість рослин до посухи, що особливо помітно для генетично більш толерантних сортів, як експериментально доведено J. Wei et al [17]. Дослідження Yan Deng et al. доводять також наявність генотипової специфіки споживання фосфору у різних сортів пшениці озимої на морфологічному, фізіологічному та молекулярному рівні [18].

Таким чином, якщо загальні закономірності формування якості зерна пшениці озимої за різних погодних умов досліджені добре, то відомостей щодо реакції окремих сортів майже немає. Немає також і загальноприйнятої методики вивчення особливостей живлення різних сортів пшениці та врахування впливу на нього погодно-кліматичних умов. Через це сортова агротехніка вирощування пшениці озимої відносно удобрення та управління якістю зерна до цього часу залишається недостатньо опрацьованою.

Мета досліджень: вивчення особливостей споживання азоту рослинами пшениці озимої та формування показників якості зерна залежно від сорту і погодних умов зростання.

Методика та об'єкти дослідження. Досліджено 4 сорти пшениці озимої закордонної селекції – Арктик, Матрікс (Deutsche Saatveredelung AG, Німеччина), Панонікус (Saatzucht Donau, Австрія), Бодічек (RAGT Semences, Чехія). Усі сорти характеризуються високим потенціалом продуктивності, мають високу зимостійкість, добру стійкість до хвороб. Сорт Матрікс також відзначається як жаростійкий та адаптивний до будь-яких умов.

Дослідження проводили впродовж чотирьох років поспіль на двох об'єктах сортопробування у лісостеповій зоні України. Зокрема, у 2016-2017 рр. вищезазначені сорти пшениці озимої досліджували на демонстраційно-дослідному полі НВФ «Урожай» (Черкаській області, Корсунь-Шевченківський район), де ґрунтовий покрив складають темно-сірі опідзолені ґрунти на лесі. Перший рік попередником пшениці був озимий ріпак, на другий рік – соя. Фоновим внесенням для

всіх сортів пшениці озимої у 2016 р було $N_{77} P_{13} K_{13}$, у 2017 році N_{101} .

У зв'язку з сильною посухою восени 2017 р., яка унеможливила посів озимих культур, подальші дослідження у 2018-2019 роках проводили на дослідному полі «ДГ «Елітне» Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН України, що знаходиться в Харківському районі, п/в Зернове, село Елітне. Ґрунт під дослідом – чорнозем типовий середньо-гумусний на лесовидному суглинку. Розміщення ділянок з різними сортами пшениці озимої рендомізоване, розміром $1,25 \times 2,4$ м кожна. Пшеницю вирощували після чорного пару, під який було внесено гній нормою 25 т/га. Навесні по мерзло-талому ґрунті пшеницю підживлювали аміачною селітрою в дозі N_{30} .

Рівень забезпечення ґрунтів рухомими сполуками основних елементів живлення на об'єктах досліджень визначали у фазу кушіння. Вміст мінерального азоту визначали за ДСТУ 4729:2007 [21], вміст рухомого фосфору та калію за методом Чирикова – згідно з ДСТУ 4115 [22].

Спостереження за динамікою надходження азоту в рослини розпочинали після відновлення весняної вегетації і проводили за такими макростадіями розвитку: кушіння (ВВСН 21-29), вихід в трубку (ВВСН 30-40), цвітіння (ВВСН 61-69). Для цього зрізали надземну частину не менше ніж 20 рослин на висоті 4-5 см над рівнем поверхні, у триразовій повторюваності. Вміст азоту у рослинному матеріалі визначали методом мокрого озолення за МВВ 31-497058-019-2005 [23], із аналітичним закінченням на спектрофотометрі

СПЕКОЛ-21. Аналітична повторюваність вимірювань 2-разова.

Облік урожаю проводили за методом пробних снопів з площі 1 м^2 (1×1 м) у триразовій повторності. Обмолот пшениці проводили вручну у лабораторних умовах. Вміст сирової клейковини та білка в зерні визначали після його розмелювання на лабораторному млині, за методом інфрачервоної спектрометрії на аналізаторі Спектран-119. Поряд з цим, вміст білка у зерні визначали за даними аналітичного вимірювання вмісту азоту за вищезгаданим методом мокрого озолення, з подальшим перерахунком за коефіцієнтом 5,7 згідно з рекомендаціями [24]. Для оцінки якості зерна пшениці озимої за показниками вмісту білка та клейковини застосовували нормативи ДСТУ 3768:2010 [1].

Статистичну обробку одержаних експериментальних даних проводили за допомогою дисперсійного та регресійного аналізу в програмі Statistica 10.

Результати досліджень та їх обговорення. Проведення досліджень впродовж чотирьох років дозволяють у певній мірі відстежити особливості споживання азоту рослинами, формування врожаю та його якості, спричинені погодними умовами на період вирощування пшениці озимої. Вихідними даними для цього можуть слугувати результати спостережень найближчих метеостанцій: агрометеорологічної станції Миронівка для демонстраційно-дослідного поля НВФ «Урожай» та метеопоста ХНАУ ім. В. В. Докучаєва – для дослідного поля ДП «ДГ «Елітне» (табл. 1).

Таблиця 1

Метеорологічні умови на об'єктах досліджень
(t° – середня температура повітря, RR – кількість опадів)

Місяці	Демо-поля НВФ «Урожай»				ДП «ДГ» «Елітне»				Середньо багаторічні ДП «ДГ» «Елітне»		Середньо багаторічні НВФ «Урожай»	
	2015-2016 рр.		2016-2017 рр.		2017-2018 рр.		2018-2019 рр.					
	t°C	RR, мм	t°C	RR, мм	t°C	RR, мм	t°C	RR, мм	t°C	RR, мм	t°C	RR, мм
(IX)	18,2	44	15,7	2,2	17,7	25,7	18,9	35,5	14,5	43,5	14,5	38
(X)	7,1	27	6,9	73	8,5	44,3	11,4	19,1	7,5	39,2	8,5	30
(XI)	4,7	46	1,4	44	2,1	60,5	-1,8	20,8	0,6	43	2,1	43
(XII)	1,8	19	-1,8	31	2,4	62,9	-3,5	76,5	-3,7	43,5	-2,1	49
(I)	-5,8	71	-5,3	33	-3,8	48	-5,1	49,8	-6,5	38,3	-5,2	39
(II)	2,4	51	-2,6	33	-3,6	37	-5,6	35,9	-5,8	30,5	-4,5	39
(III)	4,2	36	6	12	3,4	109,3	4,2	7,9	-0,3	28,3	0,2	33
(IV)	12,4	55	10,5	43	12,4	12,9	11,5	44,5	9,6	35,5	8,8	42
(V)	15	91	15,4	23	19,9	15,9	18,4	43,4	16,1	43,7	15,5	45
(VI)	20,1	68	20,6	22	21,6	43,5	24,8	15,2	20,2	63,3	19,1	75
(VII)	22,1	19	20,9	102	23	28,7	21,4	38,8	21,4	71,7	20,7	83
(VIII)	21,2	37	22,4	20	24,6	-	21,2	-	20,6	46,9	19,8	56
Середнє за IX-VIII	10,3	-	9,2	-	10,7	-	8,6	-	7,9	-	8,1	-
Сума за IX-VIII	-	564	-	438,2	-	488,7	-	387,4	-	527,4	-	572
Середнє за III-VII	14,8	-	14,7	-	16,1	-	16,1	-	13,4	-	12,9	-
Сума за III-VII	-	269	-	202	-	210,3	-	149,8	-	242,5	-	278

Порівняння результатів цих метеоспостережень із середніми багаторічними даними показує, що за період досліджень тільки умови вирощування пшениці озимої в Черкаській області в 2016 році можна охарактеризувати як добре зволожені, адже сума опадів як за весь вегетаційний період, так і за період з відновлення весняної вегетації до збирання врожаю була лише на 2% меншою за середньобагаторічні дані по цій області. В наступному році кількість опадів зменшилася – на 16-17 %.

В умовах Харківської області кількість опадів значно відрізнялася за статистичними даними: у 2018 – на 7-13 %, а у 2019 – на 26-38 %. При цьому слід узяти до уваги, що середня температура повітря в усі роки досліджень перевищувала середні багаторічні показники. Для періоду вересень-серпень перевищення температури

складало від 0,7°C до 2,8°C, для періоду березень-липень – від 1,3°C до 2,7°C.

Окрім того, впродовж досліджуваного періоду спостерігалися тимчасові аномалії гідротермічного режиму, як-то: дуже вологий квітень-травень у 2016, посушливий травень-червень у 2017, квітень-липень у 2018 та червень-липень у 2019 році. Вищезазначені особливості погодних умов дають підстави як для виділення загальних рис кожного з досліджених сортів щодо формування якості зерна, так і для аналізу їхнього відгуку на посуху в той чи інший період розвитку рослин.

При цьому ми брали до уваги, що на об'єктах досліджень забезпеченість ґрунтів доступними формами елементів живлення була дещо різною (табл. 2). Насамперед це стосується азоту через більш високі норми внесення азотних добрив на демонстраційно-дослідному полі НВФ «Урожай».

Таблиця 2

Агрохімічна характеристика ґрунтів на досліджуваних об'єктах сортовипробування

Об'єкти досліджень	Вміст рухомих сполук NPK (мг/кг) та оцінка забезпеченості ними ґрунту (у дужках)		
	мінеральний азот	рухомий фосфор	рухомий калій
НВФ «Урожай»	24,5 (середній)	124 (підвищений)	124 (високий)
ДП «ДГ «Елітне»	8,2 (низький)	126 (підвищений)	162 (високий)

Умови вегетації пшениці озимої у 2016 році можна охарактеризувати як теплі, достатньо зволожені та дуже сприятливі для нарощування вегетативної маси пшениці. Зокрема, навесні опадів випало на 74,5 мм більше норми, за середньодобової температури вищої за норму на

2,3°C. Тому за таких умов ми спостерігаємо урожай пшениці від 6,32 до 11,89 т/га (табл. 3), але замалий вміст білка від 11,8 до 14,4% і клейковини від 17,8 до 24,65 % залежно від сорту (табл. 4).

Таблиця 3

Урожайність пшениці озимої різних сортів у 2016-2019 рр

Сорти	Урожайність зерна (1) і соломи (2) пшениці озимої за роками, т/га					
	2016 р.		2017 р.		2019 р.	
	1	2	1	2	1	2
Матрікс	6,32	15,68	3,85	9,91	5,92	13,08
Панонікус	8,00	10,20	3,87	8,69	8,00	13,00
Бодічек	8,48	10,92	3,39	6,57	9,20	9,40
Арктіс	11,89	12,16	3,50	9,84	6,12	14,28
Середнє	8,67	12,2	3,65	8,75	7,31	12,44

Таблиця 4

Вміст клейковини та білка у зерні пшениці озимої різних сортів у 2016-2019 рр.

Сорти	Вміст клейковини (1) та білка (2) в абсолютно сухій речовині зерна пшениці озимої за роками, %							
	2016 р.		2017 р.		2018 р.		2019 р.	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Матрікс	17,8	11,8	21,6	13,9	17,5	13,1	23,6	15,6
Панонікус	24,6	14,4	24,8	15,2	23,5	14,8	26,1	15,7
Бодічек	19,1	13,1	23,1	13,7	21,4	14,1	20,8	13,2
Арктіс	21,9	13,1	27,5	15,7	21,9	15,0	27,2	16,4
Середнє	20,8	13,1	24,2	14,6	21,1	14,2	24,4	15,2

Впродовж вегетації 2017 року відмічалася менша кількість опадів за середньо багаторічну на 89,2 мм, а середньодобова температура була вищою на 1,3°C. Особливо посушливим періодом цього року був травень-червень. Як відомо, для формування високобілкового зерна необхідні оптимальні температури повітря в середньому – 18-22°C у міжфазний період цвітіння - стиглість зерна [18]. На відміну від цього, у травні-червні 2017 року випало опадів на 50% менше опадів за середньо багаторічні дані. Такі погодні умови року сприяли більшому накопиченню білка у зерні, особливо у сортів Панонікус та Арктіс – 15,2 та 15,7%. Однак урожайність за таких погодних умов була значно гіршою за попередній рік: від 3,39 до 3,87 т/га.

На одержання високоякісного хліба впливає такий показник, як клейковина. У наших дослідженнях встановлено, що відсоток клейковини також є сортовою ознакою і залежить від генотипових особливостей сорту. Зокрема, у 2016 році різниця між кращим сортом за цією ознакою (Панонікус) і гіршим (Матрікс) досягла 6,8%. Що ж до 2017 року, то Панонікус займав друге місце 24,8% на відміну від сорту Арктіс – 27,5% за вмістом клейковини. Тобто, Арктіс за посушливих умов проявив себе краще. Сорт Матрікс, знову ж таки, був найгіршим серед досліджуваних сортів (21,6% клейковини).

Умови 2018-2019 років дослідження, які були проведені на дослідному полі «Елітне» також були контрастними. За весь вегетаційний період 2019 року опадів випало на 140 мм менше за середньо багаторічні показники, температура повітря відрізнялася на 1°C. За весняно-літній період випало 150 мм опадів, що на 60 мм менше за попередній. Але слід відмітити, що період

цвітіння пшениці озимої (квітень-травень) 2019 року порівняно з 2018 роком, то посушливішим він був у 2018 році – 28,8 мм; на відміну від 2019 – 87,9 мм. Вміст білка у 2018 році варіював в межах 13,1-15 %, а у 2019 році між 13,2 і 16,4 %. Найкращим за якістю зерна у 2019 році виявився сорт Арктіс – 16,4% білка та 27,2% клейковини, що відповідає 1 класу якості зерна. Найменший вміст клейковини та білка мав сорт Бодічек.

Отже, за посушливих умов року, які є сприятливими для утворення білка та клейковини, добре себе проявив сорт Арктіс, а за помірної температури та зволоженості – Панонікус. Сорти Матрікс та Бодічек мали гірші показники якості за всі 4 роки, але також простежувалася тенденція до зростання у посушливіших умовах.

На формування якості продукції зернових культур впливає комплекс факторів, але погодні умови їх корегують. За оцінкою науковців Харківського національного технічного університету сільського господарства [25], коливання вмісту азоту в зерні пшениці під впливом кліматичних змін є найбільшими (15 %), аніж під дією інших факторів, а саме: ґрунту – 10%, сорту – 6%, добрив – 5%, агротехнічних заходів 3,3%. У наших дослідженнях найбільше варіювання вмісту білка в зерні пшениці озимої також обумовлене погодними умовами року. Суттєва контрастність погодних умов за роки досліджень значно впливала на процес формування якості зерна пшениці озимої. Дані накопичення азоту в надземній частині пшениці відображають цю специфіку окремих років, адже відомо, що білковість зерна залежить як від генотипних особливостей, так і від забезпеченості рослин азотом (табл. 5).

Таблиця 5

Накопичення азоту в надземній масі пшениці озимої в період відновлення вегетації (2016-2019 рр.), %

Сорти	Середній вміст азоту у надземній частині рослин за роками та фазами розвитку, %										
	2016 р.			2017 р.			2018 р.		2019 р.		
	фенологічні фази розвитку за шкалою ВВСН										
	23-29	29-41	61-69	23-29	29-41	61-69	23-29	61-69	23-29	29-41	61-69
Матрікс	4,13	3,41	1,46	5,45	3,19	0,95	4,13	1,65	3,26	2,84	1,74
Панонікус	4,65	3,08	1,23	5,25	2,78	0,91	3,97	1,44	4,37	3,03	1,89
Бодічек	4,47	2,73	1,68	5,29	2,58	1,29	3,73	1,47	4,14	2,98	1,13
Арктіс	3,95	3,76	2,09	5,70	3,68	1,08	3,94	1,54	4,21	3,11	1,40
Середнє	4,30	3,24	1,62	5,42	3,06	1,06	3,94	1,52	4,00	2,99	1,54

Зокрема, за сприятливих погодних умов 2016 року зменшення концентрації азоту в тканинах від фази кушіння до фази цвітіння унаслідок так званого «ростового розбавлення» (“dilution effect”). Інтенсивність цього зменшення, яка є

важливою діагностичною ознакою ефективності споживання азоту рослинами, була найбільшою для сорту Панонікус (в 3,8 рази) та найменшою – для сорту Арктіс (в 1,9 рази). Як результат, пшениця сорту Арктіс сформувала найбільший

врожай зерна, оскільки запаси азоту в тканинах на час цвітіння були найвищими в цьому сорті.

Під час відновлення вегетації у 2017 році нарощування вегетативної маси стримувалося недостатніми запасами вологи у верхньому шарі ґрунту, через що уповільнювалося ростове розбавлення азоту і його вміст у тканинах був вищим, ніж у всі інші роки. Однак від фази виходу в трубку до фази цвітіння концентрація азоту зменшилася більш ніж в п'ять разів. На нашу думку, таке різке падіння свідчить про критичну нестачу азоту, що стало однією з причин значного недобору врожаю. При цьому відмінності між досліджуваними сортами були набагато меншими, як за вмістом азоту, так і за врожайністю та вмістом білка.

Інтенсивність зменшення концентрації азоту в тканинах від кущіння до цвітіння у 2018 році складала в 2,5-2,7 разів. Великих розбіжностей між сортами, що на початку вегетації, що

наприкінці – не спостерігалось. На відміну від цього, за погодних умов 2019 року, коли посушливий період припав на цвітіння та досягання зерна, різниця між сортами значно збільшилася. Сорт Бодічек, який мав найнижчий показник азоту на стадії ВВСН 61-69, показав найменшу врожайність.

Якщо рослини добре забезпечені цим елементом в пізні фази розвитку (цвітіння — молочна стиглість), то відтік азотистих речовин із вегетативних органів зменшується і більша частина білка в зерні синтезується внаслідок поглинання азоту в період наливу зерна [31]. З даних таблиці 6 видно, що вміст азоту в зерні пшениці озимої варіював залежно від сорту та від умов року зростання. Найбільше азоту містило зерно сорту Арктіс – від 2,31 до 2,63% (залежно від року вирощування) та Панонікус – від 2,48 до 2,64%. Меншим вмістом азоту у зерні відмічалися сорти Матрікс та Бодічек.

Таблиця 6

Вміст азоту в зерні пшениці озимої за даними хімічного аналізу та інфрачервоної спектроскопії (2016-2019 рр.)

Сорти	Вміст азоту в зерні пшениці озимої за даними інфрачервоної спектроскопії (над рискою) та хімічного аналізу (під рискою), %							
	2016 р.		2017 р.		2018 р.		2019 р.	
	дані вимірювань	середнє	дані вимірювань	середнє	дані вимірювань	середнє	дані вимірювань	середнє
Матрікс	2,07 2,05	2,06	2,44 2,21	2,33	2,30 2,03	2,18	2,74 1,80	2,27
Панонікус	2,53 2,49	2,51	2,67 2,61	2,64	2,60 2,24	2,48	2,75 2,32	2,54
Бодічек	2,30 2,06	2,18	2,40 2,11	2,25	2,47 2,02	2,25	2,32 1,55	1,93
Арктіс	2,30 2,32	2,31	2,75 2,36	2,55	2,63 2,33	2,48	2,88 2,58	2,63

Відповідно до задач нашого дослідження, інформацію щодо вмісту азоту у зерні пшениці отримували за допомогою як традиційного хімічного аналізу, так і безконтактним методом інфрачервоної спектроскопії. Встановлено, що між цими даними інколи є значні розбіжності, унаслідок цього коефіцієнт парної кореляції складає лише 0,49. Однак, ми вважаємо, що більш точним є хімічний метод, тому що саме за ним відбувається калібрування інфрачервоного аналізатора.

Для загальної характеристики впливу на вміст азоту в зерні сортових особливостей було проведено статистичне оцінювання варіювання за

допомогою дисперсійного аналізу. Оскільки кожного року досліджувані сорти вирощувалися за однакових ґрунтово-кліматичних умов та технологій, то коефіцієнт варіації вмісту азоту в зерні кожного сорту за період досліджень вказує на чутливість якості зерна пшениці цього сорту до погодних умов вирощування. Дані таблиці 7 показують, що середній вміст азоту в зерні найбільшим був у Арктіса та Панонікуса (2,40 та 2,42 %) за найменшого коефіцієнту варіації – 5,1 та 6,9 % відповідно. На нашу думку, це свідчить про те, що ці сорти менше реагують на погодні умови. Бодічек виявився найменш пластичним сортом, адже коефіцієнт варіації становив 13,4 %.

Таблиця 7

**Статистична оцінка варіабельності вмісту азоту в зерні пшениці озимої
різних сортів залежно від сортових ознак**

Сорти	Статистичні характеристики вмісту N в зерні			
	Середнє значення, %	Стандартна помилка середньої, %	Стандартне відхилення, %	Коефіцієнт варіації, %
Матрікс	2,02	0,08	0,17	8,3
Панонікус	2,42	0,08	0,17	6,9
Бодічек	1,94	0,13	0,26	13,4
Арктіс	2,40	0,06	0,12	5,1

Не менш важливим статистичним інструментом оцінювання впливу досліджених факторів є коефіцієнт кореляції. Кореляційний аналіз взаємозв'язку вмісту азоту за стадіями розвитку рослин пшениці з вмістом білка в кінцевій продукції показує, що найбільш важливою у даному відношенні є фаза виходу в трубку, коли коефіцієнти кореляції є найвищими (табл. 8). Разом з тим, абсолютна величина цих коефіцієнтів, яка не перевищує 0,50, вказує, що тільки 25 % варіювання

вмісту білка у зерні обумовлена показником накопичення азоту в надземній частині в період від куціння до цвітіння. У більш пізні етапи розвитку важливим чинником є умови, що сприятимуть ремобілізації азоту з вегетативної частини до зернівки, що формується. Зокрема, у 2019 році через високі температури повітря та посуху на етапі досягання зерна ремобілізація відбулася не повністю, на що вказують коефіцієнти кореляції вмісту білка із вмістом азоту у зерні та соломі.

Таблиця 8

**Кореляція вмісту білка у зерні та вмісту азоту в надземній масі пшениці
у різні фази розвитку рослин**

Об'єкти досліджень	Роки досліджень	Коефіцієнт кореляції вмісту білка у зерні та вмісту азоту в надземній масі пшениці				
		фази розвитку			достигання	
		кущіння	вихід в трубку	цвітіння		
					зерно	солома
НВФ «Урожай»	2016	0,21	0,27	0,20	0,55	0,35
	2017	0,09	0,45	-0,09	0,71	0,06
ДП «ДГ «Елітне»	2018	-	0,40	0,17	0,29	-0,11
	2019	0,20	0,44	0,50	0,67	0,52

Таким чином, при вирощуванні пшениці озимої з метою отримання високоякісного зерна пшениці озимої ми повинні враховувати, що закладені генотипові якісні ознаки можуть проявлятися залежно від умов вегетації. Також важливим є своєчасне забезпечення азотом надземної маси цієї рослини.

Перевіривши сталість взаємозв'язків вмісту білка в зерні пшениці озимої від вмісту в ній азоту ми зробили висновок, що зерно високої якості ми отримаємо, коли рослина буде добре забезпечена азотом в більш пізні фази розвитку. Посушливі погодні умови можуть посприяти або перешкодити ремобілізації азоту до зернівки, адже через надмірну температуру при досягненні зерна формується щупле низьконатуральне зерно.

Висновки. Досліджені у 2016-2019 рр. сорти пшениці озимої закордонної селекції Арктіс, Матрікс (Deutsche Saatveredelung AG, Німеччина), Панонікус (Saatzucht Donau, Австрія), Бодічек

(RAGT Semences, Чехія) виявили неоднакову здатність до формування якісного зерна за несприятливих погодних умов в період з відновлення весняної вегетації до збирання врожаю. За посушливих умов року найвищий вміст білка у зерні давав сорт Арктіс, а за помірної температури та зволоженості – сорт Панонікус. Сорти Матрікс та Бодічек мали гірші показники якості за весь період спостережень, причому пшениця останнього сорту найбільше постраждала за посухи в період від цвітіння до збирання врожаю у 2019 році.

Вміст азоту в надземній частині пшениці досліджених сортів неоднаково змінювався за різних погодних умов вегетації. Найбільші відмінності між сортами спостерігалися за сприятливих гідротермічних умов 2016 року, найменші – за посушливих умов. При цьому, тільки 25% варіювання вмісту білка у зерні обумовлено показником накопичення азоту в надземній частині в період від куціння до цвітіння.

За 4 роки досліджень середній вміст азоту в зерні найбільшим був у сортів Арктіс та Панонікус за найменшої варіабельності цієї ознаки. Варіабельність вмісту азоту в зерні пшениці сорту Бодічек була найбільшою серед досліджуваних сортів.

Список використаних джерел:

1. ДСТУ 3768-2010 Пшениця. Технічні умови [Чинний від 01.04.2010 року] Київ, 2010
2. Ромашенко М.І., Тараріко Ю.О., Шатковський А.П., Сайдак Р.В., Сорока Ю.В. Наукові засади розвитку землеробства у зоні Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 10. С. 5-9
3. Починок В.М., Радченко О.М. Сучасний стан досліджень запасних білків пшениці. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2011. Т. 43. № 3. С. 255-266
4. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні станом на 2019 р. URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>.
5. Шевченко О.І., Турченко Л. О. Стабільність якості зерна: Фактор погодних особливостей чи невідповідність технологій. *Науково-технічний бюлетень Миронівського інституту пшениці*. 2008. Вип.8. С. 371–387.
6. Бараболя О. В. Вплив агроєкологічних факторів на урожайність та якість зерна пшениці твердої ярої в лівобережній лісостеповій зволоженій підзоні : дис. канд. с.-г. наук : 06.01.09 / Полтава, 2008. 198 с
7. Попов С. І., Панченко І. А., Полеско Ю. А., Юрченко П.Х. Якість зерна сортів ярої пшениці селекції ІР ім. В.Я. Юр'єва у зв'язку з азотним, фосфорним та калійним живленням ґрунту. *Вісник ХДАУ*. Х. 2000 Т. 2 С. 118-124.
8. Залежність урожаю та якості зерна ярої твердої пшениці від вмісту в ґрунті поживних речовин / С. І. Попов та ін. *Селекція і насінництво*. Харків: ІР ім. В.Я. Юр'єва, 2000. Вип. 84. С. 84–92.
9. Erekul O., Kohn W. 2006. Effect of weather and soil conditions on yield components and bread-making quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter triticale (*Triticosecale* Wittm.) varieties in north-east Germany. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 192(6): 452-464.
10. Johansson E.. Effect of two wheat genotypes and Swedish environment on falling number, amylase activities, and protein concentration and composition *Euphytica*. 2002.
11. Cesevičienė J., Leistrumaitė A. and Paplauskienė V. Grain yield and quality of winter wheat varieties in organic agriculture *Agronomy Research* 7(Special issue I), 217. 223. 2009.
12. Жемела Г.П. Заходи з поліпшення якості зерна: Науково-виробничий посібник українського хлібороба. Харків: Академпрес, 2009.С. 31-37.
13. Нетіс І.Т. Пшениця озима на півдні України: монографія. Херсон: Олді-плюс, 2011. 460 с.
14. Gaj R., Górski D., Przybył J. The effect of differentiated phosphorus and potassium fertilization on winter wheat yield and quality. *Journal of Elementology*. 2013; 18(1): 55-67. doi:10.5601/jelem.2013.18.1.04
15. Гамаюнова В., Смірнова І, Литовченко А. Збільшення зерновиробництва на півдні Степу України за зміни клімату. *Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату: зб. наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конференції Кам'янець – Подільський, 2017. с 63-67.*
16. Hamnér K., Weih M., Eriksson J., Kirchmann H. Influence of nitrogen supply on macro- and micronutrient accumulation during growth of winter wheat. *Field Crops Research*. 2017; 213: 118-129 DOI: 10.1016/j.fcr.2017.08.002
17. Wei J, Li C, Li Y, Jiang G, Cheng G, et al. (2013) Effects of External Potassium (K) Supply on Drought Tolerances of Two Contrasting Winter. Wheat Cultivars. *PLoS ONE* 8(7): e69737. DOI:10.1371/journal.pone.0069737
18. Deng Y, Teng W, Tong Y-P, Chen X-P and Zou C-Q (2018) Phosphorus Efficiency Mechanisms of Two Wheat Cultivars as Affected by a Range of Phosphorus Levels in the Field. *Front. Plant Sci*. 9:1614. DOI: 10.3389/fpls.2018.01614
19. Gyuga P., Demagante A.L., Paulsen G.M. Photosynthesis and grain growth of wheat under extreme nitrogen nutrition regimes during maturation. *J. Plant Nutr*. 2002. 25, N 6. P. 12811290.
20. Balla Krisztina, Raks zegi Mariann, Zhongy Li, Békés Ferenc, Benc ze1Szilvia and Ottó Veisz. Quality of Winter Wheat in Relation to Heat and Drought Shock after Anthesis *Czech J. Food Sci*. Vol. 29, 2011, No. 2: 117–128
21. ДСТУ 4729:2007. Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського. [Чинний від 2008–01–01]. Київ, 2008. 14 с
22. ДСТУ 4115-2002. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003-01-01]. Київ, 2002. 9 с.
23. Скрильник Є. В., Розумна Р. А. МВВ 31–497058–019–2005 Рослини. Визначення загальних форм азоту, фосфору, калію в одній наважці рослинного матеріалу: Методики визначення складу та властивостей ґрунтів. Харків, 2005. Кн. 2. С. 189–208.
24. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення якості продукції рослинництва. Затв. Наказом Мінагрополітики України від 12.12.2016 р. № 540. Київ: Український інститут експертизи сортів рослин, 2016. 158 с.
25. Урожайність і якість зерна озимої пшениці в залежності від основних факторів / Солошенко О. В., Харченко С. О., Кочетова С. І., Безпалько В. В.. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2014. Вип. 152. С. 120-128.

А. М. Звонарь. Влияние погодных условий года и сортовых особенностей на потребление азота и формирование качества зерна пшеницы озимой

В статье освещены результаты исследования влияния двух факторов на качество зерна озимой пшеницы – особенностей сорта и погодных условий года. Исследованы сортовые различия поступления азота в зерно озимой пшеницы. Выявлено большее влияние генетических особенностей сорта пшеницы озимой, чем погодных условий на накопление азота в зерне пшеницы. Подтверждена зависимость высокого качества зерна пшеницы от засушливых погодных условий. Такие сорта как Арктис и Паноникус показали более устойчивые показатели содержания азота, поэтому зерно этих сортов наиболее кондиционное.

Ключевые слова: содержание азота, пшеница озимая, сортовые особенности, содержание белка, погодные условия.

A. M. Zvonar. Influence of weather conditions of the year and variety features on nitrogen consumption and formation of winter wheat grain quality

The article discusses the influence of two factors on the quality of winter wheat grain - the characteristics of the variety and weather conditions of the year. Varietal differences in the nitrogen supply to winter wheat grains were studied. A greater influence of the genetic characteristics of winter wheat varieties than weather conditions on the accumulation of nitrogen in wheat grain was revealed. The dependence of high quality wheat grain on arid weather conditions were confirmed. Varieties such as Arctis and Panonicus have shown more stable indicators of nitrogen content, so the grain of these varieties is the most conditioned.

Keywords: nitrogen content, winter wheat, varietal features, protein content, weather conditions.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

ЕНТОМОФАУНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В.С. Медвідь, здобувач

ORCID ID:0000-0002-2982-8915

Уманський національний університет садівництва

Досліджено ентомофауну пшениці озимої у Правобережному Лісостепу України в період весняно-літньої вегетації 2017–2019 рр., яка складалася з 46 видів з 8 рядів комах. Серед фітофагів пшениці озимої визначено 32 види з 17 родин. Показано найбільше різноманіття ряду Coleoptera. Проаналізовано видовий склад ентомокомплексу кожного року, визначено частоту трапляння видів. Встановлено, що впродовж трьох років досліджень в агроценозі пшениці найчастіше траплялися лише три види: *Haplothrips tritici* Kurd., *Sitobion avenae* F. та *Eurygaster integriceps* Put.

Ключові слова: ентомофауна, видовий склад, пшениця озима, фітофаги, ентомофаги.

Постановка проблеми. Поступові глобальні кліматичні зміни не минають осторонь і Україну. Змінюються умови вирощування основних культур. Нерівномірний розподіл опадів, теплі зими, підвищення температури повітря підводять аграріїв до нових викликів. Окрім кліматичних змін у XXI ст. в Україні у зв'язку з економічними змінами виникли нові технології вирощування культур, у яких хімізація виробництва вийшла на перший план. Нові умови господарювання проходять за відсутності наукового контролю та обґрунтування технологічних процесів. Відсутність професійного контролю шкідливих організмів призводить до масових спалахів розвитку окремих видів.

Найнебезпечнішими для вирощування пшениці в Україні за сучасних змін клімату є її фітофаги. Розширення ареалів шкідливості сисних комах, наприклад клопа шкідливої черепашки, призводить до підвищення втрат врожаю. Збільшення інсектицидного навантаження на посіви викликає мікроеволюційні зміни у популяціях ентомофагів. Тому сучасні агроценози вимагають постійного нагляду за видовим та популяційним складом їх ентомофауни.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Видовий склад фітофагів складається на основі місцевої фауни (агроценозів та прилеглих до нього біотопів), за рахунок далеких та близьких мігрантів, рослини-попередника, технології вирощування культури, географічного розташування поля, кліматичних змін, погодних умов року та ін. Тому у різних країнах постійно

проводять моніторинг видового різноманіття ентомофауни такої важливої продовольчої культури для більшості країн як пшениця.

Найбільші економічні втрати пшениці у західній Європі за аналізом останніх десятиріч XX ст. спричиняли два види попелиць *Rhopalosiphum padi* L. та *Sitobion avenae* F. Також дуже небезпечною для цього регіону вважали і муху озиму. На півдні Європи найшкідливішим був *Eurygaster integriceps* Put., а *Zabrus tenebrioides* Goeze. також завдавав значних збитків за вирощування пшениці [1].

Основними видами на пшениці у Румунії впродовж 2007–2014 рр. були *Haplothrips tritici* (як еудомінантний вид); попелиці (*Sitobion avenae*, *Schizaphis graminum*, *Rhopalosiphum padi*, *Metopolophium dirhodum*); цикадки (*Javesella pellucida*, *Psammotettix alienus*, *Macrostelus laevis*); злакові мухи (*Chloropidae*: *Oscinella frit*, *Meromyza nigriventris*, *Elachiptera cornuta* та *Anthomyidae*: *Delia coarctata*, *Phorbia securis*, *Ph. penicillifera*); стеблові блішки (*Chaetocnema aridula*), як домінантні види; клопи (*Eurygaster maura*, *Aelia acuminata*). Порівняння ентомокомплексу періоду 1980–2000 рр. з 2007–2014 рр. показало збільшення процентної частки трипсів і пшеничних блішок з масовими спалахами їх чисельності у деякі роки, збільшенням чисельності злакових клопів. Але відмітили зниження процентної частки пшеничних мух, цикадок, попелиць та листоїдів [2].

Вивчення ентомофауни пшениці у Болгарії у 2009 р. показало присутність 1485 шт. комах, а у 2010 р. – 1005 шт. З них у 2009 р. домінували види *Sitobion avenae* та *Schizaphis graminum*,

пшенична муха та трипси (*Haplothrips tritici* та *Stenothrips graminum* Uzel.), субдомінантним видом був *E. integriceps*. У 2010 р. лише один вид переважав (*Bruchus rufimanus* Boh.). Субдомінантами були трипси, зелена цикадка (*Cicadella viridis* L.) та *Coccinula quatuordecimpustulata* L. [3].

Багаторічний аналіз ентомологічного комплексу зернових Білорусі показав, що в агроценозах мешкало 93 види фітофагів, проте періодично економічне значення мали лише 16 видів. Серед них – вівсяна і ячмінна шведські мухи, зеленоочка, мероміза, червоногруда та синя п'явиця, велика злакова та черемхово-злакова, житній та пустоцвітий трипси, шести-крапкова цикадка, смугаста та стеблова хлібні блішки, хлібний жук красун, злакова листовійка, клопи родини сліпняки та остроголові, пильщики, злаковий мінер та ін. [4].

Дослідження ентомофагів пшениці озимої у Ростовській обл. (Росія) впродовж 2012–2016 рр. показало наявність 42 видів. Не дивлячись на значне різноманіття видів та їх високу кількість, економічне значення мали лише 5–8 видів (шкідлива черепашка, пшеничний трипс, хлібний звичайний трач, пшенична муха, злакові попелиці та цикадки) [5].

Українські вчені також періодично проводили вивчення ентомофауни хлібного поля. В результаті моніторингу ентомокомплексу озимої пшениці в Північному Степу України впродовж 2002–2005 рр. було виявлено 55 видів шкідливих комах з 21 родини. Найбільшим видовим різноманіттям характеризувалися ряди Coleoptera та Homoptera [6]. Вивчення шкідників озимої пшениці на Рівненщині у 2011–2012 рр. показало значну присутність видів з ряду Coleoptera, вивчення частоти трапляння видів надало можливість виявити види з найвищим ступенем зустрічності: звичайну злакову попелицю, смугасту хлібну блішку та гессенську муху [7]. Вивчення видового складу шкідників пшениці озимої у Центральному Лісостепу України (Київська область) у 2014–2015 рр. показало, що найбільшу загрозу посівам становили хлібні клопи-черепашки, клопи родини пентатомід, злакові попелиці, пшеничний трипс, хлібний жук кузька, озима совка, злакові мухи, цикадки (смугаста, шестикрапкова та темна). Завжди були присутні в агроценозі пшеничного поля: ковалики, клопи родини сліпняків, польові клопи, хлібна жужелиця, п'явиця синя, смугаста блішка, пильщик хлібний звичайний [8]. Уточнення видового складу ентомофагів пшеничного агробіоценозу пшениці Правобережного Лісостепу України (МІП

ім. В.М. Ремесла НААН) впродовж 2014–2016 рр. показало наявність 55 видів з 19 родин, серед яких найбільшої небезпечними виявились шкідники колосу: злакові попелиці, хлібні клопи, хлібні жуки, пшеничний трипс, хлібний турун [9]. Вивчення видового складу та особливостей формування комплексів фітофагів за певними фазами розвитку пшениці озимої також у Правобережному Лісостепу (Верхняцька дослідно-селекційна станція інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН) у період 2012–2017 рр. довело присутність 48 видів фітофагів з 19 родин комах. Виявлено період розвитку пшениці з найбільшим ентомологічним навантаженням. До найшкідливіших для культури віднесено сисних шкідників (попелиці злакові, цикадки та трипс пшеничний) [10].

Порівняння різноманіття комах-хортобонтів пшениці ХХ ст. з трирічними даними останнього десятиріччя показало зменшення видів на 40%. Останні дані свідчили про наявність у Північному Лісостепу 115 видів хортобонтів, які віднесено до 31 родин та 7 рядів. За кількістю родин останніми роками домінував ряд Homoptera (10 родин), потім Coleoptera – 8 родин, Diptera – 6 родин. Найменшу кількість родин нараховував ряд Lepidoptera – 1 родина. За кількістю видів найбільш рясним був ряд Homoptera (30 видів), найменш рясним – ряд Lepidoptera (2 види). У два рази зменшилася рясність видів рядів Thysanoptera і Hymenoptera [11].

Оцінка стану ентомофауни агроландшафтів Лісостепу України показала збіднення біорізноманіття на 49,6%. Зменшення рівня біорізноманіття відбулося через збіднення кількості комах-геофілів (геобіонтів та герпетобіонтів) [12].

Мета дослідження. Визначення та аналіз видового різноманіття ентомофауни пшеничного агроценозу впродовж весняно-літньої вегетації культури в умовах глобального потепління в Правобережному Лісостепу України.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження провели в умовах навчально-виробничого відділу (НВВ) Уманського національного університету садівництва, який знаходиться в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузького округу Лісостепової Правобережної провінції зони Лісостепу з географічними координатами за Гринвічем 48° 46'56,47" північної широти і 30° 14'48,51" східної довготи. Висота над рівнем моря – 245 м.

Рельєф дослідного поля, де проводили

спостереження за ентомофауною пшениці озимої, являє собою вирівняне, підвищене плато вододілу з пологими 2-3° схилами південно-східної та північно-західної експозицій. Підземні води залягають на глибині 22-24 м, тому вони не впливають на властивості і будову ґрунту. Ґрунтовий покрив дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі.

Клімат центральної частини Лісостепової Правобережної провінції України помірно континентальний і за основними елементами погоди характерний для підзони нестійкого зволоження. Річна сума опадів змінюється від 400 до 650 мм. Упродовж року вони розподіляються нерівномірно. Середня річна температура повітря знаходиться на рівні 6,8-7,4°C. Сума температур повітря вище 0°C складає 3110°C, вище 5°C–3005, вище 10°C–2737, а вище 15°C–2116. Безморозний період триває 160–170 діб, а період з середньодобовою температурою понад + 5°C–205-215 діб.

Пшениця озима впродовж трьох років досліджень займала найбільшу площу у структурі посівних площ: у 2017 р. – 87 га, 2018 – 71,2 га, 2019 – 121,8 га. Окрім пшениці озимої вирощували й інші культури: пшеницю яру, полбу, ячмінь, тритикале озиме, жито озиме, кукурудзу, сорго, просо, гречку, рижій, льон, соняшник, буряк цукровий, багаторічні трави, ріпак, горох, сою, нут, сочевицю, чину, гірчицю білу тощо. Попередником пшениці озимої був горох. Видовий склад комах визначили на сортах німецької селекції: Ротакс, Дромос, Фагус та Понтікус.

Спостереження за ентомофауною пшеничного поля провели впродовж весняно-літньої вегетації пшениці озимої за загальноприйнятими методиками [13,14]. Облік чисельності комах здійснили шляхом косіння ентомологічним сачком (на 100 помахів). Посіви обстежували кожні 7-10 днів. Для відлову комах застосували і пастки Барбера. Колекцію комах було зібрано для подальшого визначення у лабораторії. Видову ідентифікацію провели згідно з визначниками [15]. Для розуміння поширення видів впродовж весняно-літньої вегетації пшениці озимої розраховували частоту трапляння виду [16].

Виклад основного матеріалу. Впродовж трьох років вегетації пшениці озимої визначили видовий склад фітофагів у період весняно-літнього розвитку культури. Розраховували показник частоти трапляння виду, який свідчив

не про кількість комах, а про відсоток проб, у яких зустрічався певний вид.

У Правобережному Лісостепу України в період весняно-літньої вегетації 2017-2019 рр. визначили 32 види фітофагів пшениці озимої з 17 родин (табл. 1). Шкідливі види комах входили до 7 рядів комах. З ряду Coleoptera посівам шкодили 9 видів з 4 родин, з ряду Hemiptera – 7 видів також з 4 родин. Ряди Diptera та Homoptera були надані однаковою кількістю видів – 5. У ряді Thysanoptera визначили 3 види фітофагів. Лише один вид виділили з ряду Hymenoptera. За багаторічними даними І. І. Мостов'яка та ін. [17] (2004-2019 рр.), в ентомокомплексі фітофагів ячменю ярого та пшениці озимої (Уманський НУС) було визначено 54 види фітофагів з 22 родин. У таксономічній структурі шкідливого комплексу домінували представники таких рядів: Coleoptera (18 видів), Diptera (11), Hemiptera (8), Homoptera (8), Lepidoptera (5 видів).

Відмітили присутність двох видів п'явиць, які звичайно поширені на пшениці. Але п'явиця синя виявилася більш поширеною та чисельною, ніж червоногруда. Найбільш чисельними види виявилися у 2018 р. Частота трапляння виду *Oulema melanopus* L. склала лише 2,3%, а *O. lichenis* – 6%.

Зависокі температури років досліджень пояснили значне поширення та високу чисельність блішки хлібної смугастої. Імаго пошкоджували листя, зішкрібаючи паренхіму у вигляді довгастих смужок. Блішка звичайна стеблова траплялася менше, ніж смугаста. Її чисельність була найвищою у 2019 р. У цього виду шкоду пшениці спричиняють і личинки, живлячись тканинами усередині стебла.

Серед хлібних жуків впродовж трьох років досліджень визначили лише один вид *Anisoplia austriaca* Hrbst. Впродовж вегетації відсоток його трапляння склав максимально за три роки досліджень 5%. Інший вид з родини пластинчастовусих (Scarabaeidae) – кравчик не є спеціалізованим шкідником злаків, але завдає шкоди озимині після перезимівлі, коли мало рослинності.

На пшениці виявили ще два види поліфагів (окрім кравчика): ковалика посівного та блискачучого. Впродовж років досліджень переважав лише вид *Agriotes sputator* L. У 2018р. чисельність імаго була максимальною (20 шт./на 100 помахів сачком), також відмітили у цей рік і значний відсоток його трапляння (11%).

Таблиця 1

**Видовий склад фітофагів пшениці озимої у Правобережному Лісостепу України
(2017–2019 рр.)**

Вид	Родина	Ряд	Частота трапляння		
			2017 р.	2018 р.	2019 р.
<i>Oulema lichenis</i> Voet.	Chrysomelidae	Coleoptera	+	+	+
<i>Oulema melanopus</i> L.			+	+	+
<i>Phyllotreta vittula</i> Redt.			++	++	++
<i>Chaetocnema hortensis</i> Geof.			+	+	++
<i>Lethrus apterus</i> Laxm.	Scarabaeidae		+	-	-
<i>Anisoplia austriaca</i> Hrbst.			+	+	+
<i>Agriotes sputator</i> L.	Elateridae		+	+	+
<i>Selatosomus aeneus</i> L.			-	+	-
<i>Zabrus tenebrioides</i> Goeze.	Carabidae		+	+	+
<i>Chorthippus brunneus</i> Th.	Acrididae	Orthoptera	-	+	-
<i>Tettigonia viridissima</i> L.	Tettigoniidae		+	+	++
<i>Aelia acuminata</i> L.	Pentatomidae	Hemiptera	+	+	++
<i>Dolycoris baccarum</i> L.			+	+	+
<i>Coreus marginatus</i> L.	Coreidae		-	+	-
<i>Eurygaster integriceps</i> Put.	Scutelleridae		++	++	+++
<i>Stenodema laevigatum</i> L.	Miridae		+	++	++
<i>Notostira erratica</i> L.			++	++	++
<i>Lygus pratensis</i> L.			++	++	++
<i>Psammotettix striatus</i> L.	Cicadellidae	Homoptera	+	+	++
<i>Cicadella viridis</i> L.			-	+	++
<i>Sitobion avenae</i> F.	Aphidinea		+++	+++	++
<i>Schizaphis graminum</i> Rond.			+	++	+
<i>Brachycolus noxius</i> Mordv.			+	+	+
<i>Phorbia genitalis</i> Schnabl	Anthomyiidae	Diptera	-	-	++
<i>Chlorops pumilionis</i> Bjerk.	Chloropidae		++	+	++
<i>Oscinella frit</i> L.			++	++	++
<i>Oscinella pusilla</i> Mg.			+	+	+
<i>Mayetiola destructor</i> Say	Cecidomyiidae		+	+	+
<i>Haplothrips tritici</i> Kurd.	Thripidae	Thysanoptera	+++	+++	++
<i>Chirothrips manicatus</i> Halid.			+	+	+
<i>Limothrips denticornis</i> Halid.			+	+	+
<i>Cephus pygmaeus</i> L.	Cephidae	Hymenoptera	+	++	+

Примітка: + – рідкий вид (трапляння до 10 %), ++ – звичайний вид (трапляння 10–50 %), +++ – масовий (трапляння більше 50 %)

За рахунок особливостей біології турун хлібний був рідким видом, чисельність імаго під час живлення на колосі була неістотною. За високих температур імаго ховаються у ґрунт на глибину 10-50 см.

Серед клопів найчастіше траплялися шкідлива черепашка та представники родини Miridae. Серед двох поширених видів роду *Aelia*, які шкодять на пшениці, відмітили лише присутність одного виду *Aelia acuminata* L. Дорослі клопи були завдовжки 7-10 мм, на відміну від елії носатої (*Aelia rostrata* Boh.) з довжиною тіла 10-12 мм. Тіло клопів було сіро-жовтуватого кольору. Госторокутна голова поступово звужувалась до переду. На задніх стегнах відмітили присутність чорних цяток.

Серед представників клопів родини Scutelleridae, на відміну від попередніх досліджень [9], нами визначено лише один вид

черепашки. Таки ж дані були отримані за вивчення видового складу пшениці озимої у Правобережному Лісостепу України впродовж 2012-2017 рр. [10]. Визначили фітофага за морфологією імаго. Визначили, що довжина тіла *E. integriceps* коливалася від 11 до 12 мм, а ширина у середньому склала 7,1 мм. Основа голови буда більшою за її довжину. Виличні пластинки і наличник закінчувалися на одному рівні з передньою її частиною. Бокові краї передньоспинки виявилися округлими та опуклими.

Сліпняки були доволі поширеними та чисельними, навіть переважали за спеціалізованих фітофагів пшениці. Виявили три види цих клопів. *Stenodema laevigatum* (сліпняк гладкий) найпоширенішим був у 2019 р., коли відсоток трапляння склав 32%. Це поширений вид у Європі, зустрічається і в

Україні. За літературними даними вид шкодить злаковим (*Alopecurus*, *Dactylis*, *Festuca* та *Triticum*). В Україні відсутні дані про живлення цього виду на пшениці. На нашу думку, значне поширення та чисельність виду пояснювалося живленням клопа на пшениці озимій. Сліпняки мандрівний та польовий визнані фітофаги пшениці.

Два види поліфагів визначили з ряду прямокрилих. Вони траплялися не дуже часто, але максимальна частота трапляння коника зеленого у 2019 р. склала 13%. Також цей вид є ентомофагом. Максимальну кількість *Tettigonia viridissima* L. відмітили у 2019 р. Частота трапляння склала 13%.

Серед цикадок визначили лише 2 види: смугасту та зелену, яка була виявлена лише у два останні роки досліджень. Хоча ці види були звичайними впродовж всіх років досліджень, їх поширеність впродовж вегетації пшениці була різною. Частота трапляння сягала 40%. Смугаста цикадка є спеціалізованим шкідником пшениці, а зелена – поліфаг. Зустрічається на різних трав'янистих рослинах, шкодить деревам та винограднику. Цикадки окрім прямої шкоди за свого живлення на рослинах мають і непряму, переносячи мікоплазми та віруси.

Злакові попелиці були неоднаково представлені в ентомокомплексі шкідників пшениці. Попелиця ячмінна була рідким видом, звичайна – звичайним, велика – масовим видом. Також вид *S. avenae* виявився і найчисельнішим. Значна частота трапляння впродовж весняно-літньої вегетації та висока чисельність попелиць мала негативний вплив на якість та кількість зерна. Ці дрібні комахи здатні за добу поглинути такий об'єм соку рослин, який у разі перевищує вагу самої попелиці. Вони виступають векторами для вірусів. Дослідження 2000-2017 рр. у Лісостепу України показали домінування двох видів злакових попелиць на пшениці озимій: звичайної та великої [18].

Значного поширення мали і злакові мухи, за виключенням 2018 р. Найвищі відсотки трапляння мали два види (шведська вівсяна муха та зеленоочка). Шкоджають личинки мух. Найуразливішим періодом розвитку озимини є осіння вегетація особливо за посушливих умов.

Серед трипсів виділили 3 види з різною частотою трапляння та чисельністю. Найчастіше в ентомокомплексі пшениці зустрічали лише один вид – *H. tritici*.

Серед пильщиків відмітили присутність лише одного виду (*Cephus pygmaeus* L.), який був рідкісним для агроценозу пшениці у 2017 та 2019 рр. та звичайним у 2018 р.

Поширення фітофагів впродовж вегетації

різних років було різним. Від умов року залежала і частота трапляння видів.

У 2017 р. найчастіше у пробах виділяли трипсів (85%) та попелиць (50%). Серед ряду бахромчаторокрилі (*Thysanoptera*) домінував лише один вид – *H. tritici*. Інші види були рідкими. Серед родини *Aphidinea* визначили три види, найбільш чисельним був також один вид (*S. avenae*). Другий за чисельністю виділили вид *Sch. graminum*. А третій вид визначили як рідкий за частотою трапляння (*B. noxius*). Високий відсоток трапляння відмітили серед представників ряду клопи, або напівтвердокрилі (*Hemiptera*). Серед цього ряду визначили 6 видів, 2 з яких належать до родини *Pentatomidae*, 1 до – *Scutelleridae* та 3 роди до родини – *Miridae*. Найвищий відсоток трапляння (40%) був зафіксований лише у одного виду – *L. pratensis*. Також дуже часто впродовж вегетації у пробах відмічали наявність злакових мух. Найпоширенішими виявились шведські мухи, які відносять до роду *Oscinella*. Частота їх трапляння склала 40%. Відмітили значну кількість імаго у період цвітіння пшениці озимої, коли вже вилетіли мухи другого покоління. Менш поширеним виявився вид *Ch. pumilionis*. Найбільшу кількість видів (8) виявили серед ряду жуки, або твердокрилі (*Coleoptera*). Але ці види виявились рідкими, за виключенням *Ph. vittula*.

2018 р. вирізнявся серед інших більшою кількістю визначених видів. Всього виділили 30 видів. Але лише 2 види були масовими: *S. avenae* (з частотою трапляння 64%) та трипс пшеничний (відсоток трапляння впродовж весняно-літньої вегетації 54%). Звичайно поширених видів було 8. Найбільш часто у пробах серед них виділяли *E. integriceps* з частотою трапляння 29% та злакових мух з 20%. Серед сліпняків максимального поширення набув вид *S. laevigatum* з частотою трапляння 15%. Відсоток зустрічаємості у пробах інших видів не перевищував 10.

У 2019 р. найчастіше впродовж весняно-літньої вегетації пшениці зустрічали клопів, трипсів, попелиць та злакових мух, як і в попередні роки досліджень. Але у цьому році виявили ряд відмінностей. Лише один вид виявився масовим – *E. integriceps* з частотою трапляння 51%. Трипси та попелиці з одним домінуючим видом мали значний відсоток трапляння, як і у попередні роки. Серед злакових мух домінували шведські мухи з частотою трапляння 45 %. Відмінністю цього року була значна поширеність впродовж вегетації пшениці виду *Ph. vittula* (частота трапляння 42%) та *Psammotettix striatus* L.

(частота трапляння 40%). Також у цей рік відмітили присутність ярої мухи з частотою трапляння 13%.

Більшість видів, які визначили на пшениці, виявилися спеціалізованими шкідниками пшениці. Кількість мігрантів на пшениці була незначною – лише 6 видів, більшість з яких зафіксували у 2018 р. Всі види були рідкісними, за виключенням фітофага бобових – п'ятикрапкового довгоноса (*Tychius*

quinquepunctatus L.). Один вид належав до ряду напівтвердокрилих (*Eurydema oleracea* L.), інші – до ряду твердокрилих, більшість яких склали Curculionidae. Два роди були поліфагами (*Tanymecus palliatus* F., *Bothynoderes punctiventris* Germ.).

Окрім фітофагів визначили види і ентомофагів в агроценозі пшеничного поля (табл.2).

Таблиця 2

Ентомофаги пшениці озимої у Правобережному Лісостепу України (2017–2019 рр.)

Вид, рід	Родина	Ряд	Частота трапляння		
			2017 р.	2018 р.	2019 р.
<i>Pterostichus strenuus</i> Panz.	Carabidae	Coleoptera	+	+	+
<i>Cantharis rustica</i> F. М'якотілка червоного	Cantharidae		-	+	-
<i>Malachius bipustulatus</i> L. Малахітовий жук	Melyridae		++	++	+
<i>Charopus concolor</i> Fab.			-	-	+
<i>Coccinella septempunctata</i> L. Сонечко семикрапкове	Coccinellidae		+	++	++
<i>Propylea quatuordecimpunctata</i> L. Пропілея чотирнадцятикрапкова			+	+	++
<i>Hippodamia variegata</i> G.			-	+	+
<i>Harmonia axyridis</i> Pall. Гармонія азійська			-	+	+
<i>Staphylinus caesareus</i> Ced.	Staphylinidae		+	+	-
<i>Zicrona caerulea</i> L.	Pentatomidae	Hemiptera	-	+	-
<i>Chrysopa carnea</i> Золотоочка звичайна	Chrysopidae	Neuroptera	+	+	+
Види родів <i>Aphidius</i> і <i>Praon</i>	Aphidiidae	Hymenoptera	+	++	++
<i>Syrphus ribesii</i> L. Сирф перев'язний	Syrphidae	Diptera	+	+	+
<i>Aelothrips intermedius</i> Bagn.	Aelothripidae	Thysanoptera	+	+	+

Визначені ентомофаги пшеничного поля відносилися до 6 рядів комах. Найбільша частка їх видів належали до ряду жуків. Найчисельнішими були представники родин Melyridae, Coccinellidae та підродини Aphidiinae.

За три роки досліджень впродовж вегетації відмітили значну чисельність (50-60 шт на 100 помехів) виду *Malachius bipustulatus*. Імаго з'являлися на посівах пшениці з кінця травня – початку червня, що співпадало з фазою цвітіння культури. Жуки за літературними даними живляться пилком та дрібними комахами. Надають перевагу рослинам з родин Apiaceae, Asteraceae та Rosaceae. Українські ентомологи вказують на живлення на злакових рослинах (переважно на *Avena sativa*, *Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis* та видах роду *Poa*), а також кущах *Rubus* [16]. Отже, до цього списку можна додати і *Triticum aestivum*. Личинка живе в гнилій деревині, під корою дерев, в стеблах різних видів *Rubus*, *Artemisia*, *Echium*, де поїдає дрібних комах. В.О. Курцев [6] стверджував, що

жук малашка (*Malachius geniculatus* F.) регулював чисельність трипсів. У 2019 р. окрім цього виду спостерігали живлення на пшениці іншого виду – *Charopus concolor* Fab. Частота трапляння цього виду була 8%. Цей вид зустрічається на суцвіттях злаків, зонтичних, а також на кущах малини і ожини [19].

Визначили 4 види кокцінелід, серед яких домінував лише один – семикрапкове сонечко (*Coccinella septempunctata* L.). Іншими видами, які живилися злаковими попелицями, були *Propylea quatuordecimpunctata* L., *Hippodamia variegata* G. та *Harmonia axyridis* Pall. У Правобережному Лісостепу України (Київська область) на посівах пшениці ярої та озимої впродовж 2016-2018 рр. було виявлено 9 видів кокцінелід, серед яких також домінувало семикрапкове сонечко, а субдомінантними видами були мінливе сонечко та пропілея чотирнадцятикрапкова [20]. Присутність азійського сонечка підтверджує факт розширення його ареалу в зв'язку з потеплінням.

Цей фітофаг є небезпечним для місцевих видів сонечок та інших комах [21].

Окрім наявності у колекції особин підродини Aphidiinae їх присутність підтвердили мумії злакових попелиць. У 2018 р. майже 40% оглянутих особин попелиць були муміфіковані і мали отвори, що свідчило про паразитування на них представників роду *Praon*. Афідіїни є спеціалізованими ендопаразитоїдами попелиць і

відносяться до койнобіонтів, тобто дають можливість хазяїну розвиватися, рухатися, іноді навіть розмножуватися, не вбиваючи його до досягнення ним стадії личинки останнього віку.

Отож, в ентомофауні агроценозу пшениці озимої весняно-літньої вегетації 2017-2019 рр. виділили 46 видів (рис.1).

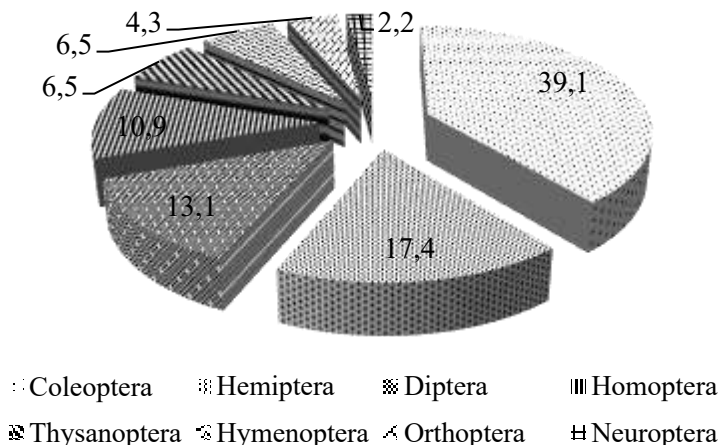


Рис.1. Структура ентомофауни пшениці озимої (Правобережний Лісостеп, 2017–2019 рр., % виділення видів)

Ентомофауна пшеничного поля складалася з 8 рядів комах. Найбільше видове різноманіття мав ряд жуки (Coleoptera) – 18 видів. Частка їх виділення складала 39,1%. Види цього ряду відносилися до 8 родин. Друге місце (17,4%) у структурі ентомокомплексу зайняв ряд клопи, або напівтвердокрилі (Hemiptera), який був представлений 8 видами з 4 родин. 6 видів входило до складу ряду двокрилі (Diptera) (13,1%), лише двох родин. Частка рівнокрилих (Homoptera) у складі ентомофауни була 10,9% (5 видів). З рядів бахромчастокрилі (Thysanoptera) та перетинчастокрилі (Hymenoptera) виділили по 3 види (частка їх виділення – 6,5%). З ряду Orthoptera визначили 2 види. Лише одним видом був представлений ряд сітчастокрилі (Neuroptera).

Висновки. У Правобережному Лісостепу України в період весняно-літньої вегетації 2017-2019 рр. в агроценозі пшениці озимої відмітили наявність фітофагів, видів-мігрантів та ентомофагів шкідливих комах культури. Серед фітофагів пшениці озимої визначили 32 види з 17 родин. Шкідливі види комах входили до 7 рядів комах. Вперше відмічено значну чисельність та відсоток трапляння виду *S. leavigatum* на пшениці озимій. 6 видів було віднесено до мігрантів.

Вивчення частоти трапляння видів за роками показало, що умови вегетації вплинули на

поширеність видів впродовж весняно-літньої вегетації. У 2017 р. найчастіше у пробах виділяли трипсів (85%) та попелиць (50%). Високий відсоток трапляння (40%) мали шведські мухи та *L. pratensis*. У цьому році 2 види були масовими та 7 звичайними. У 2018 р. найпоширенішими були попелиці (64%), трипси зайняли друге місце (54%). Всього виділили 30 видів – максимальну кількість за три роки. У 2019 р. лише один вид виявився масовим – *E. integriceps* з частотою трапляння 51%. Трипси та попелиці з одним домінуючим видом мали значний відсоток трапляння, як і у попередні роки. Серед злакових мух домінували шведські мухи з частотою трапляння 45%. Відмінністю цього року була значна поширеність впродовж вегетації пшениці виду *Ph. vittula* (частота трапляння 42%) та *P. striatus* (частота трапляння 40%).

Найчастіше в ентомофауні пшениці озимої впродовж весняно-літньої вегетації за три роки досліджень траплялися такі види: *S. avenae*, *H. tritici*, *E. integriceps*.

Визначені ентомофаги пшеничного поля відносилися до 6 рядів комах. Найбільша частка їх видів належали до ряду жуків. Найчисельнішими були представники родин Melyridae, Coccinellidae та підродини Aphidiinae. Вперше в умовах Правобережного Лісостепу України відмічено високий відсоток живлення

видів *M. geniculatus* та *Ch. concolor* на пшениці.

В ентомофауні агроценозу пшениці озимої весняно-літньої вегетації 2017-2019 рр. виділили 46 видів, які відносилися до 8 рядів комах:

Coleoptera (18 видів), Hemiptera (8 видів), Diptera (6 видів), Homoptera (5 видів), Thysanoptera та Hymenoptera (по 3 види), Orthoptera (2 види) та Neuroptera (1 вид).

Список використаних джерел:

1. Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture / edited By L.P. Pedigo, G.D. Buntin. London : CRC Press, 1993. 736 p.
2. Current importance of wheat pests in the cultural technologies of soil no-tillage conservative system and of antierosional agroforestry curtains system, in Transylvania / Malschi D. et al. *ProEnvironment*. 2015. Vol. 8. No 22. P. 159–169.
3. Zhekova E.D. Monitoring of the entomofauna in ecological crop rotation. *Banat's Journal of Biotechnology*. 2012. Vol. III(6). P. 104–110. DOI: 10.7904/2068 – 4738 – III(6) – 104.
4. Бойко С.В., Слабожанкина О.Ф. Пространственное распределение фитофагов в посевах зерновых культур. *Защита и карантин растений*. 2013. № 3. С. 23-26.
5. Гринько А.В. Видовой состав основных фитофагов озимой пшеницы в приазовской зоне Ростовской области. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2008. Vol.3. P. 125–127.
6. Курцев В.О. Шкідлива ентомофауна пшеничного агроценозу. Моніторинг видового складу та чисельності в посівах озимої пшениці в Північному Степу України. *Карантин і захист рослин*. 2008. № 9. С. 10–12.
7. Рудь О.Г. Популяційна характеристика шкідників зернових злакових культур в умовах Рівненщини. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2013. Том 15. № 3(57). Частина 3. С. 192–196.
8. Кривенко А.І., Шушківська Н.І. Видовий склад комах агробіоценозу пшеничного поля та контроль їх чисельності. *Агробіологія*. 2015. № 2. С. 61–65.
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. Ворожко С.П. Шкідлива ентомофауна у посівах пшениці озимої в Правобережному Лісостепу України. *Карантин і захист рослин*. 2018. № 6-7 (249). С. 5–7.
11. Vagalyuk L., Minyaylo A., Chayka V. Diversity and trophic relations entomofauna agricultural landscapes Ukraine steppe. *Біологічні системи: теорія та інновації*. 2016. № 234 С. 78-89.
12. Лісовий М.М., Чайка В.М. Концептуальні підходи досліджень ентомологічного різноманіття агроценозів України. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 188–194.
13. Станкевич С.В. Забродіна І.В. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур: навч. посібник. Харків: ФОП Бровін О.В., 2016. 216 с.
14. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / Омелюта В. П. та ін.; за ред. В. П. Омелюти. Київ : Урожай, 1986. 296 с.
15. Атлас жуков России и близлежащих стран (коллективный проект к 100-летию книги Г.Г. Якобсона Жуки России, Западной Европы и сопредельных стран, 1905–1916 гг.). 2016. URL: <https://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/atlas.htm> (дата звернення: 31.07.2020).
16. Чебышев Н.В. и др. Биологический тематический словарь: учебное пособие; под ред. проф. Н.В. Чебышева. Москва : Академия, 2006. 336 с.
17. 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. 31–38. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207678>.
18. Сахненко В.В., Сахненко Д.В. Оптимізація сучасних заходів захисту пшениці озимої від шкідників в Лісостепу України. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького*, 2018. Т 20. № 89. С. 17–21. DOI: 10.32718/nvlvet8903.
19. Мірутенко В.В. Огляд жуків родин Malachiidae і Dasytidae (Insecta: Coleoptera) Українських Карпат і Закарпатської низовини. *Українська ентомофауністика*. 2010. 1(1). С. 1–21.
20. Медвідь Я.А., Гаврилюк Н.М. Роль кокцинелід (Coleoptera: Coccinellidae) у контролі чисельності злакових попелиць. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. Серія «Фітопатологія та ентомологія». 2018. № 1–2. С. 81–86.
21. Некрасова О.Д., Титар В.М. Динаміка поширення інвазійного виду *Harmonia Axyridis* (Coleoptera, Coccinellidae) на території Києва. Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень : матеріали Четвертої міжнар. наук.-практ. конф. / наук. ред. І.В. Скільський, А.В. Юзик. Чернівці : Друк Арт, 2017. С. 150–152.

В. С. Медвидь. Энтомофауна пшеницы озимой в Правобережной Лесостепи Украины

Исследована энтомофауна пшеницы озимой в Правобережной Лесостепи Украины в период весенне-летней вегетации 2017-2019 гг., которая состояла из 46 видов из 8 рядов насекомых. Среди фитофагов озимой пшеницы определены 32 вида из 17 семей. Показано наибольшее разнообразие ряда Coleoptera. Ежегодно проанализирован видовой состав энтомокомплекса, определена частота встречаемости видов. Установлено, что в течение трех лет исследований в агроценозах пшеницы чаще всего встречались только три вида: *Haplothrips tritici* Kurd., *Sitobion avenae* F. и *Eurygaster integriceps* Put.

Ключевые слова: энтомофауна, видовой состав, пшеница озимая, фитофаги, энтомофаги.

V. Medvid. Entomofauna of winter wheat in the Right-bank Forest-Steppe of Ukraine

The entomofauna of winter wheat in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine during the spring-summer vegetation of 2017–2019, which consisted of 46 species from 8 orders of insects, was studied. 32 species from 17 families were identified among the phytophages winter wheat. The greatest diversity of the Coleoptera was shown. The species composition of the entomocomplex of each year is analyzed, the frequency of occurrence of species is determined. It was found that during three years of research in the agrocnosis of wheat most often there were only three species: *Haplothrips tritici* Kurd., *Sitobion avenae* F. and *Eurygaster integriceps* Put.

Keywords: entomofauna, species composition, winter wheat, phytophages, entomophages.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 631.361.8

DOI: 10.31521/2313-092X/2020-3(107)-13

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНИХ І КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СЕПАРАТОРА НАСІННЯ ОВОЧЕВИХ ТА БАШТАННИХ КУЛЬТУР

Д. В. Бабенко, кандидат технічних наук, професор
ORCID ID: 0000-0003-2239-4832

О. А. Горбенко, кандидат технічних наук, доцент
ORCID ID: 0000-0001-6006-6931

Н. А. Доценко, кандидат технічних наук, доцент
ORCID ID: 0000-0003-1050-8193

Н. А. Кім, кандидат технічних наук, старший викладач
ORCID ID: 0000-0001-9471-8272

Миколаївський національний аграрний університет

Визначено критерії оптимізації, за якими здійснювалося оцінювання якості виконання технологічного процесу. Виявлено основні чинники, що впливають на роботу грохотного сепаратора: кут нахилу решітної поверхні, частоту коливань решета, амплітуду його коливань, кут прикладання сили коливання і довжина решета. В якості критеріїв оптимізації були обрані: чистота, величина травмування і рівень втрат насіння. Визначено діапазони оптимального поєднання незалежних факторів.

Ключові слова: овочеві та баштанні культури, сепаратор, кінематичні і конструктивні параметри.

Постановка проблеми. Однією з важливих проблем в галузі переробки сільськогосподарської продукції є виробництво насінневого матеріалу овочевих та баштанних культур. Підвищенню врожайності та зниженню собівартості продукції сприяє підбір якісного насінневого матеріалу, а виробництво насіння в господарствах-виробниках товарної продукції підвищує продуктивність виробництва посівів на 25÷30%. Але рівень механізації галузі насінництва овочевих та баштанних культур потребує підвищення через невідповідність вимогам сучасного виробництва, нестача насінневого матеріалу компенсується за рахунок його придбання за кордоном.

Активізації діяльності галузі насінництва сприяють такі фактори: рівень сучасних сільськогосподарських технологій, досвід провідних фахівців, агрокліматичні умови. Узагальнення досвіду розробки машини для комплексної механізації отримання насіння овочевих та баштанних культур надасть можливість обґрунтувати розробку технологічного обладнання, що призведе до збільшення обсягів виробництва насінневого матеріалу, зменшення втрат насіння під час виробництва, зберігання та реалізації,

забезпечить країну районованим високоякісним насінням. Виконання конструктивного вдосконалення сепараторів насіння овочевих та баштанних культур потребує вивчення взаємодії робочих органів з перероблюваним продуктом (насінники, технологічна маса), дослідження закономірностей виконання технологічного процесу. Проведення аналізу технічних рішень, теоретичних і експериментальних досліджень сприятиме створенню високопродуктивного обладнання для отримання насіння овочевих та баштанних культур. Метою дослідження є підвищення якості сепарації насіння овочевих і баштанних культур та зниження його травмування в ході оптимізації технологічного процесу очистки насіння від мезги і подрібненої кірки на сепараторах грохотного типу.

Аналіз актуальних досліджень. Свого часу була створена серйозна структура з виробництва насіння овочевих і баштанних культур, працювали великі господарства, основним видом діяльності яких було виробництво насіння і які мали для цього пристойну матеріально-технічну базу, очисні машини, навіть імпортного виробництва тощо [1]. В даний час процес сепарації насіння відбувається за участю сепараторів механічного типу: інерційних,

роторних або роликів. Останні застосовуються в насінництві овочевих та баштанних культур досить обмежено. Флотаційна сепарація майже не використовується через велику витрату води і значну матеріаломісткість технічного обладнання. Пневмосортування є енергоємним і трудомістким процесом під час переобладнання сепараторів з однієї культури на іншу. Застосування роторних сепараторів пов'язано зі специфікою отримання конкретної культури, обсягів її виробництва і технічної забезпеченості господарства, вони мають однакову продуктивність з інерційними сепараторами.

Сепаратор є найбільш важливим функціональним пристроєм, що входить до складу технологічного обладнання для отримання насіння овочевих та баштанних культур. Його конструкція, кінематичні параметри найбільшою мірою визначають технологічну надійність виділення насіння, якість виконання технологічного процесу, продуктивність всіх машин. Тому стає зрозумілим, що вчені приділяють увагу теоретичному обґрунтуванню та експериментальній перевірці даного класу пристроїв. Використання методики визначення складу подрібненої маси насінників овочевих та баштанних культур у процесі виділення насіння дозволило визначити відсотковий вміст компонентів подрібненої технологічної маси [2]. Розроблено метод моделювання технологічного процесу обробки насінневої маси овочевих та баштанних культур на основі нелінійної узагальненої моделі прогнозування випадкової послідовності. В основу методу покладено нелінійний канонічний розклад випадкової послідовності зміни параметрів технологічного процесу. Метод апробовано на основі технологічного процесу виділення насіння із застосуванням експериментального зразка машини давильно-сепаруючого типу [3].

Беручи до уваги той факт, що насіння овочевих та баштанних культур (дині, огірка) має специфічну форму – довжина перевищує ширину та товщину, виникають специфічні вимоги до робочих органів машин для його сепарації. Визначено методику розрахунку оптимальної ширини отворів і просвітів сепаратора, що дозволяє підвищити ймовірність проходження насіння і знизити засміченість [4]. Наведено розроблену методику проведення експериментальних досліджень машин, розроблених для відділення та доробки технологічної маси насіння дині та огірка [5]. Наведено особливості методичного підходу до проведення експериментальних досліджень процесів виділення огірка та дині. Обрано основні

критерії оптимізації, а саме – втрату та чистоту насіння [6].

Під час переробки овоче-баштанної продукції склалася проблема заміни ручної праці засобами механізації при первинній переробці плодів баштанних культур. На підставі існуючих способів розроблено технологічну лінію первинної переробки плодів баштанних культур [7]. Проведені експериментальні дослідження фізико-механічних чинників показали, що сукупність кавунів за розмірами і масою підпорядковується нормальному закону розподілу. Середні розміри плодів коливаються від 200 до 280 мм, а по масі – від 3,5 до 5,3 кг. Коефіцієнт відновлення для плодів кавунів коливається від 0,35 до 0,39, а коефіцієнт тертя ковзання по різних матеріалах від 0,213 до 0,5 [8]. Розроблено видільник насіння з плодів баштанних культур протираючого типу, який дозволяє виділяти насіння без ударних впливів і пошкоджень. У результаті експериментальних досліджень оптимізовано конструктивні і кінематичні параметри з урахуванням повноти виділення насіння [9].

Встановлено, що технологія виробництва насіння баштанних культур є дуже трудомісткою і вимагає застосування спеціальних машин, випуск яких проводиться в обмеженій кількості з низькими техніко-економічними показниками. Наведено основні недоліки виділення насіння із зрілих плодів баштанних культур комплексним обладнанням. Для підвищення схожості виділеного насіння, економії і збільшення врожайності представлений спосіб підготовки насіння баштанних культур до посіву [10]. Серед праць зарубіжних дослідників представлено збірку порад, рекомендацій та огляду технологій і обладнання стосовно технологічного процесу виділення насіння [11]. Для підтримки практикуючих виробників насіння розроблено інструментарій для діяльності з наросування потенціалу, особливо для дрібних фермерів, малих та середніх підприємств і містить рекомендації стосовно отримання насіння [12]. Однак недостатньо дослідженим є питання оптимізації конструктивних і кінематичних параметрів сепараторів насіння овочевих та баштанних культур.

Метою статті є оптимізація конструктивних і кінематичних параметрів сепаратора насіння баштанних культур (кавун, диня), а також такої культури, як огірок.

Виклад основного матеріалу. Найбільш трудомісткою операцією в процесі отримання насіння баштанних культур є операція виділення насіння з насінневих плодів. Як правило, вона здійснюється в кілька етапів: на першому етапі

насінники подрібнюються до отримання однорідної маси, що складається з кірки, насіння, жому і соку; на другому етапі проводиться сепарація насіння від домішок, що містяться в подрібненій масі; на третьому етапі подрібнена кірка додатково перетирається для вилучення з

неї невідділеного насіння. Для реалізації цієї операції до складу будь-якого технологічного обладнання входить видільник насіння. Класифікаційну схему подрібнююче-сепаруючих пристроїв наведено на рис.1.



Рис.1. Класифікаційна схема подрібнююче-сепаруючих пристроїв

У дослідженні увагу приділено сепаратору грохотного типу, оскільки у порівнянні з грохотними сепараторами роторні, як циліндричного, так і конічного типів більш трудомісткі в технічному обслуговуванні та вимагають більш складних регулювань при переході від переробки однієї культури до іншої, а господарства, що займаються виділенням насіння, змушені купувати по 3-4 комплекти аналогічного обладнання, експлуатуючи кожен з них при переробці однієї конкретної культури.

Основною метою сепарації є виділення максимальної кількості насіння шляхом розділення подрібненої маси крізь сито з отворами певного розміру. Основними факторами, що впливають на якість сепарації, є: форма насіння і форма отворів, характер руху сита, тип сепаратора і ступінь подрібнення насінневих плодів; коефіцієнт ефективності сепарації, який визначається як відношення маси насіння в підрешітному продукті до загальної біологічної маси насіння, що містяться в неподрібнених плодах, коливається в межах 85...98% залежно від типу робочої поверхні сепаратора [13]. На підставі проведених досліджень розроблено методику вибору типу решіт і розмірів отворів в них, дано рекомендації

з вибору діапазону швидкостей маси, що сепарується в робочій зоні технологічного обладнання.

В раніше вивчених конструкціях видільників грохотного типу дослідження технологічного процесу проводилося, виходячи з вимог мінімізації травмування насіння. Питання наявності в кінцевому продукті рівновеликих шматків кірки і вплив на їх утримання кінематичних і конструктивних параметрів вивчено недостатньо. Мало уваги приділялося втратам насіння на виході з решета мезги і подрібненої кірки.

Технологічний процес експериментально досліджувався лише для сепараторів з постійним тиском частинок на поверхню решета у відриві від реальної сепарованої маси (подрібнених насінневих плодів). Не були проведені дослідження залежності травмування насіння при різних величинах частоти і амплітуди коливань грохоту та не виявлено вплив питомої подачі на втрати насіння і його чистоту. Залежності, які використовуються при проектуванні обладнання, використовувати не завжди правомірно через відмінності у відсотковому вмісті насіння і домішок у масі, що переробляється. Також не були оптимізовані технологічні режими

сепаратора, що впливають на чистоту насіння (ЧН), його втрати (ВН) і травмування (ТН).

Все це певною мірою стало причиною того, що до теперішнього часу не створено оптимальних конструкцій машин для отримання насіння овочевих культур, пристосованих до технології переробки насінників як у великих спеціалізованих господарствах, так і в умовах фермерських господарств.

Аналітичні вирази, отримані в результаті теоретичних досліджень, відображають ідеалізований технологічний процес. Тому метою експериментальних досліджень є перевірка правильності теоретичних висновків і розрахункових параметрів в реальних польових умовах, визначення технологічної надійності, а також якісних показників технологічного процесу за трьома критеріями оптимізації: мінімальним травмуванням насіння, максимальним ступенем очищення від органічних домішок, найменших втратах насіння при заданій продуктивності.

В ході дослідження:

виявлено чинники, що найбільшою мірою впливають на якість виконання технологічного процесу і найбільшою мірою піддаються регулюванню;

представлено експериментальну установку зі змінними решетами і можливістю регулювання основних параметрів;

експериментально досліджували залежність чистоти насіння (ЧН), його втрат (ВН) і травмування (ТН) від частоти і амплітуди коливань грохоту, кута нахилу решета і кута прикладання сили коливання, а також довжини робочої зони сепаратора. Експерименти проводили з використанням тривірневих планів Боксу другого порядку [14].

Аналіз математичних моделей проводили для огірка сорту «Конкурент», оскільки при однакових кінематичних режимах експериментальної установки якісні показники виконання технологічного процесу на насінниках огірка гірше, ніж на насінневих плодах кавуна. Найбільший вплив на якість виконання технологічного процесу мають частоти коливань решета, амплітуди коливань решета і довжини решета. Про це свідчить найбільше значення коефіцієнтів при цих факторах в рівняннях регресії. Прирівнюючи до нуля значення кута нахилу решета і кута прикладання сили рівняння регресії матимуть вигляд:

$$\text{ЧН} = 65,519 + 2,802X_2^2 + 1,852X_3^2 + 6,507X_2 + 3,573X_6 - 0,645X_2X_3 + 1,572X_2X_6 + 1,209X_3X_6; \quad (1)$$

$$\text{ТН} = 4,252 + 1,788X_2^2 + 1,522X_3^2 + 2,155X_6^2 + 0,387X_3 + 1,487X_6 - 0,987X_2X_6; \quad (2)$$

$$\text{ВН} = 6,013 + 0,993X_2^2 - 0,907X_6^2 - 1,384X_3 - 1,948X_6 + 0,493X_2X_3. \quad (3)$$

Однак, дані рівняння також не підлягають канонічному перетворенню, тому що вони мають «зайвий» фактор. Прирівняємо $X_6 = -1$, після чого рівняння регресії матимуть вигляд:

$$\text{ЧН} = 61,946 + 2,802X_2^2 + 1,852X_3^2 + 4,935X_2 + 1,209X_3 - 0,645X_2X_3; \quad (4)$$

$$\text{ТН} = 4,929 + 1,788X_2^2 + 1,522X_3^2 + 0,987X_2 + 0,387X_3; \quad (5)$$

$$\text{ВН} = 6,954 + 0,993X_2^2 - 1,384X_3 + 0,493X_2X_3. \quad (6)$$

Двовірні перетини поверхонь відгуку наведено на рис. 2. Послідовно зафіксувавши i на рівні +1, і, провівши розрахунки аналогічні вищевикладеним, отримаємо рівняння регресії в звичайній формі при новому взаємному поєднанні факторів.

При $X_2 = +1$ рівняння регресії приймають вигляд:

$$\text{ЧН} = 74,825 + 1,852X_3^2 - 0,645X_3 + 5,145X_6 + 1,209X_3X_6; \quad (7)$$

$$\text{ТН} = 6,040 + 1,522 + X_3^2 + 2,155X_6^2 + 0,387 + X_3 + 0,491X_6; \quad (8)$$

$$\text{ВН} = 7,006 - 0,907X_6^2 - 0,891X_3 - 1,948X_6. \quad (9)$$

При $X_3 = +1$:

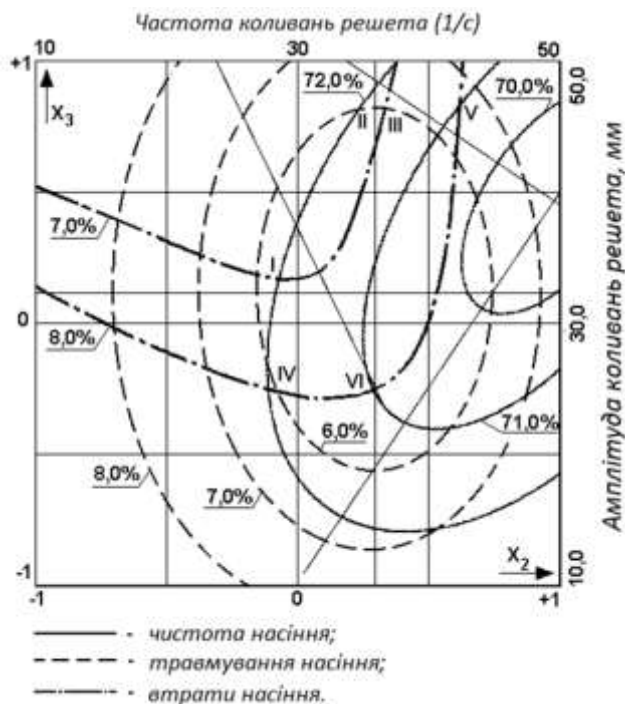
$$\text{ЧН} = 67,371 + 2,802X_2^2 + 5,865X_2 + 4,776X_6 + 1,572X_2X_6; \quad (10)$$

$$\text{ТН} = 6,144 + 1,788X_2^2 + 2,155X_6^2 + 1,478X_6 - 0,987X_2X_6; \quad (11)$$

$$\text{ВН} = 4,625 + 0,993X_2^2 - 0,907X_6^2 + 0,493X_2 - 1,948X_6. \quad (12)$$

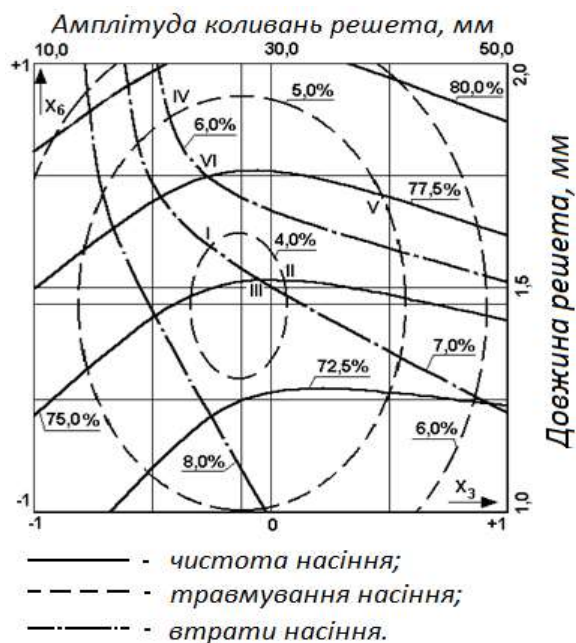
Двовірні перетини поверхонь відгуку для знову розглянутих випадків наведено на рис. 3, 4.

Проаналізуємо графічну інтерпретацію результатів експерименту. Розглядаючи побудовані лінії «рівного виходу», можна зробити висновок про те, що завдання оптимізації основних кінематичних режимів і конструктивних параметрів носить суперечливий характер. Збільшення будь-якого з досліджуваних факторів: частоти коливань, амплітуди коливань і довжини решета приводить до поліпшення показників чистоти насіння (ЧН) і їх втрат (ВН), але до певної міри погіршує показники травмування (ТН).

Рис.2. Двомірні перетини поверхонь відгуку при $X_1=0$; $X_5=0$; $X_6=-1$

Як видно з рис. 2, при установці довжини решета на мінімальному рівні неможливо домогтися чистоти насіння більше 72%. Зона оптимального поєднання чинників обмежена дугами кривих ЧН; ВН і ТН, що перетинаються в точках I; II; III. Чистота насіння при цьому знаходиться в межах 71-72%; травмування складе менше 6%, а втрати не перевищують 7%. Для

даного технологічного режиму частота коливань дорівнює 24,3-36,25 (1/с), а амплітуда складає 34-46 (мм). Якщо показник чистоти насіння знизиться до 71%, а втрати до 8%, діапазон допустимого варіювання кінематичних режимів (фігура обмежена точками IV, V; VI) складе: для частоти – 24,3-45,0 (1/с); для амплітуди 25-42 (мм).

Рис.3. Двомірні перетини поверхонь відгуку при $X_1=0$; $X_2=+1$; $X_5=0$

Аналіз результатів експерименту, графічна інтерпретація яких наведена на рис.3, свідчить про підвищення показників технологічного процесу при фіксації частоти коливань на

максимальному рівні. Вдалося домогтися травмування насіння менше 4% при їх чистоті більш як 75% і втрат в діапазоні 6-7% (фігура обмежена точками I; II і III). Амплітуда коливань знаходиться в межах 24-32 мм, а довжина робочої частини 1,51-1,625 м. У разі погіршення показників травмування до 5% можливо домогтися чистоти насіння більш 77,5% і втрати не перевищують 6% (фігура обмежена точками IV, V і VI). Незалежні фактори можуть лежати в діапазоні: амплітуда – 25-40 мм; довжина решета

– 1,75-1,825 м для частоти коливань 24,0-42,0 (1/с), для амплітуди 24-48 мм.

Аналізуючи останню графічну залежність (рис.4), можна зробити висновок, що для досягнення значень якісних показників технологічного процесу, що порівнянні з двома раніше розглянутими варіантами, необхідно, щоб частота коливань становила 9,0-42,0 (1/с), а довжина робочої частини решета 1,2-1,6 м. Заданому поєднанню факторів відповідає фігура, що обмежена точками II; III; IV, обмежена кривими ЧН = 70%, ТН = 6% і ВН = 8%.

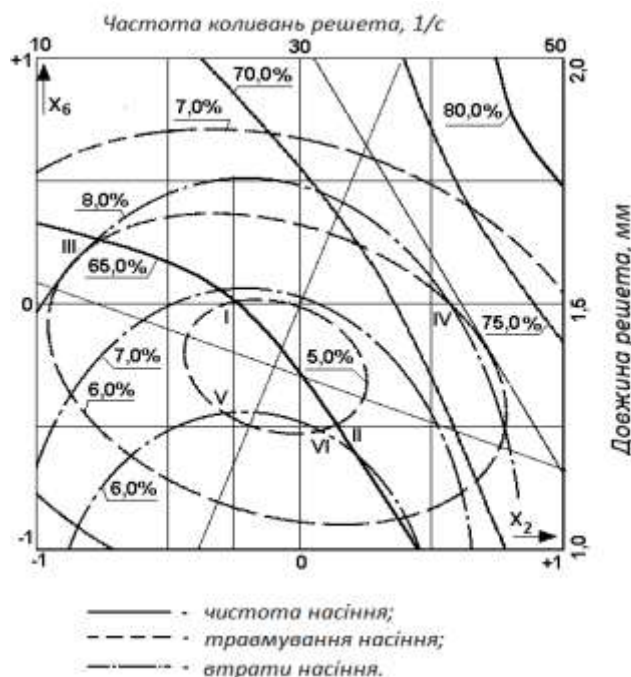


Рис.4. Двомірні перетини поверхонь відгуку при $X_1 = 0$; $X_3 = +1$; $X_5 = 0$.

Висновки та перспективи подальших розвідок. Відсутність сучасного, високопродуктивного обладнання не дозволяє в повній мірі реалізувати можливості України щодо забезпечення сільського господарства власним насінням овоче-баштанних культур. Придбання насіння за кордоном призводить до додаткових валютних видатків, знижує врожайність баштанництва відкритого ґрунту через те, що не всі сорти районовані в нашій зоні. У вітчизняній і світовій практиці проведено вкрай недостатньо досліджень з приводу обґрунтування конструктивних параметрів і кінематичних режимів сепараторів насіння від подрібненої кірки і мезги, одержуваних у процесі подрібнення насінневих плодів. Проведене теоретичне обґрунтування відноситься тільки до сепараторів грохотного типу з горизонтальним решетом із зворотньо-поступальним рухом і постійним тиском частинок подрібненої маси на поверхню решета.

Виявлено чинники, що впливають на якість виконання технологічного процесу грохотного сепаратора: кут нахилу решітної поверхні, частоту коливань решета, амплітуду його коливань, кут прикладання сили коливання і довжину решета. В якості критеріїв оптимізації були обрані: чистота насіння, величина їх травмування і рівень втрат насіння.

Встановлено чинники, що найбільшою мірою впливають на якість виконання технологічного процесу: частота коливань грохоту, амплітуда коливань і довжина робочої поверхні решета. При цьому діапазони варіювання незалежних факторів дозволили забезпечити режими як інерційної сепарації, так і вібросепарації.

Діапазони оптимального поєднання незалежних факторів такі: в разі травмування насіння 4-6%, чистоти 70-75%, втрати знаходяться в межах 6-7%, необхідною умовою є частота коливань 9,0-42,0 (1/с), амплітуда коливань 24-32 мм, а довжина робочої частини

решета 1,2-1,6 м. В режимі вібросепарації (частота коливань більше 30 (1/с); амплітуда більше 35 мм (при куті прикладання сили коливання 10°) травмування насіння не перевищує 5%, а їх частота знаходиться в межах 70...71%. У той же час в режимі інерційного

сепаратора досягається втрата насіння на рівні 5-6%.

Перспективами подальших розвідок є рекомендації по конструктивним схемам сепараторів, їх кінематичним режимам, що дозволяє інтенсифікувати процес очищення свіжовиділеного вологого насіння від органічних домішок.

Список використаних джерел:

1. Мишанчук Т. Овоче-баштанна продукція: проблеми галузі. *Аграрний тиждень. Україна*. URL: <https://a7d.com.ua/plants/1656-ovochevo-bashtanna-produkciya-problemi-galuzi.html>
2. Бабенко Д.В., Горбенко О.А., Доценко Н.А., Кім Н.І. Дослідження якісного складу подрібненої маси насінників овоче-баштанних культур. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 3 С.236-241
3. Shebanin V., Atamanyuk I., Gorbenko O., Kondratenko Y., Dotsenko, N. Mathematical modelling of the technology of processing the seed mass of vegetables and melons. *Food Science and Technology*. 2019. 13(3). P.118-126
4. Пастушенко А.С., Дубровін В.О. Проходження насіння овоче-баштанних культур крізь отвори решета давильно-сепаруючої машини. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2011. Вип. 166. Ч. 2. С. 97-103.
5. Огієнко М. М. Проведення експериментальних досліджень машин для відділення насіння овоче-баштанних культур. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2012. Вип. 3. С. 195-202.
6. Пастушенко С.И., Пастушенко А.С. Особенности методики экспериментальных исследований механизированных процессов получения семенного материала огурца и дыни. *MOTROL*. 2013. 15. №2. С.23-28
7. Шапоров М.Н., Сёмин Д.В., Садовников М.А. Механизация первичной переработки плодов бахчевых культур. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: агропромышленная инженерия*. 2008. №4 (12). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizatsiya-pervichnoy-pererabotki-plodov-bahchevyh-kultur>
8. Цепляев А.Н., Китов А.Ю. Физико-механические свойства плодов бахчевых культур. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. Технические науки*. 2017. №3 (47). С.1-10
9. Китов А.Ю., Кульченко Н.И. Оптимизация параметров выделителя семян из плодов бахчевых культур. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. Технические науки*. 2015. №1. С. 125-228.
10. Абезин В.Г., Шапоров М.Н., Моторин В.А., Беспалова О.Н. Технология и технические средства производства и подготовки к посеву семян бахчевых культур. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. Технические науки*. 2017. №1(45). С. 181-187.
11. Bill (B.R.) Greg, Gary L. Billups. *Seed conditioning*. Volume 2. Technology. Part A. Advanced-level information for managers, technical specialists, professionals. Science Publishers. Enfield, New Hampshire URL: https://books.google.com.ua/books?id=NwankEgG2eQC&pg=PA251&lpg=PA251&dq=seed+mass+machines&source=bl&ots=i8QD-Q_twa&sig=ACfU3U2LaQk0xBL50Z-CykKMDGy-ufolJLw&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKewiHh7yA6-foAhXPFxCKHfq4BYwQ6AEwA3oECAgQPw#v=onepage&q=seed%20mass%20machines&f=false
12. Seeds Toolkit. Module 2: Seed processing: principles, equipment and practice. Published by: *The Food and Agriculture Organization of the United Nations and Africa Seeds*. Rome, 2018. 93p. URL: <http://www.fao.org/3/ca1491en/CA1491EN.pdf>
13. Бабенко Д.В., Горбенко О.А., Доценко Н.А., Кім Н.І. Дослідження засобів механізації отримання насіння овоче-баштанних культур. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016. Вип. 4(92) С.137-142
14. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 279 с.

Бабенко Д. В., Горбенко Е. А., Доценко Н. А., Кім Н. И. Оптимизация конструктивных и кинематических параметров сепаратора семян овощных и бахчевых культур

Определены критерии оптимизации, по которым осуществлялось оценивание качества выполнения технологического процесса. Выявлены основные факторы, влияющие на работу грохотного сепаратора: угол наклона решетных поверхностей, частота колебаний решета, амплитуда его колебаний, угол приложения силы колебания и длина решета. В качестве критериев оптимизации были выбраны: чистота,

величина травмирования и уровень потерь семян. Указанные диапазоны оптимального сочетания независимых факторов.

Ключевые слова: овощные и бахчевые культуры, сепаратор, кинематические и конструктивные параметры.

D. Babenko, O. Gorbenko, N. Dotsenko, N. Kim. **Optimization of structural and kinematic parameters of separator of vegetable and melon crops**

It was determined in the article the optimization criteria, which were used to evaluate the quality of the technological process. The main factors influencing the operation of the vibrating separator are revealed: the angle of inclination of the lattice surface, the frequency of oscillations of the sieve, the amplitude of its oscillations, the angle of application of the oscillation force and the length of the sieve. The optimization criteria were chosen: purity, magnitude of injury and the level of seed loss. The ranges of optimal combination of independent factors are indicated.

Keywords: vegetable and melon crops, separator, kinematic and design parameters.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ ЖАРОМІЦНИХ СТАЛЕЙ В УМОВАХ НЕПЕРЕРВНОГО ТОЧІННЯ

О. О. Лимар, кандидат фізико-математичних наук

ORCID ID: 0000-0002-0301-7313

Миколаївський національний аграрний університет

Робота присвячена дослідженню факторів, що впливають на стійкісні характеристики ріжучого інструменту в умовах точіння жароміцних корозійностійких сталей. Розглянуто методи підвищення зносостійкості різця зі змінними п'ятигранними пластинами, що не переточуються. Проаналізовано характер зношування змінних багатограних пластин та причини їх руйнування в умовах неперервного точіння зі зносостійкими покриттями.

Ключові слова: ріжучий інструмент, п'ятигранні пластини, змащувально-охолоджуючі рідини, стійкісні характеристики, зносостійкість різця, зносостійкі покриття, важкооброблювані матеріали.

Постановка проблеми. Одним з актуальних питань, що стоять перед металообробною промисловістю, є питання підвищення ефективності різання матеріалів з високими фізико-механічними властивостями, що характеризуються низькою оброблюваністю [1].

Матеріали, що важко обробляються різанням через специфічні фізико-механічні властивості, доцільно класифікувати за такими ознаками: призначенням (високоміцні, надміцні, нержавіючі, магнітні, тугоплавкі та ін.); будовою (мартенситні, аустенітні, металокерамічні та ін.), основним складовим елементом матеріалу (кобальтові, титанові, вольфрамові, нікелеві та ін.). [1-7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для вирішення завдання підвищення працездатності і надійності різального інструменту потрібно забезпечити йому високу зносостійкість. Різці при різанні матеріалів втрачають свої різальні властивості й виходять з ладу через передчасне зношування робочих поверхонь. Актуальною проблемою сучасного машинобудування є вибір відповідного способу обробки жароміцних корозійностійких сталей (2X13, 20X13, 30X13 та ін.), які широко застосовуються у виробі сільськогосподарського призначення, хімічної, нафтопереробної, харчової і легкої промисловості, а також у машинобудуванні для виготовлення деталей, що працюють на зношування при температурі до 450-500°C, а саме: пружин, зубчастих коліс, муфт, валів, штоків поршневих компресорів, ріжучого та мірильного інструменту, деталей внутрішнього згоряння газових турбін тощо [8].

Питаннями підвищення зносостійких характеристик різального інструменту займалися такі вчені: Верещака А. С. [1, 2], Куклін Л. Г. [3], Мацевитий В. М. [4], Табаков В. П. [5, 6] та ін. Авторами проведено класифікацію основних методів нанесення зносостійких покриттів на чотири групи, залежно від методів їх утворення, та сформульовано експлуатаційні вимоги до зносостійких покриттів, а саме: зберігати свої властивості до високих температур, не мати дефектів, володіти більшою твердістю ніж інструментальні матеріали, мати високу межу тривалості, високу теплостійкість, володіти низькою схильністю до адгезії.

Таким чином, методи експериментальних досліджень процесу різання металів є важливими не тільки з наукової точки зору, але і з практичної – підвищення ефективності машинобудівного виробництва, а також економічного ефекту застосування.

Через високу міцність, твердість і в'язкість хромисті сталі мають низьку оброблюваність. При використанні швидкорізального інструменту коефіцієнт оброблюваності становить $K_v, б.с = 0,45$, а для твердосплавного інструменту $K_v тв.спл. = 0,7$, тому поліпшення оброблюваності цієї групи сталей і підвищення зносостійких характеристик ріжучого інструменту є актуальним завданням, вирішення якого має забезпечити підвищення як продуктивності, так і якості поверхні деталі, що оброблюється, а отже й ефективність механічної обробки у цілому. Одним із основних шляхів розвитку і вдосконалення механічної обробки точінням можна вважати використання

змащувально-охолоджуючих рідин і застосування змінних багатограних пластин, що не переточуються, зі зносостійкими покриттями [1-3].

Виклад основного матеріалу. Експериментальні дослідження проводили на токарно-гвинторізному верстаті 16K20 при обробці хромистої, жароміцної сталі 20X13 з використанням різців з механічним кріпленням із змінними п'ятигранними пластинами, що непереточуються, з фаскою в широкому діапазоні режимів різання з використанням змащувально-охолоджуючої рідини.

Варто відзначити, сталь, що досліджували в ході експерименту, належить до класу корозійностійких, жароміцних матеріалів. Залежно від вмісту хрому їх структури поділяються на три класи: мартенситні (95X18, 30X13, 20X13, 40X13), мартенсито-феритні

(12X13) і феритні (08X13, 12X17, 08X17T, 08X18T1). Ступінь корозійної стійкості сталі залежить від процентного вмісту хрому, що дає можливість в свою чергу поділити на три групи: до першої групи корозійної стійкості належать сталі з вмістом хрому 13%, другої – 17% і третьої – 25-28%. [5 - 9]

Для підвищення оброблюваності хромистих сталей досліджували закономірності різання, характер зношування і стійкість впливу температурних факторів в процесі різання ріжучого інструменту на прикладі змінних багатограних пластин, що не переточуються, із застосуванням зносостійких покриттів.

Ця сталь має хімічний склад, який представлено в табл. 1, і застосовується в якості жароміцного матеріалу при температурах 450 - 550° С, а в якості жаростійкого – до 790° С. [10-13].

Таблиця 1

Хімічний склад сталі 20X13, % (ГОСТ 5632-81)

C	Cr	Si	Mn	S	P	T	Cu	Ni
0,16-0,25	12,0-14,00	Не більше						
		0,8	0,8	0,025	0,030	0,2	0,30	0,60

У роботі наведено відомості про результати експериментального дослідження оброблюваності точінням хромистої сталі марки 20X13, що виконувалося на токарно-гвинторізному верстаті в умовах безперервного точіння.

В ході експерименту використовували різці з механічним кріпленням, оснащені змінними п'ятигранними пластинами, що не переточуються, марок Т5К10, Т40, ВК8 і Р30. Основним критерієм ефективності при порівнянні змінних твердосплавних пластин виступає їх стійкість. Стійкість пластини – здатність матеріалу, з якого вона виготовлена, зберігати свої фізико-механічні властивості протягом певного часу. Період стійкості змінної твердосплавної пластини безпосередньо залежить від марки матеріалу, що оброблюється, а також режимів різання.

Тверді сплави розрізняють за хімічним складом і класифікують їх за вмістом в них металів карбідів: вольфрамові – ВК2, ВК3, ВК3М, ВК4В, ВК6М, ВК6, ВК6В, ВК8, ВК8В, ВК10, ВК15, ВК20, ВК25; титано-вольфрамові – Т30К4, Т15К6, Т14К8, Т5К10, Т5К12В; титано-тантало-вольфрамові – ТТ7К12, ТТ10К86; безвольфрамові ТНМ 20, ТНМ25, ТНМ30 [1-7].

При обробці сталі 20X13 найкращу стійкість показали різці, оснащені твердосплавними пластинами 10114-110408 ДСТУ 19065-80 з металокерамічних твердих сплавів марок Т5К10, Т40, ВК8, що були прийняті за основу. У табл. 2 відповідно до ДСТУ 3882-74 наведено відсотковий вміст кобальту (Co), карбіду вольфраму (WC) і карбіду титану (TiC), у відсоткових частках, у змінних п'ятигранних пластинах (ЗПП). [8 - 13].

Таблиця 2

Хімічний склад металокерамічних твердих сплавів марок Т5К10, Т40, ВК8

Марка ЗПП	Відсотковий вміст %		
	Кобальт (Co)	Карбід вольфрама (WC)	Карбід титану (TiC)
Т40	12	83	5
ВК8	8	92	
Т5К10	10	85	5

Варто відзначити, що в ході експерименту було використано комплексний підхід до вивчення проблем зносостійкості ріжучого інструменту в умовах точіння, а саме,

досліджували не тільки вплив температур в зоні різання на стійкість ріжучого інструменту і якість поверхні, що оброблюється, а також вплив зносостійкого покриття на стійкісні характеристики різця в цілому.

Одним з визначальних факторів для підвищення ефективності ріжучого інструменту є метод і технологія нанесення зносостійких покриттів. В якості матеріалу застосовували одношарові покриття нітрид титану TiN , що наносили на твердосплавні пластини, на установці "Булат 3т" методом конденсації з плазмової фази з іонним бомбардуванням (КІБ).

Твердосплавні пластини перед нанесенням покриттів піддавали поліруванню алмазною пастою, механічним, а потім ультразвуковим очищенням в суміші ацетату і етилового спирту. Безпосередньо на установці до нанесення покриття здійснювали іонну очистку у вакуумі в тліючому розряді при тиску $P = (2...3) \cdot 10^{-2}$ мм. рт. ст. іонами аргону при напрузі на підкладці 1100 Вт протягом 30 хв. Потім відкачували повітря з камери до тиску $3,99 \cdot 10^{-1}$ Па, не знімаючи з підкладки високої напруги, включали випарник, встановлюючи струм дугового розряду 80А, здійснювали іонне бомбардування (очищення) пластин в безперервному режимі протягом 5 хв, підвищуючи температуру пластин до 650 °С. Далі, не вимикаючи випарник, знімали з підкладки високу напругу до 200 В, підтримували в камері відносний тиск азоту $P_a = 3,99 \cdot 10^{-1}$ Па, збільшували силу струму дугового розряду до $I_d = 120$ А і в безперервному режимі здійснювали синтезування нітридотитанового покриття TiN протягом 20...25 хв. Товщина покриттів перебувала в межах 2...3 мкм, а мікротвердість від 16,5 ... 18,5 ГПа. [10, 13].

У процесі іонного бомбардування покриття поверхні підкладки піддається іонному розпорошенню (травленню), при якому видаляються забруднення, сорбовані гази, плівки, підвищується температура підкладки, кристалічна решітка отримує більшу кількість субмікронедосконалостей і термодинамічно активізується. При подальшому осадженні покриття відбувається добудова кристалічної решітки, мікротріщини і пори заповнюються матеріалом покриття, що сприяє підвищенню адгезійної міцності з'єднання «покриття – основа».

При виборі методу подачі змащувально-охолоджуючої рідини було розглянуто два основні методи, а саме – подача змащувально-охолоджуючої рідини в зону різання і охолодження інструменту методом замкнутого циклу, що полягає в циркуляції змащувально-охолоджуючого технологічного середовища. Надалі, при вивченні проблем використання змащувально-охолоджуючих рідин з усіх досліджуваних способів подачі ЗОР (табл. 3) було прийнято за основу спосіб вільно падаючого струменя, що є найбільш поширеним при використанні на даному токарно-гвинторізному верстаті 16К20 без числового програмного управління (ЧПУ). Даний метод ЗОР призначений для змащення поверхонь тертя, охолодження ріжучого інструменту матеріалу, що оброблюється, своєчасного видалення із зони різання стружки і продуктів зношування інструменту. Особливу увагу при виборі способу подачі ЗОР було приділено екологічності, надійності та економічності системи. [13].

Таблиця 3

Способи подачі ЗОР

Вільно падаючим струменем (поливом)
Під тиском через соплові насадки (напірним струменем)
У розпиленому стані (у вигляді струменя повітряно-рідинної суміші)
Через канали в інструменті з виходом в зону різання під тиском
Через канали в інструменті без виходу в зону різання (під тиском)
Контактне змочування
Періодична подача ЗОР на інструмент перед обробкою різанням (в розпиленому стані, зануренням, нанесенням пензликом або тампоном, з маслянки і ін.).
Замкнутий цикл циркуляції ЗОТС

Експлуатаційна надійність і довговічність токарного різця визначається температурою різання. В ході дослідження законів процесу зношування леза ріжучого інструменту береться до уваги як середня температура на його площадках контакту, так і значення температур в кожній точці кромки п'ятигранної пластини, Отже

доцільно проводити дослідження законів розподілу температур на передній поверхні кромки ріжучого інструменту залежно від його параметрів. Джерело тепла на передній поверхні кромки інструменту представлене плоско-прямокутним і рівним площі контакту леза з

передньою поверхнею і з однаковою щільністю розподілу теплового потоку. [12-15].

Провівши теоретичні дослідження, а також виходячи з розглянутих характеристик, можемо зробити узагальнений висновок про те, що запропонований метод дозволяє досягти рівномірного відведення тепла від ріжучої частини різця за рахунок постійної подачі змащувально-охолоджуючої рідини в зону різання, а саме – в зону безпосереднього контакту двох поверхонь.

Точіння проводили у широкому діапазоні режимів різання: $V = 110-360$ м / хв, при подачах $S_r = 0,08; 0,1; 0,15; 0,2; 0,3$ мм/об. і глибині різання $t = 0,5-3$ мм без охолодження із застосуванням змащувально-охолоджуючої рідини. Дослідження зношування виконували в

початковому і основному періоді роботи. За критерій затуплення різців було прийнято максимальну лінійну величину зношування по головній задній поверхні $h_3 = 1,0$ мм. Товщина покриття становила близько 5 мкм, твердість $H_{100} = 20000 \cdot 24000$ МПа.

Провівши ряд досліджень залежності зношування змінної п'ятигранної пластини з використанням фаски 1х450 від швидкості різання в діапазоні режимів різання (табл. 4) без використання змащувально-охолоджуючої рідини, отримали результати, зведені в графіку (рис. 1), що дало можливість вибору оптимальних режимів різання, а саме швидкості різання V , що має найбільший вплив на зношування ріжучого інструменту при безперервному точінні корозійностійкої, жароміцної сталі 20X13.

Таблиця 4

Зведені данні режимів різання сталі 20X13 різцем зі змінною п'ятигранною платиною T40 з фаскою 1х45 без змащувально-охолоджувальної рідини (ЗОР)

Номер графика	Швидкість різання V (м/хв)	Частота обертання n (об/хв)	Подача S_r (мм/об)	Глибина різання t (мм)
1	280	1250	0,11	1
2	230	1000	0,11	1
3	205	630	0,11	1
4	150	500	0,11	1
5	110	400	0,11	1

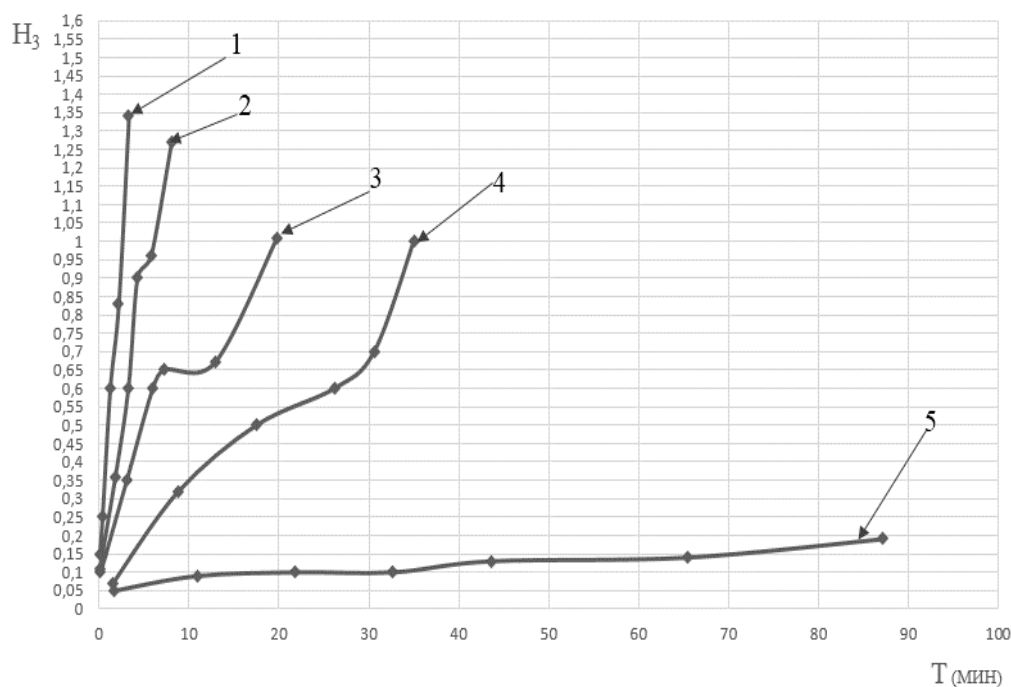


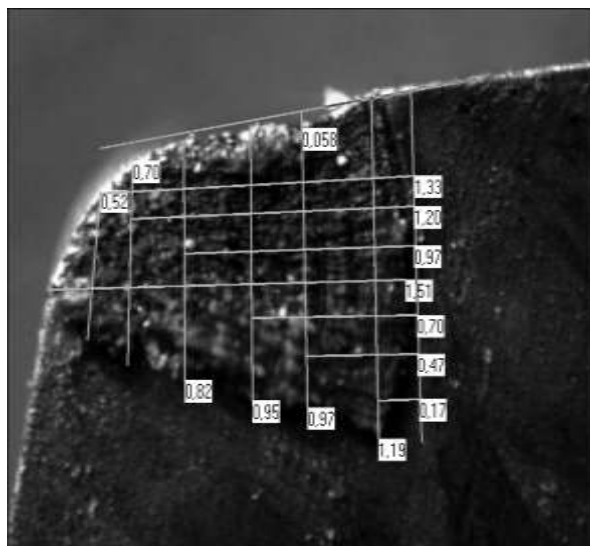
Рис. 1. Графік залежності зносу пластини T40 від швидкості різання

В ході експерименту при обробці сталі 20X13 різцем зі змінною п'ятигранною платиною T40 без зносостійкого покриття і без застосування

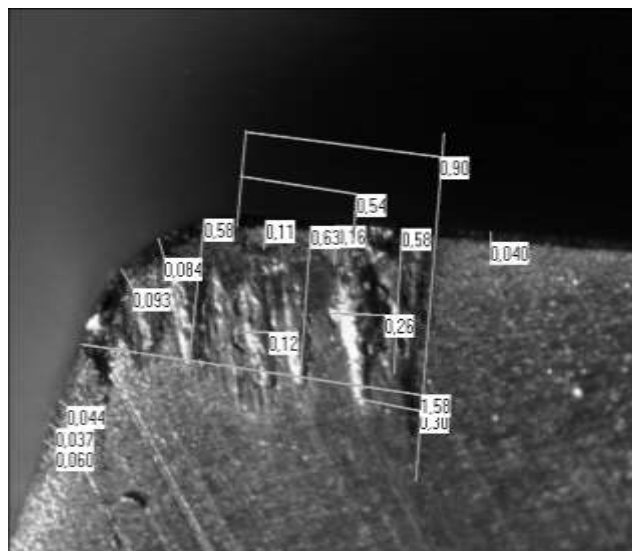
ЗОР при швидкості різання $V = 150$ м/хв, подачі $S = 0,11$ мм/об. і глибині різання $t = 1$ мм спостерігалось налипання стружки на передню

поверхню (рис. 2 а), на відміну точіння із застосуванням ЗОР (рис. 2 б). Це пояснюється тим, що в процесі різання сталі, при контакті ріжучої кромки твердосплавної пластини різця і поверхні, що оброблюється, тепло матеріалу, що при цьому виділяється, концентрується в стружці,

що безпосередньо контактує з передньою поверхнею ріжучого інструменту, та, в свою чергу, під дією сил різання налипає на передню поверхню ріжучої пластини токарного різця (рис. 2).



а



б

Рис.2. Змінна багатогранна твердосплавна пластинка різця Т40 без покриття TiN:
а – налипання стружки без ЗОР.; б – нарости на передній поверхні з використанням ЗОР

Надалі, в ході проведення експерименту при обробці матеріалу п'ятигранної пластини Т5К10, ВК8 і Т40 без покриття (рис. 3) ми можемо спостерігати утворення лунки з подальшим утворенням відколів. Це пояснюється тим, що при швидкісних режимах різання, де $V > 150$ (м/хв), під впливом високих температур спостерігається налипання стружки, яка утворилася в ході обробки поверхні, на передню поверхню ріжучої пластини, в подальшому відбувається її зрив з частинками ріжучого інструменту. Лункоутво-

рення, частковий зрив або сколювання ріжучої кромки призводить до погіршення якості поверхні, що оброблюється, що в свою чергу призводить до погіршення точності виготовлення деталі. Розміри відколів досягали 0,1 ... 0,5 мм.

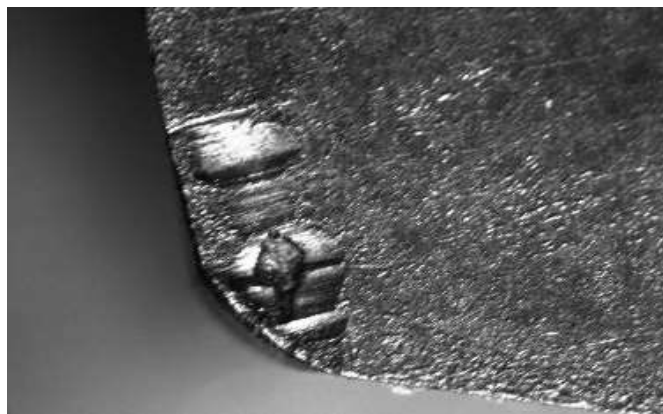
Встановлено, що сколоутворення є процес крихкого відділення фрагментів твердого сплаву по передній поверхні уздовж ріжучого леза у вигляді тонкої пластини з утворенням лунки у формі улоговинки, що мають гострі кромки.



а



б

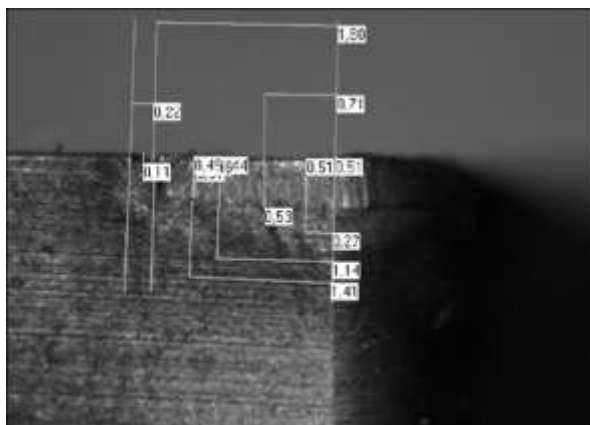


б

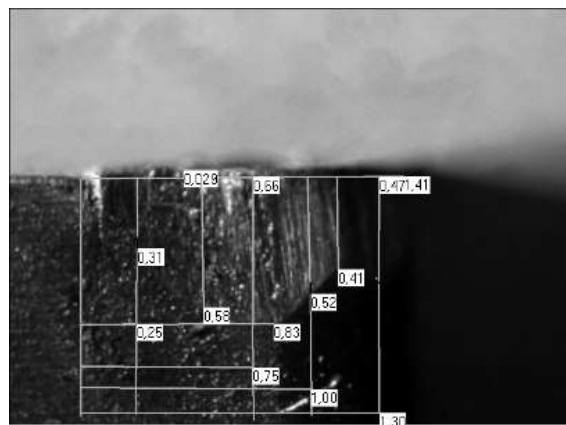
Рис. 3. Лункоутворення на передній поверхні змінних багатограних твердосплавних пластин різця без покриття
TiN: а– T5K10; б – BK8; в– T40

Далі проведено порівняльний аналіз характеру зносу і стійкості ріжучого інструменту на прикладі змінної п'ятигранної пластини T5K10 з покриттям TiN і без покриття. На рис. 4 б, в ході безперервного точіння сталі 20X13, пластина, на якій було відсутнє нітридо-титанове покриття,

спостерігався підвищений знос і підвищена інтенсивність дифузійних процесів на ділянці пластичного контакту. На пластині з TiN покриттям зношування проходило рівномірно, а також стійкість ріжучого інструменту збільшувалася на 30%.



а



б

Рис. 4. Змінна багатогранна твердосплавна пластина різця T5K10:
а–пластина з покриттям TiN; б – пластина без покриття TiN

Висновки. Таким чином, проаналізувавши отримані експериментальні дані, можна зробити висновок: високі показники зносостійкості показали пластини, що мали фаску 1x450, також наявність фаски сприяло збільшенню стійкості ріжучої кромки до викрошування; використання змащувально-охолоджуючої рідини сприяло зменшенню температури різання, своєчасного видалення із зони різання стружки і продуктів зношування інструменту, що призводило до зниження перегріву пластини, внаслідок чого спостерігалось збільшення часу стійкості ріжучого інструменту на 30-40%; різці, що

оснащувалися пластинами без TiN покриття, піддавалися активному абразивно-механічному зношуванню в умовах адгезійної взаємодії інструментального матеріалу зі стружкою.

Наявність же покриттів на ЗПП призвела до зменшення ширини площі контакту у два-три рази, відповідно зменшувалася і площа контакту стружки з передньою поверхнею, в результаті чого істотно знизився коефіцієнт тертя і зменшився коефіцієнт усадки стружки. Отже доведено, що при точінні важкооброблюваних жароміцних корозійностійких сталей, на прикладі 20X13, при однакових режимах різання різцями,

що були оснащені змінними ПНП з TiN – інструменту підвищуються в два рази в покриттям, стійкісні характеристики ріжучого порівнянні з різцями, що не мають покриттів.

Список використаних джерел:

1. Верещака А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями: монография / под ред. И.С. Форстен. А.С. Верещака. М.: Машиностроение, 1993. 325с.
2. Верещака А.С., Третьяков И.П. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями. М.: Машиностроение, 1986. 192 с.
3. Повышение прочности и износостойкости твердосплавного инструмента / Л.Г. Куклин, В.И. Сагалов, В.Б. Серебровский, С.П. Шабашов. М.: Машиностроение, 1968. 140 с.
4. Мацевитый В.М. Покрытия для режущих инструментов [Текст]. Х.: Вища школа, 1987. 128 с.
5. Табаков В.П., Чихранов А.В. Износостойкие покрытия режущего инструмента, работающего в условиях непрерывного резания [Текст]. Ульяновск: УлГТУ, 2007. 255с.
6. Табаков В.П. Формирование износостойких ионно-плазменных покрытий режущего инструмента. М.: Машиностроение, 2008. 311 с.
7. Станчук Э.А., Грипас В.Н., Прибыш А.И. Производительная обработка жаропрочных сплавов. *Материалы труды института*. Николаев: НКИ, 1974. Выпуск 18. С.54-57.
8. Москалев А.П., Лимарь А.А. Обработка хромистых сталей. *Матеріали II міжнародної науково-технічної конференції*. Миколаїв: НУК, 2012. С.121 – 123.
9. Энтелеса С.Г., Берлинера Э. М. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник. М.: Машиностроение, 1986. 352 с.
10. Лимарь А.А. Повышение износостойкости режущего инструмента в условиях точения хромистой стали. *Матеріали II міжнародної науково-технічної конференції*. Миколаїв: НУК, 2012. С.144 – 145.
11. Лобанов Д.В., Янюшкин А.С., Рычков Д.А. Оптимизация выбора режущего инструмента на основе методов сравнительного анализа. *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2010. №5.
12. Каиров А.С., Лимарь А.А., Анастасенко С.Н. Повышение стойкостных характеристик режущего инструмента путем применения смазочно-охлаждающих технологических сред. *Вісник національного технічного університету «КПІ»*. Серія «Машинобудування». 2014. №1 (70). С.88 –93.
13. Лимарь А.А. Влияние износостойких покрытий на стойкостные характеристики режущего инструмента при обработке труднообрабатываемых коррозионностойких материалов. *Вісник національного технічного університету «КПІ»*. 2013. Вип. 2(68). С. 116.
14. Костюк Г.И. Физические процессы плазменно-ионных, ионно-лучевых, плазменных, светолучевых и комбинированных технологий. Физико-технические основы нанесения покрытий, ионной имплантации и ионного легирования, лазерной обработки и упрочнения, комбинированных технологий: монография. К.: АИНУ, 2002. Кн. 1. 587 с.
15. Костюк Г.И. Физико-технические основы напыления покрытий, ионной имплантации и ионного легирования, лазерной обработки и упрочнения, комбинированной технологии. Справочник для расчета основных физических и технологических параметров, оценки возможностей, выбора типа технологий и оборудования. Физико-технические основы нанесения покрытий, ионной имплантации и ионного легирования, лазерной обработки и упрочнения, комбинированных технологий: моногр. К.: Изд-во АИНУ 2002. Кн. 2. 441 с.

А. А. Лимарь. Повышение эффективности обработки жаропрочных сталей в условиях непрерывного точения

Работа посвящена исследованию факторов, влияющих на стойкостные характеристики режущего инструмента в условиях точения жаропрочных коррозионностойких сталей. Рассмотрены методы повышения износостойкости резца со сменными пятигранными неперетачиваемыми пластинами. Проанализирован характер износа сменных многогранных пластин и причины разрушения режущих частей резца в условиях непрерывистого точения с износостойкими покрытиями.

Ключевые слова: режущий инструмент, пятигранные пластины, смазочно-охлаждающие жидкости, прочностные характеристики, износостойкость резца, износостойкие покрытия, труднообрабатываемые материалы.

O. Lymar'. Increasing the efficiency processing of heat-resistant steels in conditions of continuous turning

The work is devoted to the study of factors influencing the resistance characteristics of the cutting tool in the conditions of turning heat-resistant corrosion-resistant steels. Methods for increasing the wear resistance of the cutter with replaceable pentagonal non-sharpening plates are considered. The nature of replaceable polyhedral plates wear and the reasons of destruction of cutting parts of the cutter in the conditions of continuous turning with wear-resistant coverings are analyzed.

Keywords: cutting tool, pentagonal plates, lubricating and cooling liquids, stability characteristics, wear resistance of the cutter, wear-resistant coatings, hard-to-process materials.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License