

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

**ПЕРЕДГІРНЕ ТА ГІРСЬКЕ
ЗЕМЛЕРОБСТВО
І ТВАРИННИЦТВО**

МІЖВІДОМЧИЙ ТЕМАТИЧНИЙ НАУКОВИЙ ЗБІРНИК

Заснований у 1967 р.

Випуск 67

Частина II

Львів-Оброшине 2020

Передгірня та гірське землеробство і тваринництво. 2020. Вип. 67 (II)
ISSN 0130-8521

*Рекомендовано до друку вченою радою Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН, протокол № 9 від 30 вересня 2020 р.*

Редакційна колегія:

Влізло В. В., Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок, Україна, відповідальний редактор

Коник Г. С., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна, заступник відповідального редактора

Седіло Г. М., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна, заступник відповідального редактора

Панахид Г. Я., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна, відповідальний секретар

Бойко П. І., Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», Україна

Вовк С. О., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Волощук О. П., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Дармограй Л. М., Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, Україна

Дзюбайло А. Г., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Ільчук Р. В., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Каплінський В. В., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Качмар О. Й., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Ковалишин С. Й., Львівський національний аграрний університет, Україна

Лихочвор В. В., Львівський національний аграрний університет, Україна

Марунек М., Інститут тваринництва, Чеська Республіка

Остапів Д. Д., Інститут біології тварин НААН, Україна

Петриченко В. Ф., Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, Україна

Пілярчик Б., Західнопоморський технологічний університет в м. Щецин, Республіка Польща

Рівіс Й. Ф., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Стасів О. Ф., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Україна

Чернявська-Пятковська Є., Західнопоморський технологічний університет в м. Щецин, Республіка Польща

Шувар І. А., Львівський національний аграрний університет, Україна

Адреса редколегії:

*Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН,
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине*

Пустомитівського р-ну Львівської обл., 81115.

Тел./факс +38 (032) 227 97 33, e-mail: inagrokarpat@isgkr.com.ua

© Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН, 2020

NATIONAL ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE
INSTITUTE OF AGRICULTURE
OF CARPATHIAN REGION

**FOOTHILL AND MOUNTAIN
AGRICULTURE
AND STOCKBREEDING**

INTERDEPARTMENTAL THEMATIC SCIENTIFIC COLLECTION

Since 1967 p.

Volume 67

Issue II

Lviv-Obroshyne 2020

UDC 631.636

Foothill and mountain agriculture and stockbreeding. 2020. V. 67 (II)
ISSN 0130-8521

Recommended for the print of a Academic council of the Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, protocol No. 9 of September 30, 2020.

Editorial board:

Vlizlo V. V., Academician of NAAS, State Scientific-Research Control Institute of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives, Ukraine, editor-in-chief

Konyk H. S., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine, deputy of editor-in-chief

Sedilo H. M., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine, deputy of editor-in-chief

Panakhid H. Ya., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine, executive secretary

Boyko P. I., National Science Center "Institute of Agriculture of NAAS", Ukraine

Vovk S. O., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Voloshchuk O. P., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Darmohray L. M., Stepan Gzhyskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Dzjubailo A. H., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Ilchuk R. V., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Kaplinsky V. V., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Kachmar O. Y., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Kovalyshyn S. Y., Lviv National Agrarian University, Ukraine

Lykhochvor V. V., Lviv National Agrarian University, Ukraine

Marounek M., Institute of Animal Science, Czech Republic

Ostapiv D. D., Institute of Animal Biology of NAAS, Ukraine

Petrychenko V. F., Institute of Feed and Agriculture of Podillya NAAS, Ukraine

Pilyarchik B., West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Poland

Rivis Y. F., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Stasiv O. F., Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Ukraine

Czerniawska-Piątkowska E., West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Poland

Shuvar I. A., Lviv National Agrarian University, Ukraine

Editorial board address:

*Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS,
st. Grushevskogo, 5, Obroshyne village,
Pustomyty district, Lviv region, 81115.*

Tel./fax +38 (032) 227 97 33, e-mail: inagrokarpat@isgkr.com.ua

© Institute of Agriculture
of Carpathian Region of NAAS, 2020

ЗМІСТ**CONTENT****ЗЕМЛЕРОБСТВО І
РОСЛИННИЦТВО****AGRICULTURE
AND PLANT GROWING**

*Бондарчук А. А., Вишневецька О. В.,
Дмитренко В. П., Рязанцев М. В.*
Результати моніторингу
переносників та заходи боротьби
з вірусними хворобами картоплі
в зоні Полісся України

*Bondarchuk A., Vyshnevskaya O.,
Dmytrenko V., Riazantsev M.*
Results of vectors' monitoring,
measures to combat viral diseases
of potatoes in the area of the
Ukraine's Polissia

8

*Вожегова Р. А., Дробіт О. С.,
Шебанін В. С., Дробітько А. В.*
Вирощування гібридів кукурудзи
інтенсивного типу в умовах змін
клімату за зрошення

*Vozhegova R., Drobit O.,
Shebanin V., Drobitko A. V.*
Growing of maize hybrids of
intensive type in the conditions of
climate change under irrigation

29

*Голобородько С. П., Димов О. М.,
Пілярська О. О., Гальченко Н. М.,*
Кормовиробництво Південного
Степу: реалії та шляхи
відродження

*Holoborodko S., Dymov O.,
Piliarska O., Halchenko N.*
Feed production in the southern
Steppe: ways of rebirth and
realities

44

*Заплітний Я. Д., Микуляк І. С.,
Лінська М. І., Карп Т. Я., Козак Г. В.*
Вивчення стійкості до прикорене-
вого вилягання у ліній кукурудзи
різних генетичних плазм та
гібридів, створених на їх основі

*Zaplitnyi Ya., Mikulak I.,
Linska M., Karp T., Kozak H.*
Study of resistance to root
lodging in corn line of different
genetic plasmas and hybrids
created on their basis

60

*Зеля А. Г., Олійник Т. М.,
Зеля Г. В.*
Відбір джерел стійкості картоплі
до раку *Synchytrium endobioticum*
(Schilbersky) Percival

*Zelya A., Oliynyk T.,
Zelya Gh.* Selection of sources of
potato resistance to wart
Synchytrium endobioticum
(Schilbersky) Percival

75

Камінський В. Ф., Асанішвілі Н. М.
Особливості росту і розвитку
рослин кукурудзи в посівах та їх
фотосинтетична діяльність
залежно від технології
вирощування в умовах Лісостепу

Kaminskyi V., Asanishvili N.
Features of growth and develop-
ment of maize plants in crops and
their photosynthetic activity
depending on the growing
technology in the Forest-Steppe

92

<i>Кирилюк В. П., Кричківський В. М., Ковальчук Н. В.</i> Адаптивна система основного обробітку ґрунту під сою	113	<i>Kyryliuk V., Krychkiivskiy V., Kovalchuk N.</i> The adaptive system of fundamental soil tillage for soya
<i>Кордулян Р. О., Кордулян Ю. В., Соломійчук М. П.</i> Вплив бактерій роду <i>Azotobacter chroococcum</i> на ріст та розвиток сільськогосподарських культур у західноукраїнській Лісостеповій провінції	124	<i>Kordulyan R., Kordulyan Yu., M. Sollomiichuk</i> The influence of the bacteria genus <i>Azotobacter chroococcum</i> on the growth and development of agricultural crops in the west-Ukrainian forest-steppe province
<i>Лавриненко Ю. О., Влащук А. М., Дробіт О. С., Лавренко Н. М., Влащук О. А.</i> Насіннева продуктивність буркуну однорічного залежно від способів сівби та удобрення	139	<i>Lavrynenko Yu., Vlashchuk A., Drobit O., Lavrenko N., Vlashchuk O.</i> Seed productivity of annual clover depending on the methods of sowing and fertilizing
<i>Лященко С. А., Олійник Т. М., Захарчук Н. А.</i> Технологічні прийоми удобрення картоплі в короткоротаційній сівозміні на супіщаних дерново-підзолистих ґрунтах Полісся України	152	<i>Lyashchenko S., Oliynyk T., Zakharchuk N.</i> Technological methods of potato fertilization in short rotation on sandy sod-podzolic soils of Polisia of Ukraine
<i>Семенчук В.Г.</i> Продуктивність насіннєвої картоплі сортів різних груп стиглості в умовах південно-західної частини Лісостепу України	170	<i>Semenchuk V.</i> Seed potato productivity of varieties of different ripeness groups in condition of south-western part of the Forest-Steppe of Ukraine
<i>Соломійчук М. П., Кордулян Ю. В., Мельник А. Т., Піковський М. Й.</i> Вплив біологічних комплексів та біостимулюючих речовин на ріст і розвиток рослин сої в Західному Лісостепу України	182	<i>Solomijchuk M., Kordulyan Yu., Melnyk A., Pikovskyi M.</i> Influence of biological complexes and biostimulating substances on the growth and development of soybean plant in the western forest-steppe of Ukraine

<i>Соломійчук М. П., Кордулян Р. О., Гунчак В. М., Борзих О. І.</i> Особливості статусу борщівника Сосновського в Україні та системний підхід у боротьбі та ліквідації небезпечного виду бур'яну	198	<i>Solomiichuk M., Kordulyan R., V. Gunchak, Borzykh O.</i> Features of the status of Sosnovsky's hogweed in Ukraine and a systematic approach in the fight and elimination of a dangerous weed species
<i>Скорейко А. М., Андрійчук Т. О., Білик Р. М., Кувшинов О. Я.</i> Фітосанітарний стан насаджень горіха грецького у західному регіоні України	215	<i>Skoreiko A., Andriichuk T., Bilyk R., Kuvshynov O.</i> Phytosanitary state of walnut's plantations in Western region of Ukraine
<i>Титова Л. В., Дубинська О. Д.</i> Продуктивність сортів сої залежно від інокуляції насіння бульбочковими й ендоефітними бактеріями в умовах зрошення Південного Степу України	228	<i>Tytova L., Dubinska O.</i> Productivity of soybean varieties depending on the inoculation of seeds with nodulous and endophytic bacteria in the conditions of irrigation of South Steppe of Ukraine
<i>Шувар А. М., Рудавська Н. М., Беген Л. Л.</i> Формування асиміляційної поверхні бінарних посівів зернових і зернобобових культур	240	<i>Shuvar A., Rudavska N., Behen L.</i> Formation of the assimilation surface of binary cultures of cereals and legume-cereals

ТВАРИННИЦТВО

STOCKBREEDING

<i>Саранчук І. І.</i> Рівень неестерифікованих жирних кислот у тканинах черевця та продуктивні ознаки бджіл за згодовування різної кількості лляної олії	253	<i>Saranchuk I.</i> Unesterified fatty acids level in abdomen tissues, and bees' productive traits at feeding various quantity of linseed oil
---	-----	---

ЗЕМЛЕРОБСТВО І РОСЛИННИЦТВО

DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-1

УДК.578.4:578.864 (635.21)

А. А. БОНДАРЧУК, член-кореспондент НААН

О. В. ВИШНЕВСЬКА, кандидат сільськогосподарських наук

В. П. ДМИТРЕНКО, аспірант

М. В. РЯЗАНЦЕВ, завідувач лабораторії первинного насінництва

Інститут картоплярства НААН

бул. Чкалова, 22, смт. Немішівське Бородянського р-ну Київської обл., 07853,

e-mail: olgavushnev_@ukr.net

РЕЗУЛЬТАТИ МОНІТОРИНГУ ПЕРЕНОСНИКІВ ТА ЗАХОДИ БОРОТЬБИ З ВІРУСНИМИ ХВОРОБАМИ КАРТОПЛІ В ЗОНІ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Вірусні хвороби є одним із основних чинників зниження продуктивних характеристик насіннєвої картоплі. Інтенсивність поширення та види вірусних хвороб у насінницьких насадженнях картоплі залежать від чисельності, видового складу переносників та системи заходів зниження ступеня повторного зараження насіннєвої картоплі вірусними інфекціями в польових умовах.

Раннє видалення картоплиння перешкоджає доступу попелиць – переносників вірусної інфекції, що сприяє отриманню здорового насіннєвого матеріалу в процесі добазового і базового насінництва картоплі. Доведено, що раннє видалення картоплиння, через 10–12 днів після досягнення критичного порогу шкодочинності попелиць дозволяє знизити можливість вірусного зараження.

Наведено результати досліджень за 2017–2019 рр. щодо визначення чисельності та видового складу крилатих генерацій попелиць у насадженнях насіннєвої картоплі зони південного Полісся України, динаміки накопичення вірусної інфекції в оздоровленому насіннєвому матеріалі картоплі протягом вегетації та репродукції, вихід кондиційного насіння картоплі залежно від строків видалення картоплиння.

За результатами трирічних спостережень за розвитком популяції крилатих попелиць у насадженнях картоплі в зоні південної частини Полісся України (Київська область) встановлено, що «критичні періоди» зростання чисельності переносників вірусів настають у період з III декади червня по II декаду липня.

Визначення видового складу популяцій попелиць у насадженнях насіннєвої картоплі в умовах південної частини Полісся України в 2019 році показало, що основну масу крилатих попелиць становили потенційно важливі

© Бондарчук А. А., Вишневська О. В.,
Дмитренко В. П., Рязанцев М. В., 2020

вектори поширення вірусу картоплі PVY (в порядку зменшення): чорна бобова (*Aphis fabae* Scop) (51,6 %), крушина (*Aphis nasturtii* Kalt) (20,7 %), звичайна картопляна (*Hulacorthum solani* Kalt) (19,9 %), велика картопляна (*Macrosiphum euphorbiae*) (14,0 %), зелена персикова (*Myzus persicae* Kalt) (3,8 %). За вегетаційний сезон кількість крилатих переносників склала 493 штуки на пастку Меріке. Найбільш чисельними векторами були види *Aphis frangulae* і *Aphis fabaess*, які мають відносно невисокий індекс передачі PVY – 0,53 та 0,1 відповідно. Загальна чисельність цих видів становила 62,3 % від кількості виявлених комах векторів і створила значне векторне навантаження дослідної ділянки. Сукупний індекс векторного навантаження становив 81. Ступінь інфікованості насіння *М*-вірусом картоплі на варіанті з видаленням картоплиння через 10 днів після цвітіння рослин становила 2,0–4,0 % за величини зараженості рослин картоплі вірусом *М* на контролі без видалення картоплиння 8,0–9,0 %, залежно від сорту.

Раннє видалення картоплиння (на 10-й день після цвітіння картоплі) сприяло зменшенню ураженості рослин *М*-вірусом картоплі відносно контролю без видалення картоплиння по сортах Мирослава на 7,5 %, Предслава – 6,0 %, Альянс – 9,0 %.

Найбільший вихід насіннєвих бульб з одиниці площі було отримано при видаленні картоплиння через 10 днів після цвітіння картоплі, що становило відповідно по сортах Мирослава – 410, Предслава – 356, Альянс – 332 тис. шт./га та, через 20 днів після цвітіння – відповідно 381, 324, 288 тис. шт./га.

Ключові слова: картопля, добазове, базове насіння, врожайність, вихід насіннєвих бульб, крилаті попелиці, десикація, *М*-вірус картоплі, імуноферментний аналіз.

Anatoliy Bondarchuk, Olga Vyshnevska, Volodymyr Dmytrenko, Mykhailo Riazantsev

Institute for Potato Research NAAS

Results of vectors' monitoring, measures to combat viral diseases of potatoes in the area of the Ukraine's Polissia

Viral diseases are one of the main factors reducing the productive characteristics of seed potatoes. The intensity of spread and types of viral diseases in seed potato plantations depend on the number, species composition of vectors and the system of measures to reduce re-infection of seed potatoes with viral infections in the field.

Early plant top removal prevents the access of aphids-vectors of viral infection, which contributes to the production of healthy seed material in the process of pre-basic and basic seed production of potatoes. It is proved that early removal of the plant top in 10–12 days after reaching the critical threshold of aphid damage can reduce the possibility of viral infection.

The article focuses on the results of research, conducted in 2017–2019, on determining the number and species composition of winged generations of aphids in seed potato plantations in the southern part of Polissia region of Ukraine, the

dynamics of accumulation of viral infection in healthy seed potatoes during the growing season and reproductions, the yield of conditioned potato seeds depending on the terms of plant top removal.

According to the results of three-year observations over the development of the population of winged aphids in potato plantations in the southern part of Polissia of Ukraine (Kyiv region) it is established that "critical periods" of the number of virus vectors growth were observed in the time from the third decade of June to the second decade of July.

Determination of the species composition of aphid populations in seed potato plantations in the southern part of the Ukraine's Polissia in 2019 showed that the bulk of winged aphids were potentially important vectors of PVY potato virus (in descending order): black bean aphid (*Aphis fabae* Scop) (51,6 %), buckthorn aphid (*Aphis nasturtii* Kalt) (20,7 %), common potato aphid (*Hulacorthum solani* Kalt) (19,9 %), large potato aphid (*Macrosiphum euphorbiae*) (14,0 %), green peach aphid (*Myzus persicae* Kalt) (3,8 %). During the growing season, the number of winged vectors amounted to 493 pieces per Merike trap. The most numerous vectors were *Aphis frangulae* and *Aphis fabae* ssp species, which have a relatively low PVY transfer index of 0,53 and 0,1 respectively. The total number of these species was 62,3 % of the number of detected vectors and created a significant vector load on the experimental site. The total index of vector load was 81. The degree of infection of seeds with potato virus M in the variant with top removal 10 days after flowering of plants was 2,0-4,0 % considering the value of infection of potato plants with virus M in the control variant without top removal of 8,0-9,0 %, depending on the variety.

Early top removal (on the 10th day after flowering of potatoes) helped to reduce the infestation of plants with the potato virus M comparing to the control variant without top removal for the following varieties Myroslava by 7,5 %, Predslava – 6,0 %, Alians – 9,0 %.

The highest yield of seed tubers per area unit was obtained when removing the plant top 10 days after potatoes flowering, which made for the following varieties Myroslava – 410, Predslava – 356, Alians – 332 thousand pieces/ha respectively and, 20 days after flowering – 381, 324, 288 thousand pieces/ha respectively.

Key words: potato, pre-basic, basic seeds, yield, seed tuber yield, winged aphids, desiccation, potato virus M, immunofermentnyy analysis.

Вступ. Вірусні хвороби є одним із основних чинників зниження продуктивних характеристик насіннєвої картоплі. Інтенсивність розповсюдження та види вірусних хвороб у насінницьких насадженнях картоплі залежать від чисельності та видового складу переносників [7]. На сьогодні в літературі описано більше ніж 30 фітовірусів, які уражують картоплю в природних умовах [12, 22, 23, 41].

Висока шкідливість фітопатогенних вірусів на картоплі зумовлена тим, що під впливом вірусної інфекції погіршуються ріст і

розвиток рослин, знижуються врожайність, якість і товарність бульб. Зазвичай накопичення вірусної інфекції в насіннєвому матеріалі картоплі і прояв ознак хвороб прогресують зі збільшенням числа польових поколінь [1, 3].

У картоплярстві, де садивним матеріалом слугують вегетативні органи рослини – бульби, основним джерелом інфекції є інфікована рослина. Основним напрямом боротьби з вірусними хворобами картоплі є виробництво високоякісного насіннєвого матеріалу на основі методу апікальної меристеми, хіміо- та термотерапії [1, 3, 19].

Вірусні хвороби розповсюджуються попелицями, контактно, ґрунтовими грибами та вільно живучими нематодами, тому в насінницьких посівах картоплі необхідно контролювати процес міграції, видовий склад та різке збільшення чисельності крилатих особин попелиць, мінімілізувати контакт робочих органів сільськогосподарської техніки і персоналу з рослинами та ретельно застосовувати комплекс агротехнічних заходів, спрямованих на зменшення повторного інфікування здорового насіннєвого матеріалу вірусами в умовах відкритого ґрунту [2, 8, 9, 16, 21].

За результатами імунологічних та електронно-мікроскопічних моніторингових досліджень, проведених лабораторією вірусології Інституту сільськогосподарської мікробіології та АПВ НААН України, в розсадниках базового насінництва картоплі виявлено: *MBK*, *SBK*, *YBK* віруси картоплі, як у моноінфекції, так і у складі патокомплексів. У посівах превалує ентомофільний *M*-вірус картоплі в моноінфекції (36,0 %) або у комплексі з іншими мозаїчними вірусами: *MBK+SBK* виявлений у рослинах 24,0 %, *MBK+SBK+YBK* – 28,0 %, *MBK+YBK* – 6,0 %, *SBK+YBK* – 2,0 %, *SBK* – 4,0 % обстежених сортів [15].

За даними ділянкового контролю супереліти картоплі, проведеному в Інституті картоплярства НААН за період 2011–2015 рр. кількість зразків, уражених важкими вірусними захворюваннями, становила: мозаїчним закручуванням листків – 60,1 %, зморшкуватою мозаїкою – 5,6 %, смугастою мозаїкою – 0,5 % зразків; скручування листків було виявлено у 0,8 % зразків. Легкими вірусними хворобами – звичайною та крапчастою мозаїкою, було уражено відповідно 15,1 та 28,1 % зразків, що випробовували методом ділянкового контролю [8].

Для обробки рослин у період вегетації проти попелиць – переносників вірусів застосовують препарати: Арріво – 0,48, БІ-58 новий – 2–2,5, Пірімор – 1,5–2, Ріпкорд – 0,3, Цимбуш, Ціперклл, Шерпа – 0,48 л/га. Перше обприскування слід проводити через 10 днів

після появи сходів, друге – через 15 днів після першого, а останнє – приблизно за 2–3 тижні до планованого терміну видалення картоплиння. На ранніх і середньостиглих сортах рекомендують 2–3 обприскування, на пізніх – 3–4. Якщо вегетація розтягнута, і чисельність безкрилих попелиць на необроблених ділянках і далі залишається високою, число обробок може становити 4–5 за вегетаційний період [10, 13, 59].

В загальному комплексі агрозаходів, які знижують кількість випадків нових заражень *PVY* і *PVM*, одним з основних є збереження необхідної ізоляції, особливо перших польових поколінь оздоровленого матеріалу картоплі від інших насаджень насінневої картоплі нижчих класів або товарної картоплі [2, 4, 14]. Встановлено, що застосування інсектицидів не завжди гарантує ефективне обмеження переносу *PVY* та його поширення на картоплі [14].

За результатами досліджень, проведених в Іспанії, за обробки насаджень картоплі мінеральною оливою кількість уражень *PVY* рослин знизилася на 60 %, рапсовою олією – на 40 % відносно насаджень, оброблених тільки інсектицидним препаратом імідоклоприд [31].

Результати випробувань мінеральної оливи Санспрей 11Е мали значний позитивний вплив на обмеження поширення *PVY* при застосуванні систематичних щотижневих обробок рослин протягом вегетації, починаючи з появи 50 % сходів рослин [17].

У дослідженнях з вивчення впливу застосування мінерально-масляної емульсії Препарат 30 Плюс на зниження інтенсивності процесу реінфікування першого польового покоління (ППП) від міні-бульб *in vitro* сортів Удача і Метеор встановлено, що у післязбиральному тестуванні бульбових проб PPP при застосуванні Препарату 30 Плюс наявність *PVY* і *PVM* у бульбах нового урожаю не відзначена, тоді як на контрольному варіанті було виявлено заражених *PVY* 3,0 % рослин [40].

Доведено, що раннє видалення картоплиння, через 10–12 днів після досягнення критичного порогу шкодочинності попелиць допомогло знизити можливість вірусного зараження. При видаленні картоплиння на початку відмирання листя нижнього ярусу відбувається значне наростання вірусного зараження. На варіантах без застосування захисних заходів зараженість збільшувалася в 3–4 рази залежно від сорту та розсадника. Внесення інсектицидів та раннє видалення картоплиння уможливило знизити рівень зараження в 2 рази. Високу ефективність мало протруювання бульб перед садінням

препаратом Престиж та дворазове обприскування вегетуючих рослин інсектицидом Актара [6].

Видалення картоплиння сортів Брянський делікатес, Дебрянск, Брянський надійний через 10–50 днів після цвітіння викликало зниження біологічної урожайності картоплі на 94–12 ц/га, 141–27, 142–15 ц/га відповідно. Найбільший вихід насінневої фракції бульб розміром 28–60 мм сортів Дебрянск, Брянський надійний – 295, 370, 325 тис. шт./га формується через 30 днів після масового їх цвітіння. В середньому за два роки в післядії зараження рослин *МБК, SBK, YBK, ХБК* вірусами картоплі залежало від строків видалення картоплиння: вміст вірусів за видалення картоплиння через 10–20 днів становив 5,0–10,3 %, (до видалення картоплиння – 0–3,0 %), з продовженням вегетації та знищенням надземної маси картоплі через 30, 40, 50 днів після цвітіння вірусне зараження зросло до 9,1–25,6 % [20, 26].

У зв'язку з мінливістю прояву вірусних хвороб є об'єктивна необхідність введення в схему сертифікації насінневої картоплі високоспецифічних і чутливих лабораторних методів, що дозволяють виявити та ідентифікувати вірусні і бактеріальні патогени в насінневому матеріалі картоплі в прихованій формі. Особливо важливо це в процесі ведення добазового і базового насінництва [34, 39, 42].

Основною метою застосування лабораторних методів у галузі добазового насінництва є отримання якісного здорового вихідного насінневого матеріалу, що відповідає вимогам чинних нормативних документів. На сьогодні розроблено швидкі і високочутливі методи ЗТ-ПЛР (*RT-PCR – ReverseTranscriptionPolymeraseChainReaction*) для детекції РНК-вмісних вірусів і віроїду. Розроблено діагностичні тест-системи на основі полімеразної ланцюгової реакції зі зворотною транскрипцією (ЗТ-ПЛР) для виявлення Х-, Y-, М-, S-вірусів картоплі та *PLRV*, великого поширення набув метод імуноферментної діагностики [22, 28, 29, 30, 35, 33].

Матеріали і методи. Дослідження проводилися в розсаднику добазового насінництва картоплі Інституту картоплярства НААН в умовах просторової ізоляції від основних джерел та переносників вірусних інфекцій картоплі, розміщеного в смт Немішаєве Бородянського району Київської області, в умовах південної частини зони Полісся України.

Предмет дослідження – добазовий та базовий насінневий матеріал картоплі середньостиглих сортів Мирослава, Предслава, Альянс.

У 2017–2019 рр. з використанням методу накладання на цьому

насіннєвому матеріалі картоплі було застосовано систему видалення картоплиння згідно зі схемою дослідів:

1. Контроль (без видалення картоплиння).
2. Видалення картоплиння через 10 днів після цвітіння.
3. Видалення картоплиння через 20 днів після цвітіння.
4. Видалення картоплиння через 30 днів після цвітіння.
5. Видалення картоплиння через 40 днів після цвітіння.

Польовий дослід закладено з дотриманням методичних рекомендацій щодо проведення досліджень з картоплею [18].

Площа варіанту – 12,0 м². Повторність чотириразова. Схема садіння картоплі – 75×20 см при густоті стояння рослин – 66,7 тис. шт./га.

Технологія вирощування – загальноприйнята для насінницьких насаджень картоплі у зоні Полісся України. Агротехніка поля включала такі технологічні операції: веснооранку, культивацію, формування гребенів за допомогою фрезерного культиватора. Система удобрення складала: внесення мінеральних добрив у вигляді нітроамофоски з нормою 5 ц/га у фізичній вазі або N₈₀P₈₀K₈₀ в кг д.р./га з внесенням їх локально у борозни під час садіння картоплі. Для захисту насаджень картоплі від колорадського жука та попелиць використовували інсектицид протруйник Селес Топ, 0,5-0,7 л/г, Енжіо 247 SC – 0,18 л/га, Фастак, 0,07-0,10, Карате 050 ЕС, 0,1-0,2, проти фітофторозу і альтернаріозу – фунгіциди Метахсил ЗП – 2-2,5 л/га, Ширлан 500 SC – 0,3 кг/га та Натіво75 WG ВГ – 0,35 кг/га. Для видалення картоплиння застосовували десикант Реглон Супер 150 SL, із загальною нормою 2 л/га з внесенням у кілька етапів – перша обробка картоплиння з нормою 0,8 л/га, друга – 1,2 л/га. Визначення кількості попелиць проводили методом жовтих чашок (судин Меріке) для визначення активного льоту попелиць за методичними вимогами [18].

Перший етап десикації картоплиння проводили на насадженнях сортів середньоранньої групи стиглості: Мирослава – 17 липня, перша та друга обробка здійснювалася на сортах середньоранньої та середньостиглої групи стиглості 27 липня, друга та третя – 5 серпня, третя та четверта – 15 відповідно, остання обробка була проведена 25 серпня. Облік урожаю – подільанковий, з кожного варіанту й повторення. Перед початком збирання врожаю проводили повний облік кількості здорових та відзначених хворих рослин, відмічали місця можливих винятків.

Структуру урожаю визначали по всіх варіантах з ділянок першого та третього повторення, відбором проб вагою 10 кг шляхом

розбору бульб на фракції: до 28 мм, 28–60 мм, більше 60 мм. Кількість бульб кожної фракції підраховували, зважували та визначали у відсотках до загальної кількості або маси. Отримані урожайні дані перераховували в тоннах з гектара.

Статистичну обробку експериментальних даних проводили з використанням комп'ютерної програми STATISTICA 6.0 [12].

Вміст вірусної інфекції у рослинах картоплі у польових умовах визначали у динаміці: у фази сходів, бутонізації-цвітіння рослин картоплі та у післязбиральний період (метод індексації бульб). Для виявлення та вмісту вірусної інфекції використовували метод твердофазного імуоферментного аналізу (подвійний сендвіч-варіант, DAS-ELISA) за допомогою комерційних тест-систем фірми LOEWE, Німеччина. Результати реакції реєстрували на рідері Thermo Labsystems Opsis MR (США) з програмним забезпеченням Dynex Revelation Quicklink при довжині хвиль 405/630 нм. Обробку даних оптичної густини зразків проводили методом описової статистики, визначаючи середні та стандартні відхилення даних. Порогове значення оптичної густини, яке відрізняє позитивні результати ферментативної реакції від значення фону, визначали для кожного планшета окремо і згідно з рекомендаціями [13].

Результати та обговорення. Погодні умови вегетаційного періоду в 2017–2019 рр. були посушливі та спекотні, не сприяли росту та розвитку картоплі. Показники середньомісячних температур повітря по всіх місяцях перевищували середні багаторічні дані (рис. 1).

Роки досліджень характеризувалися нестачею атмосферних опадів – через це особливо спекотно було в червні, липні (рис. 2).

Проведення спостережень за динамікою зростання чисельності попелиць у насадженнях насінневої картоплі підтвердило, що загальна чисельність попелиць залежала від кліматичних умов вегетаційного періоду. Погодні умови 2019 р. були не зовсім сприятливі для розвитку попелиць. Крилатих попелиць – переносників вірусів картоплі, які потрапили в одну пастку, за весь вегетаційний період було 493 штуки (табл. 1).

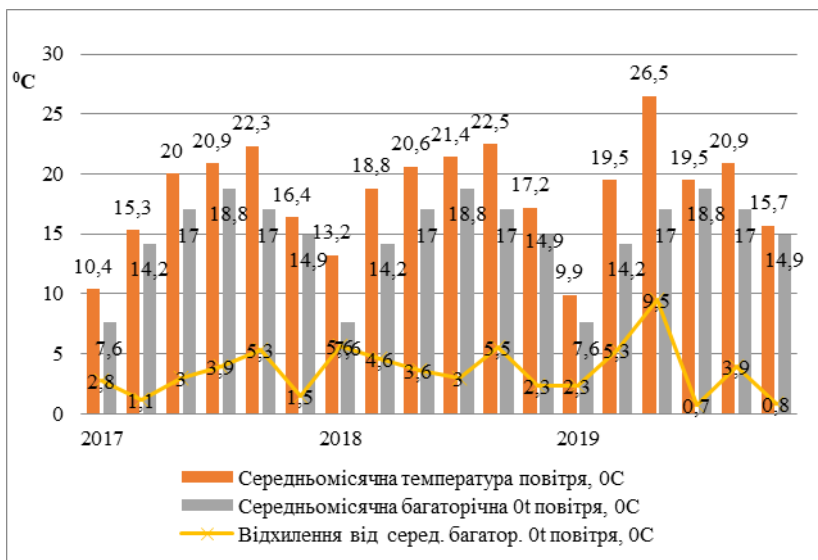


Рис. 1. Температура повітря вегетаційного періоду в смт Немешасве (2017–2019 рр.)

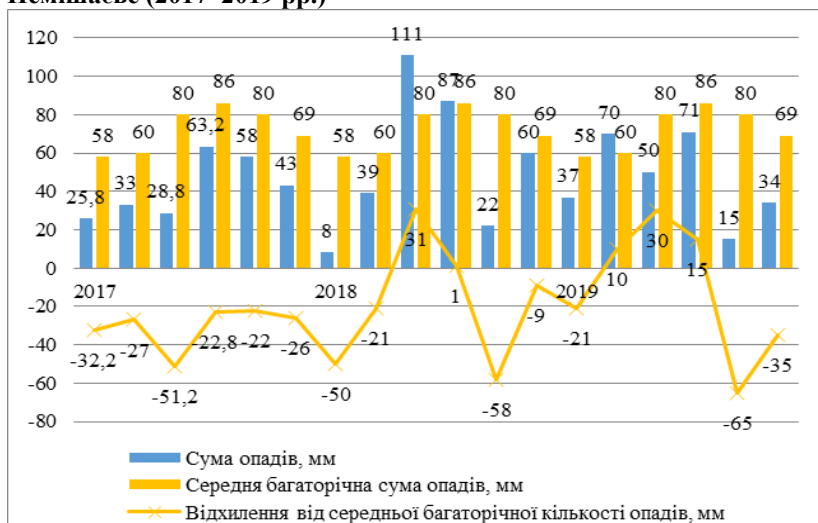


Рис. 2. Кількість опадів вегетаційного періоду

1. Видовий склад попелиць – переносників вірусів картоплі в розсаднику добазового насінництва картоплі в зоні південної частини Полісся України, 2019 р.

Число попелиць на пастку, штук	Видовий склад попелиць, %				
	крушинна, крушинникова	чорна бобова	звичайна картопляна	велика картопляна	перськова
493,0	20,7 (102,0 шт.)	41,6 (205,0 шт.)	19,9 (98,0 шт.)	14,0 (69,0 шт.)	3,8 (19,0 шт.)

Визначення видового складу популяцій попелиць у насадженнях насінневої картоплі в умовах південної частини Полісся України показало, що основну масу крилатих попелиць становили потенційно важливі вектори поширення вірусу картоплі PVY (в порядку зменшення): чорна бобова (*Aphis fabae* Scop) (51,6 %), крушинна (*Aphis nasturtii* Kalt) (20,7 %), звичайна картопляна (*Hyalosiphum solani* Kalt) (19,9 %), велика картопляна (*Macrosiphum euphorbiae*) (14,0 %), зелена перськова (*Myzus persicae* Kalt) (3,8 %). За вегетаційний сезон кількість крилатих переносників склала 493 штуки на пастку Меріке. Пікове зростання чисельності комах – з 10 по 14 липня, за кількості в середньому 45 штук попелиць на пастку. Загальний період льоту попелиць тривав 63 дні. «Критичний період» шкодочинності попелиць в 2019 р., що дорівнює 50 балам, не було відзначено.

Моніторинг зростання чисельності крилатих попелиць у 2019 р. підтвердив, що в умовах південної частини зони Полісся початок цього періоду відзначено з III декади травня (61,5 штуки за декаду/ чашку) по II декаду липня (141,5 штук) (рис. 3).

Визначення чисельності крилатих форм попелиць у розсаднику добазового насінництва за датами відловів у 2019 р. показало основні дати зростання кількості попелиць: 31 травня – 44,0, 3 червня – 48,0, 10 червня – 31,0, 22 липня – 39, 29 липня – 48,5, 31 липня – 34 особин на пастку.

За результатами трирічних спостережень за розвитком популяції крилатих попелиць у насадженнях картоплі в зоні південної частини Полісся України (Київська область) встановлено, що «критичні періоди» зростання чисельності переносників вірусів відмічені в період з III декади червня по II декаду липня.

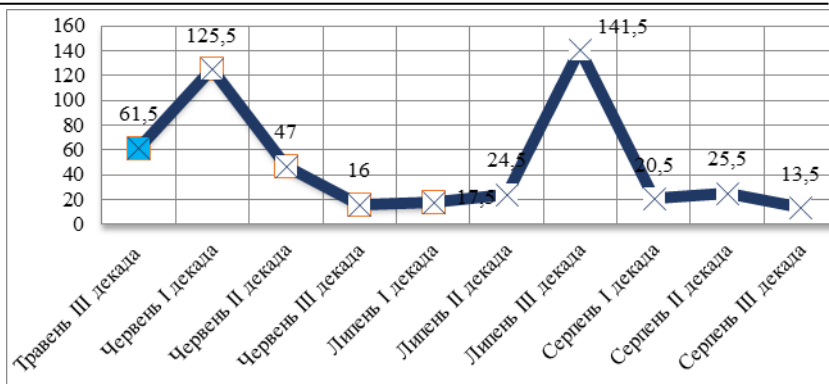


Рис. 3. Динаміка чисельності крилатих попелиць за декадами місяців, 2019 р.

Аналіз динаміки зростання чисельності крилатих попелиць у насадженнях картоплі в зоні південної частини Полісся України (Київська область) за роками спостережень підтвердив, що характер розвитку афіцид залежав від погодних умов вегетаційного періоду і значно відрізнявся, а саме – високим фоном афіцидного навантаження характеризувався 2015 рік – за весь період спостережень відловлено 2655 штук особин на пастку Меріке, у 2016 – 468 штук, 2017 – 1022, 2018 – 1042,5, 2019 – 493,0 на пастку Меріке (рис. 4).

Метеорологічні умови років досліджень впливали на кількість попелиць у насадженнях картоплі щодо кількості попелиць, відловлених у 2015 р. у 5,67 раза, у 2017 зменшення становило – 2,18 раза, 2018 – 2,55, 2019 – 5,4 раза відносно кількості попелиць 2015 р.

Видалення картоплиння у різні терміни вплинуло на урожайність і структурний склад урожаю насінневої картоплі (табл. 2).

Вміст насінневої фракції (бульб розміром 28–60 мм у поперечному діаметрі) в урожаї був найбільшим на варіанті з десикацією картоплиння через 10 днів після цвітіння картоплі (вар. 2), і в середньому за трьома сортами картоплі становив 85–89 %. Видалення картоплиння через 20 днів після цвітіння викликало зменшення кількості насінневих бульб в урожаї до 72,7–77,9 %, десикація через 30 днів забезпечував структурі врожаю бульб насінневої фракції в межах 58,0–64,3 %, через 40 днів було отримано насіннєву продуктивність 51,7–52,9 %, при вмісті насінневої фракції в урожаї на контролі залежно від сорту межах 42,4–53,3 %.

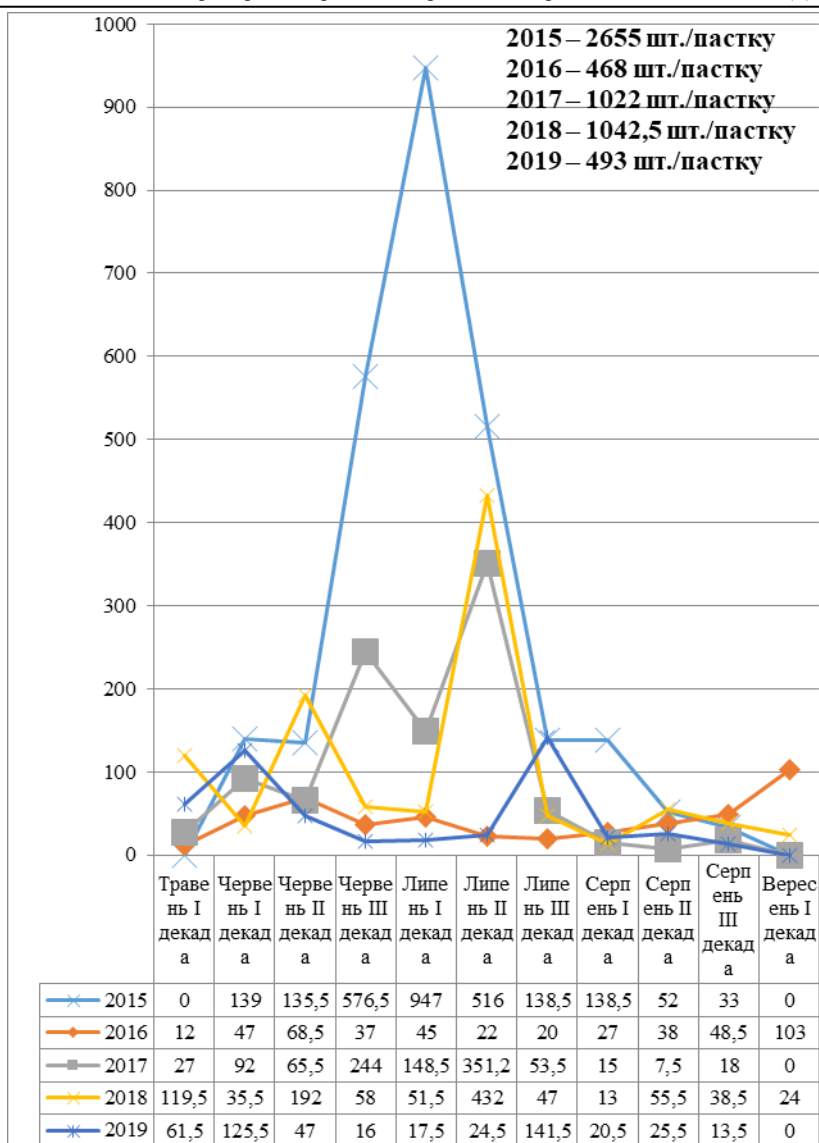


Рис.4. Динаміка чисельності крилатих попелиць за 2015–2019 рр.

2. Урожайність і вихід насіннєвих бульб картоплі залежно від строків видалення картоплиння в розсаднику добазового та базового насінництва, 2017–2019 рр.

№ з/п	Варіанти дослідів	Урожайність, т/га	Фракційний склад бульб, %			Середня маса 1 бульби, г	Вага бульб з куша, г.	Кількість насіннєвих бульб з 1 куша, шт.	Вихід насіннєвих бульб, тис.шт./га
			< 28 мм	28–60 мм	> 60 мм				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
с. Мирослава									
1	Контроль (без видалення картоплиння)	45,5	7,3	49,8	42,9	83,4	668,3	6,3	165
2	Видалення картоплиння через 10 після цвітіння	25,2	12,0	88,0	–	46,7	217,5	12,6	410
3	Видалення картоплиння через 20 після цвітіння	38,9	10,6	77,9	11,5	50,4	334,7	11,0	381
4	Видалення картоплиння через 30 після цвітіння	42,1	10,2	64,3	24,5	64,2	453,5	10,0	294
5	Видалення картоплиння через 40 після цвітіння	43,7	10,9	52,3	36,8	77,1	516,5	8,0	205
с. Предслава									
1	Контроль (без видалення картоплиння)	46,1	8,1	53,3	38,6	86,2	615,0	7,1	169
2	Видалення картоплиння через 10 після цвітіння	21,5	15,0	85,0	–	41,8	264,3	15,2	356

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Видалення картоплиння через 20 після цвітіння	36,8	11,2	72,7	16,1	52,4	321,2	14,2	324
4	Видалення картоплиння через 30 після цвітіння	38,0	12,7	61,9	25,4	68,6	469,8	12,0	287
5	Видалення картоплиння через 40 після цвітіння	41,6	12,0	52,9	35,1	72,3	540,5	9,1	245
с. Альянс									
1	Контроль (без видалення картоплиння)	44,6	11,8	42,4	45,8	83,4	591,2	8,0	164
2	Видалення картоплиння через 10 після цвітіння	21,6	11,7	89,0	0,6	45,8	249,5	13,8	332
3	Видалення картоплиння через 20 після цвітіння.	33,6	15,0	73,0	12,7	59,1	325,0	11,1	288
4	Видалення картоплиння через 30 після цвітіння	36,5	13,8	58,0	28,2	65,4	410,0	10,5	259
5	Видалення картоплиння через 40 після цвітіння	38,4	12,1	51,7	1352	72,8	504,0	9,2	198

НІР₀₅

2017 0,10

2018 0,08

2019 0,11

Найбільший вихід насіннєвих бульб з одиниці площі було отримано при видаленні картоплиння через 10 днів після цвітіння картоплі, що становило відповідно по сортах Мирослава – 410,

Предслава – 356, Альянс – 332 тис. шт./га, також на варіанті, де десикація здійснювалася через 20 днів після цвітіння, відповідно 381, 324, 288 тис. шт./га.

Лабораторне аналізування рослин картоплі на ступінь зараження вірусом *M* у фазі цвітіння підтвердило, що ураженість рослин у процесі розвитку зростала. При рівні ураженості рослин вірусом картоплі *M* на контролі, де картоплиння не видалялось, ураженість становила 8,0–9,0 %, залежно від сорту, тоді як ступінь інфікованості *M*-вірусом на варіанті з видаленням картоплиння через 10 днів після цвітіння становив 2,0–4,0 % (табл. 3).

3. Вміст вірусної інфекції *M*-вірусу в рослинах базового насіннєвого матеріалу картоплі залежно від різних строків видалення картоплиння, 2019 р.

Варіанти дослідів	Мирослава	Предслава	Альянс
Фаза сходів			
1. Контроль (без видалення картоплиння)	9,0	8,0	9,0
2. Видалення картоплиння через 10 днів після цвітіння	2,0	2,5	4,0
3. -//- через 20 днів після цвітіння	3,0	4,0	3,5
4. -//- через 30 днів після цвітіння	6,0	6,0	7,0
5. -//- через 40 днів після цвітіння	8,0	8,0	8,0
Фаза бутонізації – цвітіння			
1. Контроль (без видалення картоплиння)	10,0	11,0	12,5
2. Видалення картоплиння через 10 днів після цвітіння	3,0	4,0	5,5
3. -//- через 20 днів після цвітіння	5,0	5,0	7,0
4. -//- через 30 днів після цвітіння	6,0	6,0	8,0
5. -//- через 40 днів після цвітіння	9,0	8,0	10,5
Післязбиральний тест			
1. Контроль (без видалення картоплиння)	16,0	13,0	17,0
2. Видалення картоплиння через 10 днів після цвітіння	8,5	7,0	8,0
3. -//- через 20 днів після цвітіння	10,0	8,0	10,0
4. -//- через 30 днів після цвітіння	11,0	9,0	12,0
5. -//- через 40 днів після цвітіння	13,5	11,5	13,5

Видалення картоплиння на 20 день після цвітіння рослин картоплі викликало зростання кількості заражених рослин до 3,0–4,0 %.

За видалення картоплиння на 30 день після цвітіння рівень інфікування картоплі підвищувався до 6,0–7,0 %, що в 1,75–3,0 рази більше відносно ступеня ураження рослин вірусною інфекцією, де видалення картоплиння здійснювалося через 10 днів після цвітіння картоплі.

У фазу бутонізації-цвітіння відмічено зростання ступеня інфікування рослин картоплі *М*-вірусом.

За результатами післязбирального тестування методом індексації виявлена залежність рівня інфікованості бульб картоплі *М*-вірусом стосовно строків видалення картоплиння. Встановлено, що найменш інфікованими *М*-вірусом були рослини картоплі, де видалення картоплиння проводили через 10 днів після цвітіння протягом 2017, 2018, 2019 років. Рівень інфікованості насінневої картоплі *М*-вірусом залежав від вихідного ступеня інфікування і становив у розрізі сортів: Мирослава – 8,5 % (на контролі 16,0 %), Предслава – 7,0 % (на контролі 11,5 %), Альянс – 8,0 % (на контролі 17,0 %).

Тобто раннє видалення картоплиння (на 10-й день після цвітіння картоплі) сприяло зменшенню ураженості рослин картоплі *М*-вірусом відносно контролю без видалення картоплиння по сортах Мирослава на 7,5 %, Предслава – 6,0 %, Альянс – 9,0 %.

Висновки. Вміст насінневої фракції (бульб розміром 28–60 мм у поперечному діаметрі) в урожаї був найбільшим на варіанті з десикацією картоплиння через 10 днів після цвітіння картоплі і в середньому за трьома сортами картоплі становив 85–89 %. Видалення картоплиння через 20 днів після цвітіння викликало зменшення кількості насінневих бульб в урожаї до 72,7–77,9 %, десикація через 30 днів забезпечувала в структурі врожаю бульб насінневої фракції в межах 58,0–64,3 %, через 40 днів було отримано насіннєву продуктивність 51,7–52,9 %, за вмісту насінневої фракції в урожаї на контролі залежно від сорту межах 42,4–53,3%.

Найбільший вихід насінневих бульб з одиниці площі було отримано за видалення картоплиння через 10 днів після цвітіння картоплі, що становило відповідно по сортах Мирослава – 410, Предслава – 356, Альянс – 332 тис. шт./га та через 20 днів після цвітіння – відповідно 381, 324, 288 тис. шт./га.

За рівня зараженості рослин картоплі *М*-вірусом картоплі на контролі, де картоплиння не видалялося 8,0–9,0 %, залежно від сорту, ступінь інфікованості *М*-вірусом картоплі на варіанті з видаленням картоплиння через 10 днів після цвітіння становив 2,0–4,0 %.

Раннє видалення картоплиння (на 10-й день після цвітіння картоплі) сприяло зменшенню зараженості рослин картоплі *М*-вірусом картоплі відносно контролю без видалення картоплиння по сортах Мирослава на 7,5 %, Предслава – 6,0 %, Альянс – 9,0 %.

За результатами досліджень встановлено, що найбільш оптимальним строком видалення картоплиння в умовах Південного Полісся України є період від 10 до 20 днів після цвітіння картоплі сортів Мирослава, Предслава, Альянс.

Список використаної літератури:

1. Анисимов Б. В. Вирусные болезни и их контроль в семеноводстве картофеля. *Защита и карантин растений*. 2010. № 5. С. 12–18.
2. Анисимов Б. В. Зоны безвирусного семеноводства картофеля: ситуация в России и международный опыт. *Картофельная схема*. 2015. № 2. С. 50–53.
3. Анисимов Б. В. Фитопатогенные вирусы и их контроль в семеноводстве картофеля (практическое руководство). Минск, 2004. 80 с.
4. Анисимов Б. В. Фитосанитарные зоны и их роль в безвирусном семеноводстве картофеля. *Защита и карантин растений*. 2014. № 11. С. 14–19.
5. Анисимов Б. В., Юрлова С. М. Полнее использовать средоулучшающие агроприемы при выращивании семенного картофеля. *Картофель и овощи*. 2011. № 2. С. 18–19.
6. Амелюшкина Т. А., Семешкина П. С., Анисимов Б. В. Влияние сроков удаления ботвы и защитных мероприятий на качество семенного материала картофеля. *Картофелеводство* : сб. науч. тр. 2008. С. 369–376.
7. Блоцкая Ж. В. Вирусные болезни – возрастающая проблема семенного картофеля. *Ахова раслін*. 2001. № 4. С. 14–15.
8. Бондарчук А. А., Вишневська О. В., Олійник Т. М. Методи контролю якості та

References:

1. Anysymov B. V. Viral diseases and their control in potato seed production. *Zashchyta y karantyn rastenyi*. 2010. No 5. P. 12–18.
2. Anysymov B. V. Zones of virus-free potato seed production: the situation in Russia and international experience. *Kartofelnaia skhema*. No 2. P. 50–53.
3. Anysymov B. V. Phytopathogenic viruses and their control in potato seed production (practical guide). Minsk, 2004. 80 p.
4. Anysymov B. V. Phytosanitary zones and their role in virus-free potato seed production. *Zashchyta y karantyn rastenyi*. 2014. No 1. P. 14–19.
5. Anysymov B. V., Yurlova S. M. Make better use of medium-improving agricultural practices in the cultivation of seed potatoes. *Kartofel y ovoshchy*. 2011. No 2. P. 18–19.
6. Ameliushkyna T. A., Semeshkyna P. S., Anysymov B. V. Influence of timing of tops removal and protective measures on the quality of potato seed material. *Kartofelevodstvo* : sb. nach. tr. VNIKH Rosselkhozakademii. 2008. P. 369–376.
7. Blotskaia Zh. V. Viral diseases are an increasing problem of seed potatoes. *Akhova raslin*. 2001. No 4. P. 14–15.
8. Bondarchuk A. A., Vyshnevskia O. V., Oliinyk T. M. Methods of quality control and measures to reduce re-infection with viruses of potato seed material : scientific-method.

заходи зниження повторного зараження вірусами насіннєвого матеріалу картоплі : наук.-метод. реком. Немішаєве : ФОП «Корзун». 2015. С. 47.

9. Вирусные и вирусоподобные болезни в семеноводстве картофеля / пер. с англ. Э. В. Трускинова ; под ред. Лебенштейна и др. Ленинград, 2005. 283 с.

10. Вірусні інфекції картоплі та їх перебіг за умов модельовано мікрогравітації / Л. Т. Міщенко та ін. *Фітосоціоцентр*. Київ, 2011. 144 с.

11. Вплив різних строків десикації картоплиння на якісні показники оздоровленого насіннєвого матеріалу картоплі в умовах Південного Полісся України / О. В. Вишневська та ін. *Картоплярство України*. № 1-2 (42–43). 2017. С. 22–28.

12. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко Л. І. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті STATISTICA 6.0. *ПоліграфКонсалтинг*. Київ, 2007. 55 с.

13. Інструкція з апробації сортових посівів картоплі. *Аграрна наука*. Київ, 2002. 29 с.

14. Комплексное применение профилактических и защитных приемов, ограничивающих распространение УВК И МВК на семенном картофеле / Б. В. Анисимов и др. *Картофелеводство* : сб. науч. тр. 2009. С. 262–266.

15. Методи контролю фітовірусологічного стану агроценозів з картоплею та зернобобовими культурами : наук.-метод. рек. / Т. О. Бова та ін. Чернівці : ІСМБ та АПВ. 2015. 24 с.

16. Методы снижения повторного заражения вирусами оздоровленного семенного материала картофеля в условиях южного полесья Украины / О. В. Вишневская и др. *Защита картофеля*. № 1. 2017. С. 15–22.

17. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею. Немішаєве : Інтас. 2002. 182 с.

18. Методические указания по учету насекомых-переносчиков вирусных болезней картофеля / С. А. Банадысев и

реком. Nemishayeva : FOP «Korzun», 2015. 47 p.

9. Viral and virus-like diseases in potato seed production / per. s anhl. Ye. V. Truskynova ; pod red. Lebenshteina et al. Leningrad, 2005. 283 p.

10. Viral infections of potatoes and their course under conditions of simulated microgravity / L. T. Mishchenko et al. *Fitosotsiotsentr*. Kiyiv, 2011. 144 p.

11. Influence of different terms of potato desiccation on qualitative indicators of healthy potato seed material in the conditions of Southern Polissya of Ukraine / O. V. Vyshnevskaya et al. *Kartopliarstvo Ukrainy*. No 1-2 (42-43). P. 22–28.

12. Ermantraut E. R., Prysiazhniuk O. I., Shevchenko L. I. Statistical analysis of agronomic research data in the package STATISTICA 6.0. *PolihrafKonsaltingh*. Kiyiv, 2007. 55 p.

13. Instructions for approbation of varietal crops of potatoes. *Ahrarna nauka*. Kiyiv, 2002. 29 p.

14. The complex use of preventive and protective methods that limit the spread of UVK and MVK on seed potatoes / B. V. Anysymov et al. *Kartofelevodstvo* : sb. Nauch. Tr. VNIKH Rosselkhokademi. 2009. P. 262–266.

15. Methods of control of phytovirological condition of agroecosystems with potatoes and legumes : scient. Method. Rek. / T. O. Bova et al. Chernigiv : ISMB ta APV, 2015. 24 p.

16. Methods of reducing re-infection with viruses of healthy seed material of potatoes in the conditions of southern woodland of Ukraine / O. V. Vyshnevskaya et al. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2017. No 1. P. 15–22.

17. Methodical recommendations for research with potatoes. Nemishayeva : Intas, 2002. 182 p.

18. Guidelines for the registration of insect vectors of viral diseases of potatoes / S. A. Banadysev et al. Minsk, 2000. 34 p.

19. Moliavko A. A., Antoshchenko F. E., Svyst V. N. Reduced viral infection on seed potatoes. *Kartofelevodstvo* : sb. Nauch. Tr.

др. Минск, 2000. 34 с.

19. Молявко А. А., Антощенко Ф. Е., Свист В. Н. Снижение вирусной инфекции на семенном картофеле. *Картофелеводство* : сб. науч. тр. РУП «Науч.-практ. центр НАНБ по картофелеводству и плодовоовощеводству». 2011. Т. 19. С. 422–429.

20. Мониторинг тлей-переносчиков вирусов при выращивании семенного картофеля / С. М. Юрлова та ін. *Картофелеводство* : материалы Междун. науч.-практ. конф. «Развитие новых технологий селекции и создание отечественного конкурентоспособного семенного фонда картофеля». Москва, 2016. С. 200–210.

21. Оцінка фітосанітарного стану насаджень добазової насіннєвої картоплі, векторне навантаження та видовий склад вірусів / О. В. Вишнеvsька та ін. *Картоплярство* : міжвідом. темат. наук. зб. Вип. 43. 2016. С. 36–46.

22. Семенчук В. Г. Коленчук М. Н., Маковийчук С. Д. Влияние сроков удаления ботвы на производство семенного картофеля : сб. науч. тр. РУП «Науч.-практ. Центр НАНБ по картофелеводству и плодовоовощеводству. 2018. Т. 26. С. 302–307.

23. Трускинов Э. В. К вопросу оценки полевой устойчивости картофеля к вирусным болезням и метода ее установления. РУП «Науч.-практ. центр НАНБ по картофелеводству и плодовоовощеводству. 2018. № 26. С. 177–183.

24. Трускинов Э. В. К методике полевой оценки сортов картофеля на вирусоустойчивость. ВНИИКС Россельхозакадемии. № 26. 2017. С. 80–88.

25. Чехалкова Л. К., Киселева Л. Д. Влияние сроков удаления ботвы на продуктивность и качество семенного материала раннеспелых сортов картофеля в условиях Центрального региона России. *Картофелеводство* : материалы Междун. науч.-практ. конф. «Развитие новых технологий селекции и создание отечественного конкурентоспособного семенного фонда картофеля». Москва,

РУП «Науч.-практ. Центр НАНБ по картофелеводству и плодовоовощеводству». 2011. Vol. 19. P. 422–429.

20. Monitoring virus aphids during seed potato cultivation / S. M. Yurlova et al. *Картофелеводство* : Materialy mezhdun. Nauch.-prak. konf. «Development of new breeding technologies and the creation of a domestic competitive seed potato fund». Moskva, 2016. P. 200–210.

21. Estimation of phytosanitary condition of pre-sown seed potato plantations, vector loading and species composition of viruses / O. V. Vyshnevskaya et al. *Картоплярство* : mizhvidom. Temat. Nauk. Zb. 2016. Issue 43. P. 36–46.

22. Semenchuk V. H. Kolenchuk M. N., Makovyichuk S. D. Influence of timing of tops removal on seed potato production : sb. Nauch. Tr. РУП «Науч.-практ. Центр НАНБ по картофелеводству и плодовоовощеводству». 2018. Vol. 26. P. 302–307.

23. Truskynov Ye. V. On the issue of assessing the field resistance of potatoes to viral diseases and the method for its establishment. РУП «Науч.-практ. Центр НАНБ по картофелеводству и плодовоовощеводству», 2018. No 26. P. 177–183.

24. Truskynov Ye. V. On the methodology of field evaluation of potato varieties for virus resistance. VNIISKH Rossel'hoz'akademii. 2017. No 26. P. 80–88.

25. Chekhalkova L. K., Kyseleva L. D. Influence of the terms of removing tops on the productivity and quality of seed material of early ripe varieties of potatoes in the conditions of the Central region of Russia. *Картофелеводство* : materialy mezhdun. Nauch.-prak. konf. «Development of new breeding technologies and the creation of a domestic competitive seed potato fund». Moskva, 2016. P. 195–199.

26. Yurlova S. M., Blynkov U. H., Anysymov B. V. The use of covering materials and Mineral-Oil Preparation 30 Plus when growing healthy seed potatoes from mini-tubers. *Картофелеводство* : sb. Nauch. Tr. VNIISKH Rossel'hoz'akademii. 2012. P. 146–151.

2016. С. 195–199.

26. Юрлова С. М., Блинков У. Г., Анисимов Б. В. Применение укрывных материалов и минерально-масляного Препарата 30 Плюс при выращивании оздоровленного семенного картофеля из мини-клубней. *Картофелеводство* : сб. науч. тр. 2012. С. 146–151.

27. Extreme resistance as a host counter-counter defense against viral suppression of RNA silencing / R. Sansregret et al. *PLoS Pathog.* 2013. № 9. doi: 10.1371/journal.ppat.1003435.

28. High-throughput sequencing of Potato virus M from tomato in Slovakia reveals a divergent variant of the virus / M. Glasa et al. *Plant Protect. Sci.* 2019. 55: 159–166.

29. Improving seed potato quality in southwestern Uganda for strengthening food and cash security / U. Priegnitz et al. *In Poster Presentation at the Tropentag, Bridging the Gap Between Increasing Knowledge and Decreasing Resources.* 2014.

30. Incomplete Infection of Secondarily Infected Potato Plants – an Environment Dependent Underestimated Mechanism in Plant Virology. Bertschinger L. et al. *Front. Plant.* 2017. P. 32. doi: 10.3389/fpls.2017.00074.

31. Kegler H. Friedt W. (Hrsg.). Wirtschaftlicht und epidemiologische Bedeutung der Virusresistenz. *Resistenz von Kulturpflanzen gegen pflanzenpathogene Viren.* 1993. P. 21–34.

32. Martin – Lopez B. Use of oils combined with low doses of insecticide for the control of Mysis persicae and PVY epidemics. *Pest Management Science.* 2006. P. 372–378.

33. Methods in virus diagnostics: From ELISA to next generation sequencing / Neil Boonham et al. *Virus Research.* 2014. 186. P. 20–31. doi.org/10.1016/j.virusres.2013.12.007.

34. Molecular characterization of domestic and exotic potato virus S isolates and a global analysis of genomic sequences / Y.-H. Lin et al. *Archives of Virology.* 2014. 159, 2115–2122. doi.org/10.1007/s00705-

27. Extreme resistance as a host counter-counter defense against viral suppression of RNA silencing / R. Sansregret et al. *PLoS Pathog.* 2013. № 9. Doi: 10.1371/journal.ppat.1003435.

28. High-throughput sequencing of Potato virus M from tomato in Slovakia reveals a divergent variant of the virus / M. Glasa et al. *Plant Protect. Sci.* 2019. 55: 159–166.

29. Improving seed potato quality in southwestern Uganda for strengthening food and cash security / U. Priegnitz et al. *In Poster Presentation at the Tropentag, Bridging the Gap Between Increasing Knowledge and Decreasing Resources.* 2014.

30. Incomplete Infection of Secondarily Infected Potato Plants – an Environment Dependent Underestimated Mechanism in Plant Virology. Bertschinger L. et al. *Front. Plant.* 2017. P. 32. Doi: 10.3389/fpls.2017.00074.

31. Kegler H. Friedt W. (Hrsg.). Wirtschaftlicht und epidemiologische Bedeutung der Virusresistenz. *Resistenz von Kulturpflanzen gegen pflanzenpathogene Viren.* 1993. P. 21–34.

32. Martin – Lopez B. Use of oils combined with low doses of insecticide for the control of Mysis persicae and PVY epidemics. *Pest Management Science.* 2006. P. 372–378.

33. Methods in virus diagnostics: From ELISA to next generation sequencing / Neil Boonham et al. *Virus Research.* 2014. 186. P. 20–31. doi.org/10.1016/j.virusres.2013.12.007.

34. Molecular characterization of domestic and exotic potato virus S isolates and a global analysis of genomic sequences / Y.-H. Lin et al. *Archives of Virology.* 2014. 159, 2115–2122. doi.org/10.1007/s00705-014-2022-6.

35. Pallás V., Sánchez-Navarro J. A., James D. Recent advances on the multiplex molecular detection of plant viruses and viroids. *Frontiers in Microbiology.* 9, 2018: 2087. Doi: 10.3389/fmicb.2018.02087.

36. PVYr vectors. URL: http://aphmon.fera.defra.gov.uk/pvy_vector_info.cfm.

014-2022-6.

35. Pallás V., Sánchez-Navarro J. A., James D. Recent advances on the multiplex molecular detection of plant viruses and viroids. *Frontiers in Microbiology*. 9, 2018: 2087. doi: 10.3389/fmicb.2018.02087.

36. PVYr vectors. URL: http://aphmon.fera.defra.gov.uk/pvy_vector_info.cfm.

37. Rajeevkumar S., Anunanthini P., Sathishkumar R. Epigenetic silencing in transgenic plants. *Front. Plant Sci.* 2015. 6:693. doi: 10.3389/fpls.2015.00693.

38. Seed potato quality improvement through positive selection by smallholder farmers in Kenya / P. R. Gildemacher et al. *Potato Res.* 2011. № 54. P.253–266. doi: 10.1007/s11540-011-9190-5.

39. Seed tuber degeneration in potato: the need for a new research and development paradigm to mitigate the problem in developing countries / S. Thomas-Sharma et al. *Plant Pathol.* 2016. 65, 3–16. doi: 10.1111/ppa.12439.

40. Turska E., Wrobel S. The limitation of PVY spreading in potato by application of oil Sunspray 11E Progress in Planz protection. *Postepy w Ochronie Roslin*. 1999. Vol. 399 (2).

41. Vector pressure index. URL: http://aphmon.fera.defra.gov.uk/vp_index.cfm.

42. Zahn V. Ergebnisse der Kartoffelvirustestung in der Saison 2013/2014 Landwirtschaftskammer Niedersachsen Pflanzenschutzamt. Hannover, 2014. <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/2/nav/505/article/24333.html>.

37. Rajeevkumar S., Anunanthini P., Sathishkumar R. Epigenetic silencing in transgenic plants. *Front. Plant Sci.* 2015. 6:693. doi: 10.3389/fpls.2015.00693.

38. Seed potato quality improvement through positive selection by smallholder farmers in Kenya / P. R. Gildemacher et al. *Potato Res.* 2011. № 54. P.253–266. doi: 10.1007/s11540-011-9190-5.

39. Seed tuber degeneration in potato: the need for a new research and development paradigm to mitigate the problem in developing countries / S. Thomas-Sharma et al. *Plant Pathol.* 2016. 65, 3–16. doi: 10.1111/ppa.12439.

40. Turska E., Wrobel S. The limitation of PVY spreading in potato by application of oil Sunspray 11E Progress in Planz protection. *Postepy w Ochronie Roslin*. 1999. Vol. 399 (2).

41. Vector pressure index. URL: http://aphmon.fera.defra.gov.uk/vp_index.cfm.

42. Zahn V. Ergebnisse der Kartoffelvirustestung in der Saison 2013/2014 Landwirtschaftskammer Niedersachsen Pflanzenschutzamt. Hannover, 2014. <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/2/nav/505/article/24333.html>.

Отримано 26.07.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-2

УДК 633.15:631.5:631.67 (477.72)

¹**Р. А. ВОЖЕГОВА**, доктор сільськогосподарських наук, член-кореспондент НААН

¹**О. С. ДРОБІТ**, кандидат сільськогосподарських наук

²**В. С. ШЕБАНІН**, доктор технічних наук, академік НААН

²**А. В. ДРОБІТЬКО**, кандидат сільськогосподарських наук

¹Інститут зрошуваного землеробства НААН

Херсон, сел. Наддніпрянське, 73483, e-mail: KolpakovaLesya80@gmail.com

²Миколаївський національний аграрний університет

бул. Георгія Гонгадзе, 9, Миколаїв, 54000, e-mail: antonina.drobitko@ukr.net

ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ІНТЕНСИВНОГО ТИПУ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ ЗА ЗРОШЕННЯ

Представлено результати досліджень з удосконалення технології вирощування гібридів кукурудзи інтенсивного типу в зрошуваних умовах. Метою було встановити особливості формування продуктивності нових гібридів кукурудзи різних груп стиглості шляхом оптимізації строків сівби та густоти стояння рослин в умовах зрошення Південного Степу України.

Польові та лабораторні дослідження проводили на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН у відділі первинного та елітного насінництва відповідно до загальноприйнятих методик польових досліджень та методичних рекомендацій. Визначено й обґрунтовано спроможність гібридів кукурудзи різних груп ФАО формувати сталу продуктивність у різні за погодними умовами роки залежно від строків сівби та густоти стояння рослин. За результатами досліджень побудовано кореляційно-регресійні моделі, здійснено економічну та енергетичну оцінку розроблених елементів технології вирощування гібридів кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України.

У середньому за 2014–2016 рр. максимальний врожай зерна культури отримано за сівби у III декаді квітня гібрида Каховський – 13,69 т/га за густоти стояння 70 тис. шт./га. Серед факторів, що вивчали у цьому досліді, основний вплив на формування зернової продуктивності мав гібридний склад (78,2 %), частка строку сівби становила 4,2 %, густоти стояння – 0,6 %. Серед досліджуваних зразків у зерні гібрида Тендра зафіксовано найбільший вміст білка – 9,39 %, гібрида Каховський – найбільший вміст крохмалю – 71,16 %, а зерно гібрида Скадовський містить найбільшу частку жиру – 3,94 %.

При вирощуванні гібридів кукурудзи різних груп стиглості на темно-каштанових ґрунтах в умовах зрошення Південного Степу України максимальну врожайність зерна можливо отримати за сівби у III декаді квітня ранньостиглого гібрида Тендра та середньораннього Скадовський за

© Вожегова Р. А., Дробіт О. С.,
Шебанін В. С., Дробітько А. В., 2020

використання густоти стояння 90 тис. шт./га та середньостиглого гібрида Каховський за густоти стояння 70 тис. шт./га. Гібрид Каховський потрібно висівати в ранній строк для одержання сухого зерна. Гібриди Тендра та Скадовський можливо висівати в більш пізній строк для отримання органічної продукції без застосування гербіцидів.

Ключові слова: кукурудза, строк сівби, густота стояння рослин, гібрид, фотосинтетичний потенціал, урожайність, якість зерна.

¹Raisa Vozhegova, ¹Olesia Drobit, ²Vyacheslav Shebanin, ²Antonina Drobitko

¹Institute of Irrigated Agriculture NAAS

²Nikolaev National Agrarian University

Growing of maize hybrids of intensive type in the conditions of climate change under irrigation

The results of researches on improvement of cultivation technology of intensive type corn hybrids in irrigated conditions are presented. The aim was to establish the features of the productivity formation of new maize hybrids of different maturity groups by optimizing sowing dates and plant density in the conditions of irrigation in the Southern Steppe of Ukraine.

Field and laboratory studies were conducted in the research field of the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS in the department of primary and elite seed production in accordance with generally accepted methods of field research and guidelines. The ability of maize hybrids of different FAO groups to form stable productivity in different weather conditions depending on sowing dates and plant density has been determined and substantiated. According to the research results, correlation-regression models were built, economic and energy assessment of the developed elements of the technology of growing maize hybrids in the conditions of irrigation in the Southern Steppe of Ukraine was carried out.

On average, in 2014–2016, the maximum grain yield of the crop was obtained by sowing in the third decade of april of the Kakhovsky hybrid – 13,69 t/ha at a stand density of 70 thousand units/ha. Among the factors studied in this experiment the main influence on the formation of grain productivity had a hybrid composition (78,2 %), the share of sowing time was 4,2 %, standing density – 0,6 %. Among the studied samples in the grain of the hybrid Tendra the highest protein content was recorded – 9,39%, the hybrid Kakhovsky – the highest starch content – 71,16 %, and the grain of the hybrid Skadovsky contained the highest amount of fat – 3–94 %.

When growing maize hybrids of different maturity groups on dark-chestnut soils under irrigation in the Southern Steppe of Ukraine, the maximum grain yield can be obtained by sowing in the third decade of April early-maturing hybrid Tendra and middle-early Skadovsky using a standing density of 90 thousand units/ha and medium at a standing density of 70 thousand units/ha. Kakhovsky hybrid should be sown early to obtain dry grain. Hybrids Tendra and Skadovsky can be sown at a later date to obtain organic products without the use of herbicides.

Key words: maize, sowing period, plant density, hybrid, photosynthetic potential, yield, grain quality.

Вступ. Кукурудза – одна з найважливіших сільськогосподарських рослин; за особливостями свого біологічного потенціалу в умовах Південного Степу є найбільш врожайною і лише в окремі роки поступається пшениці озимій та ячменю озимому. За достатньої кількості теплоенергетичних ресурсів в умовах зрошення формує найвищу зернову продуктивність [1, 2, 7, 10].

Південь України має потрібні природно-господарські умови – сума ефективних температур сприяє веденню насінництва гібридів та сортів культури всіх груп стиглості з ФАО від 150 до 700. Наявність зрошення та тривалий безморозний період дає змогу щорічно одержувати заплановану кількість зерна та значно зменшує ризик недобору врожаю від посухи. Насіння, вирощене на Півдні України, значно дешевше, ніж отримане в інших регіонах, тому що вимагає менших витрат на досушування качанів [15–17, 24, 25, 28].

Гібриди кукурудзи різних груп стиглості мають певні морфологічні та біологічні особливості. Потенціальну продуктивність кожного біотипу можливо отримати за створення сприятливих умов для росту і розвитку рослин, а саме: оптимальної агротехніки вирощування та використання природно-кліматичних ресурсів. На теперішній час нові гібриди культури української селекції володіють цінними адаптивними показниками. За рівнем продуктивності вони не поступаються кращим закордонним зразкам, маючи перед ними незаперечну перевагу – створені в зоні Степу, тож володіють генетично обумовленими механізмами адаптивності до ґрунтово-кліматичних умов Південного регіону зрошуваного землеробства [14, 18, 19, 21].

Визначаючи оптимальні строки сівби культури, слід враховувати агроекологічні показники конкретного року та вимоги обраного гібрида до умов проростання. У ранні та надранні терміни вологи в ґрунті більше, проте існує ризик отримати сходи з великим запізненням, до того ж рослини можуть зазнати холодового стресу через затяжні заморозки [7, 8, 11–13].

Сівба у більш пізні строки може призвести до того, що насіння, потрапивши в недостатньо зволожений ґрунт, суттєво втратить польову схожість. За таких умов є великий ризик отримати нерівномірні посіви. Тому строки сівби кукурудзи слід обирати індивідуально для конкретного поля, гібрида, агроекологічних показників конкретного року [4, 5, 20, 26, 27].

В умовах зміни клімату спостерігаємо підвищення середньодобової температури, зменшення кількості опадів та суховії, що призводить до значних втрат запасів вологи у ґрунті. Збільшується різниця між денними та нічними температурами. Влітку нерідко денні температури повітря становлять $+30^{\circ}\text{C}$ і вище, а нічні – близько $+15\text{--}16^{\circ}\text{C}$. Ще років 15–20 тому такої помітної різниці не спостерігали. Ці зміни призводять до того, що вдень культура майже не розвивається і витрачає багато вологи для процесів терморегуляції [11, 22, 23].

З кожним роком дощі йдуть все менше або, навпаки, виливаються у справжній «сезон дощів», причому часто-густо випадають несподівано. Визначити, коли саме пройде дощ та як він вплине на вирощування, стає усе важче. Отже, головна проблема, яка з'явилася разом зі змінами клімату, – це дефіцит вологи та зниження гідротермічного коефіцієнта. Друга проблема – температурні стреси, які рослинам кукурудзи доводиться переносити все частіше. Оскільки впливати на клімат вчені не можуть, вони повинні оптимізувати технологію вирощування кукурудзи (та й інших культур також) з урахуванням змін, які відбуваються [6, 8, 9, 29, 30].

У зв'язку з цим актуальним є дослідження доцільності вирощування ранньостиглих і середньоранніх гібридів. Важливим аспектом використання у сільськогосподарському виробництві нових гібридів кукурудзи різних груп стиглості є визначення і застосування оптимальних параметрів технології вирощування. Розробка та впровадження нових прийомів сортової агротехніки гібридів цієї культури сприяє найповнішому використанню їх генетичного потенціалу та представляє практичний інтерес для сучасного землеробства. У комплексі агротехнічних заходів, що впливають на економічну ефективність вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості, важливе місце належить строкам сівби та густоті стояння рослин в сукупності із застосуванням зрошення.

Метою досліджень було встановити вплив строків сівби та густоти стояння рослин на формування фотосинтетичного потенціалу, врожайності та якісних показників гібридів кукурудзи різних груп стиглості в зрошуваних умовах Південного Степу України.

Матеріали і методи. Польовий трифакторний дослід закладали протягом 2014–2016 рр. на базі Інституту зрошуваного землеробства НААН, розташованого на Півдні степової зони України, а саме на правому березі р. Дніпро Білозерського району Херсонської області в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи. Закладання та проведення

спостережень у дослідях виконували згідно із загальноприйнятими методичними рекомендаціями [3, 12, 13].

Вихідним матеріалом для проведення досліджень було сертифіковане насіння (F1) гібридів кукурудзи різних груп стиглості селекції ІЗЗ НААН: Тендра, Скадовський, Каховський, що занесені до Реєстру сортів рослин України та рекомендовані для вирощування. Гібриди висівали у три строки: у II декаді квітня, III декаді квітня, I декаді травня. Густота стояння рослин становила 70; 80 та 90 тис. шт./га.

Ґрунт дослідної ділянки – темно-каштановий середньо-суглинковий слабкосолонцюватий з глибоким рівнем залягання ґрунтових вод. Ґрунтоутворювальною породою є лесоподібний суглинок, збагачений на вапно та гіпс, типовий для зрошуваної зони Півдня України. Загальна шпаруватість у шарі ґрунту 0–40 см становить 47 %. Гумусовий горизонт темно-сірий із каштановим відтінком, становить 47–52 см і характеризується солонцюватістю та вузьким співвідношенням Ca та Mg (2,5–2,8); високою розпушеністю, зв’язністю та схильністю до запливання грудкувато-зернистою структурою. В орному шарі ґрунту міститься 2,2 % гумусу. Середній вміст у шарі ґрунту 0–50 см нітратного азоту – 1,3, рухомого фосфору – 3,1 та обмінного калію – 33,2 мг/1 кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину верхніх горизонтів близька до нейтральної або слабко лужна (рН = 6,9–7,4), вниз по профілю зростає. За характеристикою ґрунт є типовим для степової зони Півдня України.

Найбільш вологозабезпеченим у всі етапи органогенезу виявився 2015 р., що позитивно вплинуло на врожайність зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості за різних строків сівби та густоти стояння рослин. Загалом погодно-кліматичні умови за період проведення досліджень повною мірою відображають агрокліматичні ресурси Південного Степу України. Вони були сприятливі для проведення досліджень (отримання дружних сходів, ріст і розвиток), суттєво впливали на структурні показники та врожайність.

Агротехніка вирощування культури в дослідях була загальноприйнятою для умов зрошення Південного Степу України, за винятком факторів, які ми вивчали. Попередником був ячмінь. Одразу після його збирання проводили дискування (Т-150+БДВП-3,8). Перед основним обробітком ґрунту вносили гіпс за допомогою розкидувача добрив РУМ-4 (5 т/га), після цього на площі, відведених під дослід, восени проводили основний обробіток ґрунту, а саме глибоку оранку на глибину 25–27 см (Т-150 + ПЛН-4-35). В I декаді квітня проводили

культивувацію на глибину 8–10 см (МТЗ-82+КПС-4) та досходове внесення гербіциду харнес (3 л/га). Сівбу виконували відповідно до схеми дослідів. Перед кожним строком сівби проводили передпосівну культивувацію на глибину 5–7 см (КПС-4,0) з подальшим коткуванням агрегатом ЗККШ-6А. Сівбу проводили сівалкою СУПН-6 в агрегаті з трактором МТЗ-82 протруєним насінням. Після сівби ґрунт знову коткували ЗККШ-6А. В II декаді травня проводили хімічне прополювання (тітус, 50 г/га + діален, 0,8 г/га), а також вносили препарат хармоні (200 мл/га). Протягом вегетації посівів кукурудзи було проведено 5–8 вегетаційних поливів нормою 400–500 м³/га дощувальним агрегатом ДДА-100 МА. За роки досліджень зрошувальна норма для гібрида Тендра становила 2000–3000 м³/га, Скадовський – 2500–3500 м³/га, Каховський – 2500–4000 м³/га.

Результати та обговорення. Важливими проявами життєдіяльності рослин є їх ростові процеси, які пов'язані з кількісними змінами. Визначено, що фотосинтетичний потенціал посівів культури в різні періоди розвитку залежав від застосування різних строків сівби, груп стиглості гібридів та густоти стояння рослин (табл. 1).

1. Фотосинтетичний потенціал рослин кукурудзи залежно від факторів дослідів (середнє за 2014–2016 рр.), тис. м²/га за добу

Фактор А, строк сівби	Фактор В, гібрид	Фактор С, густина стояння рослин, тис. шт./га	Періоди розвитку рослин		
			сходи – 12–13 листків	12–13 листків – цвітіння качанів	цвітіння качанів – фізіологічна стиглість
1	2	3	4	5	6
II декада квітня	Тендра	70	752	1290	629
		80	781	1389	657
		90	794	1425	671
	Скадовський	70	769	1379	672
		80	802	1488	704
		90	817	1527	719

1	2	3	4	5	6
II декада квітня	Каховський	70	890	1482	708
		80	923	1601	731
		90	941	1637	746
III декада квітня	Тендра	70	798	1336	642
		80	835	1437	670
		90	854	1474	685
	Скадовський	70	821	1427	699
		80	856	1538	732
		90	878	1581	748
	Каховський	70	957	1532	731
		80	993	1652	764
		90	1014	1686	783
I декада травня	Тендра	70	672	1189	584
		80	698	1286	607
		90	710	1324	621
	Скадовський	70	694	1286	625
		80	723	1387	643
		90	735	1412	654
	Каховський	70	812	1375	697
		80	846	1473	721
		90	863	1498	738

НІР₀₅, см для факторів: А – 47,6 – 54,2 – 39,4

В – 42,1 – 49,8 – 30,1

С – 23,4 – 26,5 – 21,3

З таблиці бачимо, що сівба в III декаді квітня, внаслідок поліпшення продукційних процесів, сприяла підвищенню фотосинтетичного потенціалу посівів порівняно з іншими строками. Максимальної величини цей показник досягав у міжфазний період «12–13 листків – цвітіння качанів» і, залежно від варіантів досліду, в середньому варіював у межах 1336–1686 тис. м²/га за добу. Група стиглості гібрида також чинила вплив на формування фотосинтетичного потенціалу рослин культури. Максимальним цей показник був за всіх варіантів сівби середньостиглого гібрида Каховський та варіював за період «12–13 листків – цвітіння качанів» у межах 1375–1686 тис. м²/га за добу.

Результати обліку врожайності показали, що під впливом агротехнічних елементів за умов зрошення продуктивність досліджуваних гібридів кукурудзи у середньому за 2014–2016 рр. коливалася від 9,98 до 13,69 т/га (табл. 2).

2. Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від строків сівби та густоти стояння рослин (середнє за 2014–2016 рр.)

Фактор А, строк сівби	Фактор В, гібрид	Фактор С, густина стояння рослин, тис. шт./га	Середня врожай- ність, т/га	За фактором		
				А	В	С
II декада квітня	Тендра	70	10,23	11,30	10,46	11,38
		80	10,51			11,57
		90	10,64			11,46
	Скадов- ський	70	11,16		11,25	
		80	11,34			
		90	11,45			
	Кахов- ський	70	12,20		12,70	
		80	12,36			
		90	11,78			
	III декада квітня	Тендра	70	11,77		
			80			
			90			
		Скадов- ський	70			
			80			
			90			
		Кахов- ський	70			
			80			
			90			
I декада травня	Тендра	70	9,98	11,34		
		80	10,42			
		90	10,59			
	Скадов- ський	70	10,26			
		80	10,75			
		90	11,20			
	Кахов- ський	70	13,39			
		80	12,95			
		90	12,54			

Оцінка істотності часткових відмінностей

НІР₀₅, т/га А = 0,09

В = 0,06

С = 0,08

Оцінка істотності середніх (головних) ефектів

НІР₀₅, т/га А = 0,03

В = 0,02

С = 0,03

Дані таблиці свідчать, що в усіх групах стиглості гібридів кукурудзи спостерігали залежність врожайності зерна від строку сівби та густоти стояння рослин.

За результатами проведених у 2014–2016 рр. досліджень встановлено, що сівба в III декаді квітня сприяє формуванню найвищої врожайності зерна кукурудзи, яка в середньому становила 11,77 т/га. За сівби у II декаді квітня та в I декаді травня врожайність зерна кукурудзи мала тенденцію до зниження – 11,30 та 11,34 т/га, або була відповідно на 4,0 та 3,7 % нижчою.

Використані в досліді гібриди мали істотний вплив на формування зернової продуктивності культури. Гібрид Каховський виявився найбільш продуктивним – середня врожайність зерна становила 12,70 т/га. Дещо меншу врожайність отримано на варіантах з гібридом Скадовський – 11,25, а найменші значення цього показника встановлено у гібрида Тендра – 10,46 т/га, що пояснюється біологічними особливостями групи стиглості.

Генотип гібрида мав специфічну реакцію на густоту стояння рослин. Ранньостиглий гібрид Тендра забезпечив найвищу врожайність за густоти стояння рослин 90 тис. шт./га за всіх строків сівби. Середньоранній гібрид Скадовський також сформував максимальну врожайність за густоти стояння рослин 90 тис. шт./га як в оптимальний, так і відносно ранній та пізній строки сівби. Максимальну врожайність середньостиглого гібрида Каховський (13,69 т/га) отримано за сівби в III декаді квітня та густоти стояння рослин 70 тис. шт./га.

Отже, максимальних показників урожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості можна досягти за сівби у III декаді квітня: ранньостиглого гібрида Тендра з густотою стояння рослин 90 тис. шт./га, середньораннього Скадовський – 90 тис. шт./га, середньостиглого Каховський – 70 тис. шт./га.

Під час проведення досліджень також оцінювали і якість продукції. Було встановлено, що якісні показники зерна культури залежали від строків сівби, густоти стояння рослин та безпосередньо від біологічних особливостей досліджуваних гібридів (табл. 3).

З таблиці видно, що під впливом досліджуваних чинників та залежно від біологічних особливостей гібридів змінювався вміст білка, крохмалю та жиру в зерні кукурудзи.

3. Показники якості зерна кукурудзи залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2014–2016 рр.), %

Фактор А, строк сівби	Фактор В, гібрид	Фактор С, густота стоян- ня рослин, тис. шт./га	Вміст		
			білка	крохма- лю	жиру
II декада квітня	Тендра	70	9,30	69,80	3,36
		80	9,31	69,82	3,54
		90	9,34	69,78	3,42
	Скадовський	70	8,15	68,54	3,45
		80	8,19	68,49	3,40
		90	8,18	68,50	3,38
	Каховський	70	8,73	71,06	3,29
		80	8,75	71,10	3,34
		90	8,74	71,09	3,37
III декада квітня	Тендра	70	9,27	69,83	3,49
		80	9,35	69,79	3,53
		90	9,39	69,81	3,60
	Скадовський	70	8,19	68,54	3,86
		80	8,23	68,57	3,94
		90	8,27	68,65	3,79
	Каховський	70	8,79	71,08	3,44
		80	8,75	71,12	3,40
		90	8,74	71,15	3,41
I декада травня	Тендра	70	9,21	69,76	3,42
		80	9,26	69,79	3,49
		90	9,30	69,80	3,37
	Скадовський	70	8,12	68,51	3,43
		80	8,15	68,53	3,39
		90	8,19	68,50	3,32
	Каховський	70	8,85	71,11	3,42
		80	8,74	71,14	3,36
		90	8,73	71,16	3,38

Оцінка істотності часткових відмінностей,

H_{IP05} A – 0,056 – 0,078 – 0,021

B – 0,068 – 0,091 – 0,048

C – 0,042 – 0,53 – 0,017

Максимальний вплив на формування якісних показників зерна культури спричиняв фактор В (гібрид). Серед гібридного складу в середньому за роки досліджень за вмістом білка якісно вирізнявся ранньостиглий гібрид Тендра (9,39 %), у інших гібридів цей показник варіював у межах 8,12–8,85 %, найменшу частку продемонстрував середньоранній гібрид Скадовський (8,12 %).

За вмістом крохмалю у зерні переважає гібрид Каховський (71,16 %), тоді як у інших гібридів його вміст варіював у межах 68,49–69,83 %. У середньому за роки спостережень зерно гібридів кукурудзи за варіантами містило 3,29–3,94 % жиру. Найвищий вміст жиру (3,94 %) встановлено у середньораннього гібрида Скадовський, в інших гібридів цей показник варіював у межах 3,29–3,60 %.

Дослідженнями встановлено, що строк сівби (фактор А) та густина стояння рослин (фактор С) певною мірою впливали на вміст крохмалю в зерні гібридів різних груп стиглості. Визначено, що дещо більше крохмалю в зерні рослини накопичували за густоти стояння 80 тис. шт./га: у гібридів Тендра і Каховський – 69,82 та 71,10 %, Скадовський – 68,54 % за сівби у II декаді квітня та густоти стояння рослин 70 тис. шт./га.

Найбільший вміст крохмалю в зерні кукурудзи за сівби у III декаді квітня виявлено у гібридів Каховський та Скадовський за густоти стояння 90 тис. шт./га – відповідно 68,65 та 71,15 %, у гібрида Тендра цей показник становив 69,83 % за густоти стояння рослин 70 тис. шт./га.

Для гібридів кукурудзи Тендра та Каховський максимальний вміст крохмалю в зерні зафіксовано за сівби у I декаді травня за густоти стояння рослин 90 тис. шт./га – відповідно 69,80 та 71,16 %; для гібрида Скадовський – 68,53 % за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га.

Встановлено певний вплив густоти стояння рослин на вміст білка в зерні гібридів кукурудзи. Максимальним цей показник був у ранньостиглого гібрида Тендра (9,39 %) та середньораннього Скадовський – 8,27% за густоти стояння рослин 90 тис. шт./га; для середньостиглого Каховський – 8,85 % за густоти стояння рослин 70 тис. шт./га.

Залежно від густоти стояння рослин найбільшою мірою знижувався вміст жиру в зерні ранньостиглого гібрида Тендра – з 3,54 до 3,36 % за сівби у II декаді квітня; з 3,60 до 3,49 % – за сівби у III декаді квітня та з 3,49 до 3,37 % – за сівби у I декаді травня.

Висновки

1. Сівба в III декаді квітня сприяла підвищенню фотосинтетичного потенціалу посівів порівняно з іншими строками. Максимальної величини цей показник досягав у період 12–13 листків – цвітіння качанів – 1189–1686 тис. м²/га за добу. Найбільшим фотосинтетичний потенціал був за всіх варіантів сівби у середньостиглого гібрида Каховський та варіював у період від 12–13 листків до цвітіння качанів в межах 1375–1686 тис. м²/га за добу. Збільшення густоти стояння кукурудзи з 70 до 80 тис. шт./га сприяло росту фотосинтетичного потенціалу рослин культури на 7,76 %, а з 80 до 90 тис. шт./га – на 2,38 %.

2. Узагальнюючи наведені вище дані, слід відзначити, що серед досліджуваних факторів найбільш суттєвий вплив на формування зернової продуктивності культури мала група стиглості гібрида. Частка впливу цього фактора (B) становила 78,2 %. Строк сівби (фактор A) та густота стояння рослин (фактор C) мали значно менший вплив на формування врожаю зерна кукурудзи – відповідно 4,2 та 0,6 %.

3. Встановлено, що максимальних показників урожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості можна досягти за сівби у III декаді квітня. Оптимальна густота стояння рослин для гібридів ранньостиглої та середньоранньої груп стиглості має бути 90 тис. шт./га, для середньостиглої – 70 тис. шт./га.

4. Серед досліджуваних зразків у зерні гібрида Тендра зафіксовано найбільший вміст білка – 9,39 %, гібрида Каховський – найбільший вміст крохмалю – 71,16 %, а зерно гібрида Скадовський містить найбільшу частку жиру – 3,94 %.

Список використаної літератури

1. Белов Я. В. Напрями оптимізації технологій вирощування кукурудзи за умов змін клімату. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. № 4. С. 74–81.
2. Голосов О. О. Особливості формування конкурентної позиції виробника зерна на світовому товарному ринку. *Культура народів Причорномор'я*. 2013. № 50. С. 54–56.
3. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві і рослинництві / В. О. Ушкарєнко та ін. Херсон, 2008. 362 с.
4. Каленська С. М., Таран В. Г. Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно

References

1. Belov Ya. V. Directions for optimizing corn cultivation technologies under climate change. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ya*. 2018. No 4. P. 74–81.
2. Holosov O. O. Features of the formation of a competitive position of the grain manufacturer on the world commodity market. *Kultura narodov Prychornomor'ya*. 2013. No 50. P. 54–56.
3. Variance and correlation analysis in agriculture and crop production / V. O. Ushkarenko et al. Kherson, 2008. 362 p.
4. Kalenska S. M., Taran V. H. Yield index of maize hybrids depending on plant

від густоти стояння рослин, норм добрив та погодних умов вирощування. *Plant Var. Stud. Prot.* 2018. Т. 14, № 4. С. 415–421.

5. Камінський В. Ф. Науково-методичні основи досліджень з розроблення технологій вирощування сільськогосподарських культур. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2013. Вип. 1/2. С. 3–9.

6. Коваленко Н. П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок XXI ст.). Київ : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

7. Кукурудза на зрошуваних землях Півдня України / Ю. О. Лавриненко та ін. Херсон, 2011. 138 с.

8. Левитин М. М. Защита растений от болезней при глобальном потеплении. *Защита и карантин растений*. 2012. № 8. С. 16–17.

9. Малік М. Й. Методичні підходи до організації маркетингу інновацій наукоємного ринку агропромислового виробництва. *Економіка АПК*. 2016. Вип. 8. С. 22–26.

10. Маслак О. Переваги – за кукурудзою. *Пропозиція*. 2013. № 5 (215). С. 32–34.

11. Медведєв В. В. Нормативи утворення і збереження структури ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 3. С. 9–13.

12. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях : навч. посіб. / Р. А. Вожегова та ін. Херсон : Грін Д. С., 2014. 244 с.

13. Методика польового дослідіу : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Грін Д. С., 2014. 372 с.

14. Михайленко І. В. Економіко-технологічні аспекти підвищення конкурентоспроможності виробництва зерна і насіння кукурудзи в умовах зрошення Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2013. Вип. 78. С. 32–35.

15. Науково-практичні рекомендації з технології вирощування кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу

density, fertilizer rates and weather conditions. *Plant Var. Stud. Prot.* 2018. Vol. 14, No 4. P. 415–421.

5. Kaminskiy V. F. Scientific and methodological principles of research of technologies development of crop cultivation. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovoho tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2013. Issue 1/2. P. 3–9.

6. Kovalenko N. P. Becoming and development of scientifically-organizational bases of application of home crop rotations in the systems of agriculture (second half of XIX – beginning of XXI century). Kyiv : TOV «Nilan-LTD», 2014. 490 p.

7. Corn on irrigated lands of the south of Ukraine / Yu. O. Lavrynenko et al. Kherson, 2011. 138 p.

8. Levitin M. M. Protecting plants from diseases during global warming. *Zashhita i karantin rastenij*. 2012. No 8. P. 16–17.

9. Malik M. I. Methodical approaches to the organization of innovations marketing in the knowledge-based market of agro-industrial production. *Ekonomika APK*. 2016. Issue 8. P. 22–26.

10. Maslak O. Benefits – in corn. *Propozytsiya*. 2013. No 5 (215). P. 32–34.

11. Medvediev V. V. Norms of creation and maintenance of soil structure. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2010. No 3. P. 9–13.

12. Methodology of the field and laboratory researches on irrigated soil : navch. posib. / R. A. Vozhehova et al. Kherson : Hrin D. S., 2014. 244 p.

13. Method of field experiment : navch. posib. / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Hrin D. S., 2014. 372 p.

14. Mykhailenko I. V. Economic and technological aspects of increasing the competitiveness of grain and corn production under irrigation in the south of Ukraine. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk*. 2013. Issue 78. P. 32–35.

15. Scientific and practical recommendations on the technology of growing corn under irrigation conditions in the Southern Steppe of Ukraine / R. A. Vozhehova et al. Kherson, 2015. 104 p.

України / Р. А. Вожегова та ін. Херсон, 2015. 104 с.

16. Новітні агротехнології в рослинництві : підручник / В. А. Мазур та ін. Вінниця : ФОП Рогальська І. О., 2017. 588 с.

17. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування сільськогосподарських культур. 5-те вид., виправ., допов. Львів : Українські технології, 2019. 806 с.

18. Петриченко В., Лихочвор В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів, 2014. 725 с.

19. Писаренко П. В. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно в умовах Півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2007. Вип. 48. С. 237–240.

20. Системи сучасних інтенсивних технологій : навч. посіб. / В. Д. Паламарчук та ін. 2-ге вид., випр. і доп. Вінниця : ФОП Рогальська І. О., 2012. 370 с.

21. Створення нових гібридів кукурудзи для умов зрошуваного землеробства / Ю. О. Лавриненко та ін. *Зрошуване землеробство*. 2010. Вип. 62. С. 79–81.

22. Тедеева А. А., Хохоева Н. Т., Абаев А. А. Влияние нормы высева на освещенность, засоренность и полегаемость гороха. *Известия ГГАУ*. 2014. Т. 51, ч. 4. С. 38–43.

23. Фотосинтетичні показники гібридів кукурудзи залежно від груп стиглості та строків сівби / І. В. Михайленко та ін. *Зрошуване землеробство*. 2013. Вип. 59. С. 39–47.

24. Alley M. M. Corn Growth & Nutrient Requirements. *Virginia Cooperative Extension*. 2013. № 5. P. 12–14.

25. Dusenke M. E., Duarte A. G., Way D. A. Plant carbon metabolism and climate change: elevated CO₂ and temperature impacts on photosynthesis, photorespiration and respiration. *New Phytologist*. 2019. V. 221, N 1. P. 32–49.

26. Gray S. B., Brady S. M. Plant developmental responses to climate change. *Dev. Biol*. 2016. V. 419, № 1. P. 64–77.

16. The latest agrotechnology in crop production: a textbook / V. A. Mazur et al. Vinnytsia : FOP Rohalska I. O., 2017. 588 p.

17. Petrychenko V. F., Lykhochvor V. V. Plant growing. New technologies of crops cultivation. 5th edition. Lviv : Ukrainski tekhnolohii, 2019. 806 p.

18. Petrychenko V., Lykhochvor V. Plant growing. Technology of cultivation of agricultural crops. Lviv, 2014. 725 p.

19. Pysarenko P. V. Economic efficiency of growing corn for grain in the south of Ukraine. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2007. Issue 48. P. 237–240.

20. Systems of modern intensive technologies: a textbook / V. D. Palamarchuk et al. 2nd edition. Vinnytsia : FOP Rohalska I. O., 2012. 370 p.

21. Creation of new maize hybrids for irrigated agriculture / Yu. O. Lavrynenko et al. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2010. Issue 62. P. 79–81.

22. Tedeewa A. A., Hohoeva N. T., Abaev A. A. Influence of seeding rate on the illumination, infestation and pea lodging. *Izvestiya GGAU*. 2014. Vol. 51, part 4. P. 38–43.

23. Fotosynthetic indicators of corn hybrids depending on ripeness groups and sowing dates / I. V. Mykhailenko et al. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2013. Issue 59. P. 39–47.

24. Alley M. M. Corn Growth & Nutrient Requirements. *Virginia Cooperative Extension*. 2013. No 5. P. 12–14.

25. Dusenke M. E., Duarte A. G., Way D. A. Plant carbon metabolism and climate change: elevated CO₂ and temperature impacts on photosynthesis, photorespiration and respiration. *New Phytologist*. 2019. Vol. 221, No 1. P. 32–49.

26. Gray S. B., Brady S. M. Plant developmental responses to climate change. *Dev. Biol*. 2016. Vol. 419, No 1. P. 64–77.

27. Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A Review / A. Raza et al. *Plants*. 2019. Vol. 8, No 2. P. 34–62.

28. Lavrynenko Yu. O., Hozh O. A., Vozhegova R. A. Productivity of corn hybrids

27. Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A Review / A. Raza et al. *Plants*. 2019. V. 8, № 2. P. 34–62.

28. Lavrynenko Yu. O., Hozh O. A., Vozhegova R. A. Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural science and practice*. 2016. № 1. P. 55–60.

29. Plasticity in stomatal size and density of potato leaves under different irrigation and phosphorus regimes / Y. Sun et al. *J. Plant Physiol*. 2014. V. 171, № 14. P. 1248–1255.

30. Way D. A., Yamori W. Thermal acclimation of photosynthesis: on the importance of adjusting our definitions and accounting for thermal acclimation of respiration. *Photosynth. Res*. 2014. V. 119, № 1/2. P. 89–100.

of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural science and practice*. 2016. No 1. P. 55–60.

29. Plasticity in stomatal size and density of potato leaves under different irrigation and phosphorus regimes / Y. Sun et al. *J. Plant Physiol*. 2014. Vol. 171, No 4. P. 1248–1255.

30. Way D. A., Yamori W. Thermal acclimation of photosynthesis: on the importance of adjusting our definitions and accounting for thermal acclimation of respiration. *Photosynth. Res*. 2014. Vol. 119, No 1/2. P. 89–100.

Отримано 03.06.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-3

УДК 636:631.152(477.7)

¹С. П. ГОЛОБОРОДЬКО, доктор сільськогосподарських наук, професор

¹О. М. ДИМОВ, О. О. ПІЛЯРСЬКА, кандидати сільськогосподарських наук

²Н. М. ГАЛЬЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

¹Інститут зрошуваного землеробства НААН

с. Наддніпрянське, м. Херсон Херсонської обл., 73483, e-mail: izz.ua@ukr.net

²Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту зрошуваного землеробства НААН

с. Тавричанка Каховського р-ну Херсонської обл., 74862,

e-mail: askaniyskoe@gmail.com

КОРМОВИРОБНИЦТВО ПІВДЕННОГО СТЕПУ: РЕАЛІЇ ТА ШЛЯХИ ВІДРОДЖЕННЯ

Сучасний стан виробництва тваринницької продукції у господарствах різних організаційно-правових форм в Україні не відповідає фізіологічним потребам населення в харчуванні, а також у формуванні експорту продовольчих товарів, що пов'язано з організаційною формою господарювання товаровиробників тваринницької галузі. Основним джерелом годівлі великої рогатої худоби приватного сектора стало пасовищне її утримання. За рахунок суттєвого зменшення посівної площі кормових культур протягом останніх років в Україні відбувалося істотне збільшення посівних площ кукурудзи, соняшнику, сої та ріпаку озимого, тобто зернових і технічних культур, які мають попит на світовому ринку. Тваринницька ж галузь стала головним джерелом доходів лише у 9,5 % сільгосппідприємств та 7,3 % у фермерських господарств.

Критичне становище галузі кормовиробництва в господарствах населення пов'язане з екстенсивними способами його розвитку. У структурі кормових культур, що використовуються, спостерігається зменшення виробництва частки зелених, концентрованих та соковитих кормів. Для виходу з кризового становища, в якому опинилася галузь кормовиробництва у підзоні південного Степу, як і в Україні у цілому, подальший розвиток її в господарствах населення доцільно проводити шляхом створення високопродуктивних пасовищ і сіножатей на основі кооперативних формувань з участю молочнопромислового комплексу і м'ясопереробних підприємств. Розв'язання вказаної проблеми таким способом дозволить задіяти господарства населення за більш ефективними схемами виробництва тваринницької продукції і ліквідувати загострення соціально-економічних відносин на селі.

Впровадження у сільськогосподарське виробництво оптимізованих систем кормовиробництва в підзоні південного Степу сприятиме зростанню обсягів виробництва кормів високої якості за найменших енергетичних і фінансових затрат на одиницю виробленого корму, що забезпечить ефектив

© Голобородько С. П., Димов О. М.,
Пілярська О. О., Гальченко Н. М., 2020

ний розвиток галузі тваринництва і продовольчу безпеку населення України.

Ключові слова: тваринництво, пасовище, худоба, структура посівних площ, агроландшафти, кормові культури.

¹Stanislav Holoborodko, ¹Oleksandr Dymov, ¹Olena Piliarska,
²Natalia Halchenko

¹Institute of Irrigated Agriculture NAAS

²Askaniyska State Agricultural Experimental Station at the Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS of Ukraine

Feed production in the southern Steppe: ways of rebirth and realities

The current state of production of livestock products in farms of all forms of ownership in Ukraine has become inconsistent with the physiological needs of the population in nutrition, as well as in the formation of exports of food products, which is associated with the organizational form of management of producers of livestock industry. The main source of cattle feeding in the private sector has become pasture maintenance. Due to a significant decrease in the area of forage crops in recent years in Ukraine, there has been a significant increase in acreage of corn, sunflower, soybeans and winter rape, i.e. cereals and industrial crops that are in demand on the world market. The livestock sector became the main source of income for only 9,5 % of agricultural enterprises and 7,3 % of farms.

The critical situation of the fodder industry in households is connected with extensive ways of its development. The structure of fodder crops used, decreases the production of green, concentrated and juicy fodder. In order to overcome the crisis situation in which the fodder industry in the sub-region of the southern Steppe was, as well as in Ukraine as a whole, it is advisable to further develop it in the households by creating high-yielding pastures and hayfields based on cooperative formations with the participation of dairy farms and meat processing enterprises. Solving this problem in this way will allow to engage the households under more efficient schemes of production of livestock products and eliminate the exacerbation of socio-economic relations in the countryside.

The introduction of optimized feed production systems in agriculture in the sub-region of the southern steppe will help to increase the production of high quality forages at the lowest energy and financial cost per unit of feed produced, which will ensure the efficient development of the livestock industry and food security of the population of Ukraine.

Key words: animal husbandry, pasture, livestock, sowing area structure, agricultural landscapes, forage crops.

Вступ. Успішний розвиток агропромислового комплексу України, в сучасних умовах господарювання, можливий лише за комплексного вирішення організаційних, економічних, технологічних і соціальних питань ефективного розвитку аграрного сектора економіки [1, 2, 10, 28, 29]. Основною формою реалізації вказаного питання є розробка для сільськогосподарського виробництва науково обґрунтованих систем зрошуваного й неполивного землеробства, які

сприяють підвищенню родючості ґрунтів у зонах їх впровадження [7, 8, 30, 32, 33].

Система кормовиробництва, як складова частина системи землеробства, повинна бути спрямована на максимальне забезпечення потреб різних галузей тваринництва у високоякісних кормах, а тому є дуже складною і специфічною галуззю [3, 4, 14, 18, 34]. За виробничою діяльністю система кормовиробництва розподіляється на підсистему сільськогосподарського та промислового призначення. Рівень економічного розвитку кожної підсистеми визначається внутрішніми й зовнішніми чинниками, передусім організацією тісної взаємодії з науково-технічним прогресом у цій галузі, що забезпечує підвищення економічної ефективності сільськогосподарського виробництва в цілому [11, 15, 17, 19, 26].

Кожна система кормовиробництва, незалежно від форми власності господарства, повинна бути спрямована на створення міцної кормової бази, яка включає: кормові культури польового й лучного кормовиробництва й фуражне зерно для галузі тваринництва; вирощування зелених, заготівлю грубих і соковитих кормів на орних землях та природних кормових угіддях, а також сіяних сінокосах і пасовищах; корми промислового виробництва – комбікорми, мінеральні та білково-вітамінні добавки та ін.; польові відходи сільськогосподарських культур – солому, полову, бадилля та ін.; відходи переробних галузей агропромислового комплексу – борошномельної, маслобойної та цукрової промисловості.

Для збільшення виробництва кормів у польовому кормовиробництві підзони південного Степу важливого значення набуває зростання врожайності кормових культур на зрошуваних землях, що пов'язано з істотним зниженням родючості ґрунтів та з глобальною й регіональною зміною клімату регіону [16, 24, 25, 31]. Поряд з цим необхідно також використовувати основні способи підвищення продуктивності природних кормових угідь [5, 6, 20, 31, 35]. Особливу увагу слід приділяти системі заходів щодо підвищення якості усіх видів кормів, зменшення втрат поживних речовин при вирощуванні, збиранні урожаю та зберіганні грубих, соковитих і концентрованих кормів. Формуючи систему ведення кормовиробництва в підзоні південного Степу, як і в інших природно-кліматичних зонах України, необхідно розробляти заходи щодо визначення оптимальної структури посівних площ кормових культур й розміщення їх у зрошуваних та неполивних кормових сівозмінах, що сприяє підвищенню родючості ґрунтів [9, 13, 21, 22, 27].

Матеріали і методи. При написанні статті використані дані Державної служби статистики України та результати власних досліджень авторів. Роль наукового забезпечення підвищення продуктивності сільськогосподарських культур визначено на основі аналізу й синтезу, а також абстрактно-логічного підходу. Емпіричні дослідження шляхів подальшого розвитку галузей кормовиробництва і тваринництва проведено за допомогою методів порівняльного, системного та графічного аналізу.

Результати та обговорення. Аналіз сучасного стану галузі кормовиробництва в підзоні південного Степу України свідчить, що підвищення продуктивності кормових культур можливо досягти двома способами: оптимізацією структури посівних площ кормових культур на зрошуваних і неполивних землях та використанням енергоощадних технологій їх вирощування. Тому підвищення ефективності галузі кормовиробництва шляхом оптимізації структури посівних площ наявних агроландшафтів у підприємствах різних форм господарювання, а також широкого використання енергоощадних технологій вирощування кормових культур на зрошуваних і неполивних землях є своєчасним і актуальним.

Згідно з державним земельним обліком, проведеним у 1990 р., в Україні нараховувалося 60,3 млн га земель усіх категорій, зокрема сільськогосподарських угідь – 41,8 млн га, з них ріллі – 33,4; сінокосів і пасовищ – 7,5; лісів – 10,4 млн га. У 1990 р. в структурі посівної площі зернові й зернобобові культури, до загальної посівної площі основних сільськогосподарських культур, займали 14583,0 тис. га (45,26 %), зокрема пшениця озима та яра 5480,0 (17,01 %); кукурудза – 1200,0 (3,72 %); соя – 93,0 (0,29 %); ріпак озимий та ярий – 90,0 (0,28 %); соняшник – 1636,0 (5,08 %); картопля та овоче-баштанні – 1885,0 (5,85 %); кормові культури – 11999,0 тис. га (37,24 %) (табл. 1).

У 2019 р. загальна посівна площа в Україні, без урахування тимчасово окупованої території АР Крим, м. Севастополя та частини земель у зоні проведення операції об'єднаних сил, займала 27688,0 тис. га. Посівна площа зернових і зернобобових культур становила 14843,0 тис. га (53,61 %), із них – 6644,0 (24,00 %) пшениця озима та яра; ячмінь озимий та ярий – 2443,0 (8,82 %); кукурудза – 4625,0 (16,70 %) й інші зернові та зернобобові культури – 1131,0 тис. га (4,09 %). Із технічних культур найбільшу посівну площу стали займати соняшник – 5809,0 тис. га (20,98 %), соя – 1823,0 (6,58 %) і ріпак озимий та ярий – 1120,0 тис. га (4,05 %).

1. Структура посівних площ сільськогосподарських культур в Україні (за даними Державної служби статистики України)

Показники	1990 р.		2019 р.*	
	тис. га	%	тис. га	%
Посівна площа с.-г. культур, у т. ч.	32218,0	100,0	27688,0	100,0
Зернові та зернобобові культури	14583,0	45,26	14843,0	53,61
у т. ч.: пшениця озима та яра	5480,0	17,01	6644,0	24,00
кукурудза	1200,0	3,72	4625,0	16,70
ячмінь ярий та озимий	3003,0	9,32	2443,0	8,82
інші зернові та зернобобові	4900,0	15,21	1131,0	4,09
Технічні культури	3751,0	11,65	9320,0	33,66
у т.ч. соняшник	1636,0	5,08	5809,0	20,98
буряк цукровий	1607,0	4,99	261,0	0,94
соя	93,0	0,29	1823,0	6,58
ріпак озимий та ярий	90,0	0,28	1120,0	4,05
інші технічні	325,0	1,01	307,0	1,11
Картопля та овоче-баштанні	1885,0	5,85	1743,0	6,29
Кормові культури	11999,0	37,24	1782,0	6,44

Примітка. *Без урахування тимчасово окупованої території АР Крим, м. Севастополя та частини земель у зоні проведення операції об'єднаних сил.

Згідно з дослідженнями Державної служби статистики України посівні площі кормових культур, у порівнянні з 1990 р., суттєво зменшилися [23, 36]. Якщо загальна площа кормових культур у 1990 р. у всіх категоріях господарств становила 11999,0 тис. га (37,24 %), то в 2019 р. посівні площі їх становили лише 1782,0 тис. га, або скоротилися на 10217,0 тис. га (85,1 %). За рахунок суттєвого зменшення посівної площі кормових культур протягом останніх років в Україні відбувалося істотне збільшення посівних площ кукурудзи, соняшнику, сої та ріпаку озимого, тобто зернових і технічних культур, які мають попит на світовому ринку.

Недостатня підтримка державою протягом 1991–2019 рр. розвитку галузі приватного тваринництва й, передусім, виробництва кормів, до їх потреби тваринницькою галуззю, призвела до істотного скорочення поголів'я великої рогатої худоби (ВРХ), а, відповідно, й зниження обсягів виробництва тваринницької продукції. Якщо у 1990 р. чисельність поголів'я ВРХ у Херсонській області становила 866,0 тис. голів, у тому числі 272,2 тис. корів, то на 01.01.2020 р. вона не перевищувала 84,4 тис. голів ВРХ, тобто скоротилася на 781,6 тис. голів (90,2 %), зокрема корів, відповідно, – 272,2 та 55,3 тис. голів, або зменшилася на 216,9 тис. голів (79,7 %) (рис. 1).

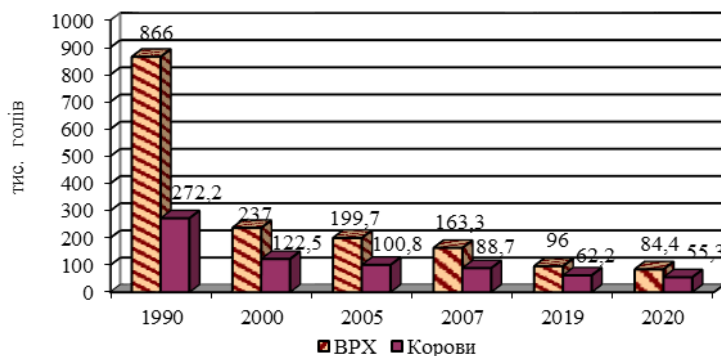


Рис. 1. Чисельність поголів'я великої рогатої худоби й корів у господарствах усіх категорій у Херсонській області (за даними Державної служби статистики України)

Відмінною характерною особливістю виробництва кормів у дрібно- й середньотоварних господарствах підзони південного Степу є те, що після розпаювання земельних ресурсів та ліквідації тваринницьких ферм і комплексів до 86,4 % поголів'я ВРХ, у тому числі до 91,5 % корів, знаходиться у господарствах населення і майже повністю відсутнє у фермерських господарствах. Якщо поголів'я ВРХ у 1990 р. у великих сільськогосподарських підприємствах Херсонської області складало 787,5 тис. голів, то в 2000 р. їх чисельність не перевищувала 15,0 тис. голів, тобто скоротилася на 772,5 тис. голів, або на 98,1 % (рис. 2).

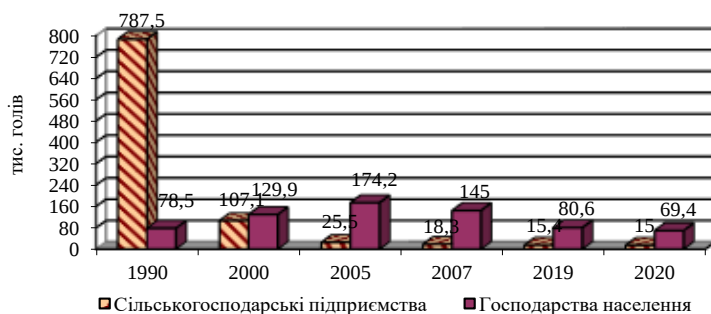


Рис. 2. Чисельність поголів'я великої рогатої худоби в сільськогосподарських підприємствах і господарствах населення у Херсонській області

При цьому чисельність поголів'я ВРХ у господарствах населення, порівняно з 1990 р., зростала лише у 2000 р. на 51,4 тис. голів (65,5 %), 2005 р. – 95,7 (121,9 %) та 2007 р. – 66,5 тис. голів або 84,7 %. Значне скорочення поголів'я ВРХ призвело до зниження виробництва тваринницької продукції, а, відповідно, і до недостатнього задоволення попиту населення в продуктах харчування. З погляду національної безпеки України господарська діяльність, яка склалася сьогодні в агропромисловому комплексі щодо виробництва продукції молока і яловичини, є надзвичайно критичною, оскільки дефіцит її до норми споживання населенням країни, згідно з нормативами Міністерства охорони здоров'я, по молоку становить лише 35,6 % (6231 тис. т) і 70,3 % (1012 тис. т) – по виробництву яловичини (табл. 2).

2. Фактичне виробництво і нормативна потреба продукції молочного скотарства, тис. т [12]

Продукція	Фактичне виробництво			Потреба згідно нормативів МОЗ	Дефіцит до норми споживання
	сільсько-господарські підприємства	господарства населення	всього		
Молоко	2217	9032	11249	17480	– 6231
Яловичина	105	323	428	1440	– 1012

Через зниження поголів'я ВРХ, а відповідно, й виробництва продуктів харчування енергетична цінність середньодобового харчового раціону на душу населення протягом останніх років зменшилась з 3597 до 2567 ккал, або на 28,6 %. Фактичний рівень споживання продуктів тваринного походження, на одну особу в Україні, молока за рік складав 54,3 % і яловичини – лише 31,3 % (табл. 3).

3. Фактичне і нормативне споживання продукції молочного скотарства населенням України [12]

Показник	Рівень споживання на 1 особу за рік, кг			
	норматив МОЗ	фактично	до нормативу	
			(+; –)	%
Молоко	380,0	206,4	–173,6	54,3
Яловичина	31,3	9,8	–21,5	31,3

Внаслідок різкого зниження чисельності поголів'я ВРХ, зокрема й корів, відбулося істотне зменшення обсягів виробництва продукції м'ясного й молочного скотарства та зростання імпорту м'яса до 500–600 тис. т на рік, що становить загрозу породовольчій безпеці країни.

Низька продуктивність молочнопромислового комплексу пов'язана з недостатньою забезпеченістю існуючого тваринництва кормами, передусім відсутністю високопродуктивних пасовищ, недосконалою системою утримання тварин, що залишилися, та низьким потенціалом їх молочної продуктивності. Через це на початку XXI ст. в розрахунку на душу населення в Україні виробляли лише 253,3 кг молока, 2,3 кг тваринного масла, 12,9 кг продукції з незбираного молока, 0,9 кг жирних сирів.

Тому сучасний стан виробництва тваринницької продукції у господарствах усіх форм власності в Україні став не відповідати фізіологічним потребам населення в харчуванні, а також у формуванні експорту продовольчих товарів, що пов'язано з організаційною формою господарювання товаровиробників тваринницької галузі. Для усунення наведених недоліків та підняття ефективності галузі, згідно із заявами колишнього Прем'єр міністра України В. Б. Гройсмана, уже в 2018 р. Кабінет Міністрів планував виділити понад 4,0–4,5 млрд грн. На наш погляд, не менш важливе значення для відновлення галузі скотарства в країні має також і галузь кормовиробництва, оскільки “корми і годівля тварин”, не менш важливі, аніж “порода і розведення” (М. Ф. Іванов, 1949). У великих сільськогосподарських підприємствах чисельність молочного стада зменшилася з 6,2 млн до 0,88 млн голів, тобто на 87,7 %. Однією з основних причин скорочення поголів'я ВРХ та низької продуктивності молочного й м'ясопромислового комплексу стала вкрай недостатня забезпеченість наявного приватного тваринництва кормами й, насамперед, відсутність високопродуктивних пасовищ і сіножатей та незбалансованість кормів за перетравним протеїном.

Основним джерелом годівлі великої рогатої худоби приватного сектора стало пасовищне її утримання. Проте внаслідок відсутності високопродуктивних пасовищ випасання корів протягом весняно-літньо-осіннього періоду проводять уздовж захисних зон автомобільних трас; вирубаних полезахисних лісосмуг, які ще залишилися; зрошувальних магістральних каналів та міжгосподарських зрошувальних систем (рис. 3).



Рис. 3. Випас приватної худоби с. Архангельська Слобода Каховського р-ну Херсонської обл. вздовж Каховського магістрального каналу (14.09.2019 р.)

На цьому етапі розвитку сільського господарства виробництво кормів у різних природно-кліматичних зонах України свідчить про екстенсивні форми його розвитку. До того ж продуктивність вирощуваних кормових культур у громадському секторі дуже низька і становить лише 2,23–2,75 т/га корм. од., зокрема на Поліссі – 2,44; в Лісостепу – 3,14; Степу – 2,58 і Карпатах – 2,90 т/га корм. од. Якщо загальний обсяг виробництва кормів у колишніх колгоспах і радгоспах України, в середньому за рік, досягав 64–75 млн т корм. од., то після реформування АПК він знизився до 2,3–2,4 млн т. Внаслідок цього за наявного поголів'я худоби за необхідності заготовляти на одну умовну голову 3,92 т корм. од. виробляють лише 2,30–2,78 т корм. од., або 58,7–70,9 % до потреби. При цьому на одну кормову одиницю за норми 105–110 грамів перетравного протеїну припадає лише 76–85 г (72,3–80,9 %), що призводить до значних перевитрат кормів на виробництво одиниці тваринницької продукції.

Внаслідок цього сучасний стан галузі кормовиробництва в реформованих господарствах південної частини зони Степу є вкрай незадовільним, а тому потреба наявного тваринництва в кормах, як і

якісна годівля тварин, повністю не забезпечується. Здебільшого власники худоби як протягом вегетаційного періоду (квітень-вересень), так і в осінній та зимовий періоди для годівлі тварин використовують незбалансовані за перетравним протеїном корми. Критичне становище галузі кормовиробництва в господарствах населення пов'язане з екстенсивними способами його розвитку. У структурі кормових культур, що використовують, спостерігається зменшення виробництва частки зелених, концентрованих та соковитих кормів. Натомість стало зростати використання грубих кормів, які в структурі раціонів годівлі тварин за нормативу 17,4–20,0 % підвищилися протягом останніх років до 26,4–35,2%, головним чином за рахунок використання соломи зернових колосових культур. Як наслідок – загальну потребу населення України в м'ясній продукції колишнє Міністерство аграрної політики та продовольства задовольняло за рахунок імпорту з країн Європейського Союзу та Північної і Південної Америки (рис. 4).

Зниження виробництва молока і м'яса в реформованих підприємствах і приватних господарствах населення на нинішньому етапі розвитку сільського господарства України головним чином пов'язано з істотною енергоємністю виробництва кормів та високою питомою вагою енергетичних витрат при промисловій переробці продукції тваринництва.

Низькі показники тваринницької галузі зумовлені також високою енергоємністю кормодобувної техніки і низькою її продуктивністю при заготівлі, зберіганні та роздачі кормів, через що спостерігаються значні втрати кормових ресурсів на початку перетворення їх на харчову енергію. Так, втрати сіна, при зберіганні його в скиртах, становлять 25 %, сіна, заготовленого методом активного вентилявання при зберіганні в сіносовищах, – 15, сінажу – 10, силосу – 20 %. У прийнятих технологіях з вирощування кормових культур, а також при заготівлі й переробці кормів витрати дизельного пального на одиницю продукції дуже високі й становлять: зеленої маси однорічних кормових культур – 103–290 кг/т корм. од.; сіна – 160, сінажу – 177; силосу – 156 і кормових буряків – 209 кг/т корм. од.

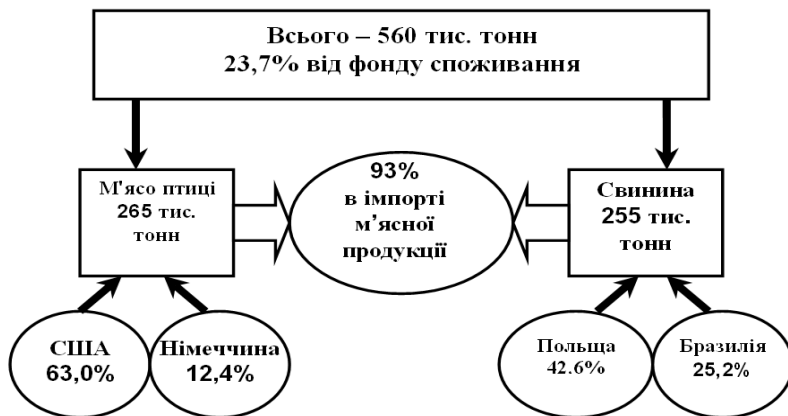


Рис. 4. Імпорт м'ясної продукції в Україну, 2008–2016 рр.

Зниження виробництва молока і м'яса в реформованих підприємствах і приватних господарствах населення на нинішньому етапі розвитку сільського господарства України головним чином пов'язано з істотною енергоємністю виробництва кормів та високою питомою вагою енергетичних витрат при промисловій переробці продукції тваринництва.

Низькі показники тваринницької галузі зумовлені також високою енергоємністю кормодобувної техніки і низькою її продуктивністю при заготівлі, зберіганні та роздачі кормів, через що спостерігаються значні втрати кормових ресурсів на початку перетворення їх на харчову енергію. Так, втрати сіна, при зберіганні його в скиртах, становлять 25 %, сіна, заготовленого методом активного вентилявання при зберіганні в сіносховищах, – 15, сінажу – 10, силосу – 20 %. У прийнятих технологіях з вирощування кормових культур, а також при заготівлі й переробці кормів витрати дизельного пального на одиницю продукції дуже високі й становлять: зеленої маси однорічних кормових культур – 103–290 кг/т корм. од.; сіна – 160, сінажу – 177; силосу – 156 і кормових буряків – 209 кг/т корм. од.

Збалансування кормів за перетравним протеїном у групі зелених кормів, що вирощують для годівлі приватного тваринництва, частково є лише у весняно-літньо-осінній період (травень-вересень). У зимовий же період у балансі грубих кормів переважають солома і сіно, з вкрай низьким вмістом перетравного протеїну. Ліквідувати проблему дефіциту кормового білка дрібнотоварні ферми, як і середньотоварні та господарства населення, сьогодні не можуть. Використовувати

високопродуктивні кормозбиральні комбайни та купувати об'ємні й концентровані корми у великотоварних виробників та комбікормових заводів через високу їх вартість вони також скоро не зможуть у зв'язку з браком оборотних коштів. Основна причина відсутності у приватних господарствах населення високопродуктивних кормозбиральних машин пов'язана з високою їх вартістю, через що заготівлю кормів для тварин проводять здебільшого за допомогою знарядь, якими користувалися ще в період феодального ладу – ручних кіс, грабелів та вил. Як наслідок – загальна кількість високоякісних кормів до їх потреби для тварин у приватних господарствах населення майже ніколи не виробляється.

Виникає дуже складне питання: які ж чинники призвели молочне та м'ясне скотарство України до такого критичного стану, причому не тільки у Херсонській області, а й в інших областях підзони південного Степу?

Згідно з Національним проектом Міністерства аграрної політики та продовольства України “Відроджене скотарство” причин виникнення кризових явищ, що призвели до руйнівних наслідків у скотарстві, які продовжують свою негативну дію і сьогодні, є кілька:

- значне зменшення кількості великих спеціалізованих підприємств з високим рівнем концентрації поголів'я і технологічного забезпечення виробництва кормів, а отже, молока та яловичини;

- використання морально застарілих технологічних і технічних засобів виробництва на фермах, що зумовлює високу енергоємність виробництва одиниці продукції молочного скотарства та її собівартість;

- низька платоспроможність населення;

- нестабільний рівень закупівельних цін на молоко та яловичину, що не забезпечує постійного стійкого беззбиткового їх виробництва і знижує інвестиційну привабливість галузі;

- недосконалий механізм регулювання імпорту продукції, яка завозиться за значно нижчими цінами, що ставить вітчизняного товаровиробника у нерівні умови й несе загрозу подальшого згортання виробництва;

- брак вигідної для товаровиробника кредитної політики, спрямованої на оновлення основних засобів виробництва;

- слабе інтегрування виробництва, переробки й реалізації молочної та м'ясної продукції, що призводить до різких коливань закупівельних цін на молоко та яловичину;

– недостатнє дотування державою розвитку молочного та м'ясного скотарства, що не сприяє подальшому зростанню обсягів виробництва тваринницької продукції, а, відповідно, й забезпечення продовольчої безпеки населення України в продуктах харчування;

– відсутність розроблених комплексних програм розвитку польового й лучного кормовиробництва на зрошуваних землях.

Висновки. Для виходу з кризового становища, в якому опинилася галузь кормовиробництва у підзоні південного Степу, як і в Україні у цілому, подальший розвиток її в господарствах населення доцільно проводити шляхом створення високопродуктивних пасовищ і сіножатей на основі кооперативних формувань за участі молочнопромислового комплексу і м'ясопереробних підприємств. Розв'язання вказаної проблеми таким способом дозволить задіяти господарства населення за більш ефективними схемами виробництва тваринницької продукції і ліквідувати загострення соціально-економічних відносин на селі. Впровадження у сільськогосподарське виробництво оптимізованих систем кормовиробництва в підзоні південного Степу сприятиме зростанню обсягів виробництва кормів високої якості за найменших енергетичних і фінансових затрат на одиницю виробленого корму, що забезпечить ефективний розвиток галузі тваринництва і продовольчу безпеку населення України.

Список використаної літератури

1. Аграрний сектор економіки України (стан і перспективи розвитку) / М. В. Присяжнюк та ін. ; за ред. М. В. Присяжнюка, М. В. Зубця, П. Т. Саблука, М. М. Федорова. Київ : ННЦ "ІАЕ", 2011. 1008 с.

2. Бабенкова О. О. Збір урожаю сільськогосподарських культур, плодів, ягід та винограду в Херсонській області у 2012 році (статистичний збірник). Херсон : Головне управління статистики. 2013. 241 с.

3. Бабич А. А. Особенности кормопроизводства в США. *Кормопроизводство*. 1987. № 1. С.45–48.

4. Бабич А. О., Підпалій І. Ф., Шелест В. К. Господарська та біоенергетична оцінка технологій вирощування люцерни в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 1994. № 5. С. 95–102.

5. Балує С. А., Верніченко Г. А. Концепція екологічного ризику деградації

References

1. Agrarian Sector of Ukrainian Economy (State and Prospects for Development) / M. V. Prysiazhniuk et al. ; for order. M. V. Prysiazhniuka, M. V. Zubtsia, P. T. Sabluka, M. M. Fedorova. Kyiv : NSC "IAE" 2011. 1008 p.

2. Babenkova O. O. Harvesting of agricultural crops, fruits, berries and grapes in the Kherson region in 2012 : statistical collection. Kherson : Main Department of Statistics. 2013. 241 p.

3. Babych A. O. Features of feed production in the United States. *Kormoproizvodstvo*. 1987. Issue 1. P. 45–48.

4. Babych A. O., Pidpalii I. F., Shelest V. K. Economic and bioenergetic assessment of alfalfa growing technologies under irrigation conditions. *Visnyk ahrarynoi nauky*. 1994. Issue 5. P. 95–102.

5. Baliuk S. A., Vernichenko H. A.

- грунтового покриву України. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 6. С. 5–11.
6. Балюк С. А., Гапєєв Л. В. Зарубіжний та вітчизняний досвід законодавчого врегулювання правового захисту ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 10. С. 12–16.
7. Балюк С. А., Кучер А. В., Анісімова О. В. Концептуальні засади економічного механізму відтворення родючості ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 2. С. 60–65.
8. Балюк С. А., Ромащенко М. І. Проблеми зрошення в Україні в контексті зарубіжного досвіду. *Вісник ХДАУ*. 2000. № 1. С. 27–35.
9. Балюк С. А., Тимченко Д. О., Гичка М. М. Концепція охорони ґрунтів від ерозії в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2009. № 2. С. 5–10.
10. Беспалова Н. О., Лохоня О. І., Попова А. О. Економічна ефективність використання земельних угідь в сільськогосподарських підприємствах Херсонської області: стан, проблеми, перспективи. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2003. Вип. 3 (23). С. 261–267.
11. Вилучення з інтенсивного обробітку малопродуктивних земель та їхнє раціональне використання / Рижук С. М. та ін. *Аграрна наука*. Київ, 2000. 39 с.
12. Відроджене скотарство : національний проект. Київ : ДІА, 2011. 44 с.
13. Відтворення родючості ґрунтів: актуальні напрями економічного дослідження / С. А. Балюк та ін. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 10. С. 59–63.
14. Гальченко Н. М., Князєв О. В., Левенець Т. П. Агробіологічні основи створення високопродуктивних кормових агрофітоценозів у зоні Південного Степу : наук.-метод. рек. Херсон : Грінш Д. С. 2015. 45 с.
15. Голобородько С. П. Ефективне використання сукупної енергії при вирощуванні кормових культур в південному Степу України на зрошенні. 36. наук. праць Національного наукового центру "Інститут землеробства УААН". Concept of environmental risk of soil degradation in Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky*. Issue 6. P. 5–11.
6. Baliuk S. A., Hapiev L. V. Foreign and domestic experience in legislative regulation of legal protection of soils. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2014. Issue 10. P. 12–16.
7. Baliuk S. A., Kucher A. V., Anisimova O. V. Conceptual foundations of the economic mechanism of soil fertility reproduction. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2014. Issue 2. P. 60–65.
8. Baliuk S. A., Romashchenko M. I. Irrigation problems in Ukraine in the context of foreign experience. *Visnyk KSAU*. 2000. Issue 1. P. 27–35.
9. Baliuk S. A., Tymchenko D. O., Hychka M. M. The concept of soil protection from erosion in Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2009. Issue 2, 5–10.
10. Bepalova N. O., Lokhonia O. I., Popova A. O. Economic efficiency of land use in agricultural enterprises of Kherson region: state, problems, prospects. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2003. Vol. 3 (23). P. 261–267.
11. Withdrawal of low-productive land from intensive cultivation and their rational use / Ryzhuk S. M. et al. Kyiv : Ahrarna nauka, 2000. 39 p.
12. Revived cattle breeding : national project. Kyiv : DIA, 2011. 44 p.
13. Reproduction of soil fertility: current directions of economic research / Baliuk S. A. et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2013. Issue 10. P. 59–63.
14. Halchenko N. M., Kniaziev O. V., Levenets' T. P. Agrobiological bases for creating highly productive forage agrophytocenoses in the southern Steppe zone : scient. and method. rec. Kherson : Hrin' D. S. 2015. 45 p.
15. Holoborodko S. P. Efficient use of total energy for growing forage crops in the southern Steppe of Ukraine on irrigation. Col. of scien. works of the National Research Center «Institute of Agriculture NAAS. Kyiv : TOV VD "EKMO", 2008. Vol. 2. P. 94–104.

Київ : ТОВ ВД “ЕКМО”. 2008. Вип. 2. С. 94–104.

16. Голобородько С. П., Димов О. М. Глобальна зміна клімату в умовах південного Степу. *Агро Перспектива*. 2014. № 9 (171). С. 90–91.

17. Голобородько С. П., Найдьонов В. Г., Гальченко Н. М. Консервація зе-мель в Україні: стан і перспективи. Херсон : Айлант. 2010. 92 с.

18. Голобородько С. П., Нижоголенко В. М., Дубинський О. Л. Регіональні проблеми та основні напрямки розвитку кормовиробництва в південному Степу України. Херсон : Айлант, 2009. 96 с.

19. Голобородько С. П., Сахно Г. В. Сучасний ландшафтно-екологічний стан сільськогосподарських угідь південного Степу. *Зрошуване землеробство : міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2012. № 58. С. 8–16.

20. Дацько Л. В. Сучасний стан ґрунтів України та агроекологічні аспекти використання добрив. *Посібник українського хлібороба*. Київ, 2008. С. 62–65.

21. Дедов А. В. Воспроизводство органического вещества почвы в земледелии ЦЧР. *Вестник ВГАУ*. 2000. № 3. С. 80–93.

22. Дедов А. В., Придворев Н. И., Морозова Е. В. Трансформация послеуборочных остатков и содержание в почве подвижных гумусовых веществ. *Агрохимия*. 2001. № 11. С. 26–33.

23. Збір урожаю сільськогосподарських культур, плодів, ягід та винограду в регіонах України за 2015 рік. *Статистичний бюлетень*. Київ : Державна служба статистики України. 2016. 93 с.

24. Лазнюк І. Статистика: офіційна демонстрація зростання на тлі загального зuboжіння. *Пропозиція*. 2008. № 12. С. 37–39.

25. Лайко П. Екологія і продовольча безпека в Україні і в світі. *Економіка АПК*. 2006. № 1. С. 54–60.

26. Мадісон В. Проблеми українського скотарства: погляд зсередини і ззовні. *Пропозиція*. 2007. № 4. С. 134–136.

27. Медведєв В. В. Стан родючості

16. Holoborodko S. P., Dymov O. M. Global climate change in the southern Steppe. *Ahro Perspektyva*. 2014. Issue 9 (171). P. 90–91.

17. Holoborodko S. P., Naidionov V. H., Halchenko N. M. Land conservation in Ukraine: status and prospects. Kherson : Ailant, 2010. 92 p.

18. Holoborodko S. P., Nyzheholenko V. M., Dubynskyi O. L. Regional problems and main directions of fodder development in the southern steppe of Ukraine. Kherson : Ailant, 2009. 96 p.

19. Holoborodko S. P., Sakhno H. V. The present landscape and ecological status of the agricultural lands of the southern steppe. *Zroshuvane zemlerobstvo : interdepartmental thematic scientific collection*. 2012. Vol. 58. P. 8–16.

20. Datsko L. V. Current state of soil in Ukraine and agro-ecological aspects of fertilizer use. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. Kyiv, 2008. P. 62–65.

21. Diedov A. V. Reproduction of soil organic matter in agriculture of the CChR. *Vestnik VHAU*. 2000. Issue 3. P. 80–93.

22. Diedov A. V., Pridvortsev N. I., Morozova Ye. V. Transformation of post-harvest residues and content of mobile humus substances in the soil. *Ahrokhimiia*. 2001. Issue 11. P. 26–33.

23. Harvesting of crops, fruits, berries and grapes in the regions of Ukraine for 2015. *Statystychnyi biuleten'*. Kyiv : Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. 2016. 93 p.

24. Lazniuk I. Statistics: official demonstration of growth against the background of general impoverishment. *Propozytsiia*. 2008. Issue 12. P. 37–39.

25. Laiko P. Ecology and food security in Ukraine and in the world. *Ekonomika APK*. 2006. Issue 1. P. 54–60.

26. Madison V. Problems of Ukrainian cattle breeding: a look from inside and outside. *Propozytsiia*. 2007. Issue 4. P. 134–136.

27. Medvediev V. V. Soil fertility of Ukraine and prognosis of its changes in modern agriculture. Kharkiv : Shtrykh,

- грунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства. Харків : Штрих, 2001. 98 с.
28. Основні економічні показники виробництва продукції сільського господарства в сільгоспідприємствах за 2011 рік. *Статистичний бюлетень*. Київ : Державна служба статистики України. 2012. 88 с.
29. Перегуда В. Л., Арсенєва О. П. Вивчення економічної ефективності кормовиробництва в особистих господарствах населення. *Корми і кормовиробництво*. Київ : Аграрна наука, 2001. № 47. С. 292–294.
30. Полупан М. І. Грунти України та нормативна їх родючість. *Посібник українського хлібороба*. Київ, 2008. С. 69–71.
31. Про стан родючості ґрунтів України : національна доповідь / С. А. Балиук та ін. *Посібник українського хлібороба*. Київ, 2011. С. 41–69.
32. Ромащенко М. І., Балиук С. А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. Київ, 2000. 114 с.
33. Ромащенко М., Гринь Ю., Сайдак Р. Витрати за використання води для зрошення. *Агро Перспектива*. 2013. № 8 (159). С. 82–84.
34. Свири Д. Промышленное производство протеиновых кормов в Украине. *Корми і кормовиробництво*. Київ, 1999. № 46. С. 111–118.
35. Собко М. Г., Гузенко І. Г., Собко Н. А. Люцерна в травосумішках польового кормовиробництва. *Корми і кормовиробництво*. 2003. Вип. 51. С. 66–69.
36. Статистичний щорічник за 2013 рік. Київ : Державна служба статистики України, 2014. С. 122–163.
2001. 98 p.
28. Main Economic Indicators of Agricultural Production in Agricultural Enterprises in 2011. *Statystychnyi biuleten*. Kyiv : State Statistics Service of Ukraine. 2012. 88 p.
29. Perekhuda V. L., Arseniieva O. P. Study of the economic efficiency of feed production in private households. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2001. Issue 47. P. 292–294.
30. Polupan M. I. Soils of Ukraine and their normative fertility. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. 2008. P. 69–71.
31. State of soil fertility in Ukraine / Baliuk S. A. et al. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. Kyiv, 2011. P. 41–69.
32. Romashchenko M. I., Baliuk S. A. Irrigation of lands in Ukraine. Condition and ways to improve. Kyiv, 2000. 114 p.
33. Romashchenko M., Hryn Yu., Saidak R. Costs of using water for irrigation. *Ahro Perspektyva*. 2013. Issue 8 (159). P. 82–84.
34. Sviri D. Industrial production of protein feed in Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 1999. Issue 46. P. 111–118.
35. Sobko M. H., Huzenko I. H., Sobko N. A. Alfalfa in grass mixtures of field forage production. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2003. Issue 51. P. 66–69.
36. Statistical Yearbook for 2013. Kyiv : State Statistics Service of Ukraine. 2014. P. 122–163.

Отримано 3.07.2020

ВИВЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ДО ПРИКОРЕНЕВОГО ВИЛЯГАННЯ У ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГЕНЕТИЧНИХ ПЛАЗМ ТА ГІБРИДІВ, СТВОРЕНИХ НА ЇХ ОСНОВІ

Наведено результати вивчення стійкості до прикореневого вилягання у самозапилених ліній кукурудзи різних генетичних плазм та експериментальних гібридів, створених на їх основі, в умовах південно-західної частини Лісостепу України. За родоводом, досліджувані зразки відносяться до генетичних плазм Айодент, Рейд, Ланкастер, Лаукон, Добруджанка, Змішана та ін. Визначення стійкості до прикореневого вилягання проводили методом візуальної оцінки ступеня прикореневого вилягання рослин кукурудзи на природному фоні та спеціальним методом вимірювання сили опору кореневої системи рослин на примусове її вертикальне виривання із ґрунту за допомогою апарату «Авокс» (патент на корисну модель № 76524 від 10.01.2013 р.).

Відбір проведено при різних метеорологічних умовах та фазах росту і розвитку рослин. В умовах, що були спровоковані сильними вітрами та перезволоженням ґрунту, вибракувано 5–7 % зразків з низькою стійкістю до вилягання (кут нахилу більше 60°). Згідно з проведеною візуальною оцінкою на природному фоні, досліджувані зразки за ступенем прикореневого вилягання були розподілені на 5 груп стійкості. Гібриди конкурсного сортовипробування були розподілені тільки на дві групи: неполеглі – 85,2 % і слабо полегли (кут нахилу менше 30°) – 14,8 %. Це вказує на ефективність попередньо проведених селекційних відборів у напрямку поліпшення стійкості до вилягання вихідного матеріалу та гібридів, створених на його основі. За результатами візуальної оцінки лінії кукурудзи виділено 34 кращі зразки, що характеризуються високою стійкістю (7–9 балів) до прикореневого вилягання на природному фоні.

У спеціальних дослідах, приладом «Авокс» визначено міцність (потужність) кореневої системи у 34 ліній відібраних на природному фоні, 30 нових експериментальних та 4 зареєстрованих гібридів вітчизняної та зарубіжної селекції. За результатами вимірювань, істотно вищу силу опору кореневої системи вертикальному вириванню, порівняно із стандартами, зафіксовано у 20 самозапилених ліній (від 35,6 % до 277,0 %) та 8 гібридів (від

7,3 % до 33,3 %). Значення досліджуваної ознаки у виділених ліній коливалися від 120,0 до 333,7 кг., а найбільший опір кореневої системи відмічено у лінії Уч 18/16 (геноплазма Айодент). Рівень опору кореневої системи у виділених експериментальних гібридів коливався від 372,0 кг до 462,0 кг.

Необхідно відзначити, що у формулах цих гібридів є лінії Уч 37/490 (геноплазма Змішана – 316,7 кг), Уч 68Мс (геноплазма Змішана – 303,2 кг), Уч 4/16 (геноплазма Лаукон – 260,7 кг), Уч 19/16 (геноплазма Айодент – 249,7 кг), які також виділені за істотно вищими значеннями сили опору кореневої системи вертикальному вириванню порівняно із лінією-стандартом Уч 88 (геноплазма Змішана – 88,5 кг).

У цілому, за результатами добору на природному фоні та у спеціальних дослідах сформовано робочу колекцію із 20 найкращих самозапилених ліній кукурудзи з високою міцністю кореневої системи, які можна використовувати для синтезу нових гібридів з високою стійкістю до прикореневого вилягання.

Отримані результати рекомендовано використовувати в подальших селекційних дослідженнях по кукурудзі з метою створення високоврожайних та адаптивних комерційних гібридів, що будуть характеризуватися підвищеною стійкістю до дуже поширеного на Буковині карантинного шкідника – західного кукурудзяного кореневого жука *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte.

Ключові слова: лінії, гібриди, кукурудза, генетична плазма, західний кукурудзяний кореневий жук, стійкість до вилягання.

Yaroslav Zaplitnyi, Ivan Mikulak, Mariia Linska, Tetiana Karp, Halyna Kozak

Bukovinian state agricultural research station of Institute of Agriculture of Carpathian region of NAAS

Study of resistance to root lodging in corn line of different genetic plasmas and hybrids created on their basis

The results of studying the resistance to root lodging in self-pollinated maize lines of different genetic plasmas and experimental hybrids created on their basis in the conditions of south-western part of the Forest-Steppe of Ukraine are presented. According to the pedigree, the studied samples belong to the genetic plasmas Iodent, Reid, Lancaster, Lakaune, Dobrudzhanka, Mixed and others. Determination of resistance to root lodging was performed by the method of visual assessment of the degree of root lodging of maize plants on a natural background and a special method of measuring the resistance of the root system of plants to forced vertical uprooting with the help of apparatus «Avoks» (patent for utility model № 76524 from 10.01.2013).

The selection was carried out under different meteorological conditions and phases of plant growth and development. In the conditions provoked by strong winds and waterlogging of the soil, 5–7 % of samples with low resistance to lodging (angle of inclination more than 60°) were rejected. According to the visual assessment on a natural background, the studied samples by the degree of root

lodging were divided into 5 groups of stability. Hybrids of competitive varietal testing were divided into only two groups: non-fallen – 85,2 % and weakly fallen (angle of inclination less than 30°) – 14,8 %. This indicates the effectiveness of previously conducted selection in the direction of improving the resistance to lodging of the source material and hybrids created on its basis. According to the results of visual evaluation of the corn line, 34 best samples were identified, which are characterized by high resistance (7–9 points) to root lodging on a natural background.

In special experiments, the «Avoks» device determined the strength (power) of the root system in 34 lines selected on a natural background, 30 new experimental and 4 registered hybrids of domestic and foreign selection. According to the measurement results, significantly higher strength of the root system resistance to vertical uprooting, compared to the standards, was recorded in 20 self-pollinated lines (from 35,6 % to 277,0 %) and 8 hybrids (from 7,3 % to 33,3 %). The values of the studied trait in the selected lines ranged from 120,0 to 333,7 kg, and the highest resistance of the root system was observed in the line Uch 18/16 (germlasm Iodent). The level of resistance of the root system in the selected experimental hybrids ranged from 372,0 kg to 462,0 kg.

It should be noted that in the formulas of these hybrids there are lines Uch 37/490 (germlasm Mixed – 316,7 kg), Uch 68Ms (germlasm Mixed – 303,2 kg), Uch 4/16 (germlasm Lakaune – 260,7 kg), Uch 19/16 (germlasm Iodent – 249,7 kg), which are also distinguished by significantly higher values of the resistance of the root system to vertical uprooting compared to the standard line Uch 88 (germlasm Mixed – 88,5 kg).

In general, based on the results of selection on a natural background and in special experiments, a working collection of 20 best self-pollinated corn lines with high root system strength was formed, which can be used for synthesis of new hybrids with high resistance to root lodging.

The obtained research results are recommended to be used in further selection studies on maize in order to create high-yielding and adaptive commercial hybrids, which will be characterized by increased resistance to a very common in Bukovina quarantine pest – western corn-root beetle *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte.

Keywords: lines, hybrids, maize, genetic plasma, western corn root beetle, resistance to lodging.

Вступ. Кукурудза є третім за економічним значенням хлібним злаком у сучасному світовому виробництві зерна. У цьому не менш важливу роль відіграло її постійне селекційно-генетичне поліпшення [4, 12, 14, 19, 28, 31, 32]. За результатами численних досліджень створено значну кількість успішних комерційних гібридів кукурудзи, які займали мільйони гектарів посівних площ в Україні та за кордоном [6, 10, 23, 29, 33].

Широке поширення кукурудзи в усьому світі зумовлюють її висока потенційна урожайність та низькі витрати на вирощування. За останні роки у структурі посівних площ України кукурудза займала 17–18 % і цей показник постійно зростає [18, 21, 25]. На думку багатьох учених, для раціонального ведення сільськогосподарського виробництва, у структурі посівних площ кукурудза на зерно повинна займати не менше 15–25 % площ [1, 2, 26, 27]. Отже є постійна потреба аграрної галузі в нових високопродуктивних вітчизняних гібридах кукурудзи зі стабільною урожайністю та високою стійкістю до основних хвороб і шкідників.

Створення скоростиглих гібридів на базі різних генетичних плазм застосовують у селекційних програмах багатьох науково-дослідних установ. В Україні сучасна селекція кукурудзи базується на використанні генофонду кращих видатних ліній та їхніх версій, які належать до різних зародкових плазм. Основними з них є пізньостиглі Рейд (B73, B14), Ланкастер (C103, OH43) і Айодент (I205, I205A), а також ранньостиглі Батлер (Co109), Лізаргарат (EP1), Лаукон (F2, F7) і СМ7 [3, 7, 9, 20, 24].

У південно-західній частині Лісостепу України, де розташована Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, особливу актуальність в селекційній роботі має добір на високу міцність (потужність) кореневої системи, як ознаки стійкості до прикореневого вилягання. Адже при достатньому, а часом і надмірному зволоженні ґрунту, в сукупності із сильними вітрами часто спостерігається прикореневе вилягання рослин кукурудзи. Тому багато вітчизняних і зарубіжних зразків, маючи слабку кореневу систему, значною мірою вилягають, знижуючи урожайність [23].

Цей напрямок також важливий і в боротьбі з новим карантинним шкідником – західним кукурудзяним кореневим жуком (*Diabrotika virgifera virgifera* Le Conte), який з 2001 р. швидко розповсюджується на території західних областей України (Закарпатська, Львівська, Івано-Франківська, Тернопільська та Чернівецька). Найбільша його шкодочинність полягає у пошкодженні личинками більш як 50 % кореневої системи, внаслідок чого рослина гине. Це може призвести до значного зниження урожайності кукурудзи [13, 22].

За результатами попередніх досліджень кращі зразки базових геноплазм Айодент, Лакон та Змішана виявили високу стійкість до кореневого вилягання у спровокованих умовах. Тому залучення у

селекційний процес високостійкого до прикореневого вилягання вихідного матеріалу різних генетичних плазм для підвищення стійкості до західного кукурудзяного кореневого жука *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte у новостворених гібридів є дуже важливим [8, 15, 17, 30].

Мета наших досліджень – підбір, оцінка та аналіз вихідного матеріалу кукурудзи із різних генетичних плазм за стійкістю до прикореневого вилягання, визначення міцності (потужності) кореневої системи у виділених лініях і гібридах, створених на їх основі, та створення робочої колекції ліній з підвищеною стійкістю до західного кукурудзяного кореневого жука *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte для використання при гетерозисній селекції гібридів кукурудзи.

Матеріали і методи. Дослідження проводилися протягом 2016–2018 рр. в селекційних розсадниках та сортодослідах на полях селекційної сівозміни Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Ґрунт в селекційній сівозміні – важкосуглинковий лучний чорнозем. Посів проводили ручними сажалками в першій декаді травня. Селекційний розсадник висівали пунктирним способом 70×35 см. Розсадники сортовипробування висівали із заданою густрою рослин для ранньостиглих форм – 70, середньоранніх – 60 та середньостиглих – 55 тис./га. У досліді з випробування кожний блок включав до 20 зразків. В контрольному розсаднику і попередньому сортовипробуванні облікова площа становила 9,8 м², у конкурсному сортовипробуванні – 14,7 м², повторність – триразова. Збирання проводили вручну.

Всі досліді закладали згідно з «Методичними рекомендаціями польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи [5] та «Методики проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні» [16].

Вивчення стійкості самозапиленних ліній та гібридів кукурудзи до прикореневого вилягання проводили такими методами, як візуальна оцінка ступеня прикореневого вилягання рослин та визначення сили опору кореневої системи на примусове її вертикальне виривання із ґрунту за допомогою апарату «Авокс», який спроектували і запатентували у співавторстві (патент на корисну модель № 76524 від 10.01.2013 р.) співробітники сектора селекції кукурудзи дослідної станції. Апарат «Авокс» для визначення міцності кореневої системи кукурудзи містить розбірну триногу, підйомний механізм, динамометр та захват для стебла кукурудзи у вигляді еластичного зашморгу.

Візуальну оцінку ступеня прикореневого вилягання усіх сортозразків визначали на природному фоні після настання фази

молочно-воскової стиглості за дев'ятибальною шкалою: 9 – неполеглі; 7 – слабо полегли, що відхилилися від вертикального положення до 30°; 5 – середньо полегли, що відхилилися на 31–45°; 3 – полегли, що відхилилися на 46–60°; 1 – сильно полегли, що похилені від вертикального положення понад 60°.

У спеціальному досліді визначення сили опору кореневої системи на примусове її вертикальне виривання із ґрунту апаратом «Авокс» проводили після настання фізіологічної стиглості зерна.

Достовірність результатів експериментальних досліджень визначали за методикою Б. А. Доспехова [11].

Результати та обговорення. Під час проведення досліджень склалися своєрідні метеорологічні умови, які суттєво відрізнялися від середньобаторічних. Дані по кількості опадів, що випали протягом вегетаційних періодів 2016–2018 рр., подані в таблиці 1.

1. Опади, мм (2016–2018 рр.)

Місяці	Роки						Серед- ньобага- торічна сума опадів
	2016		2017		2018		
	сума опадів	± до серед- ньобага- торічної	сума опадів	± до серед- ньобага- торічної	сума опадів	± до серед- ньобага- торічної	
квітень	39,3	−17,7	32,7	−24,3	19,0	−38,0	57,0
травень	58,4	−14,6	54,8	−18,2	63,8	−9,2	73,0
червень	110,1	21,1	105,1	16,1	210,5	121,5	89,0
липень	15,4	−78,6	73,1	−20,9	87,0	−7,0	94,0
серпень	48,0	−26,0	24,2	−49,8	3,8	−70,2	74,0
вересень	35,2	−21,8	93,1	36,1	11,2	−45,8	57,0
за вегетацію	306,4	−137,6	383	−61,0	395,3	−48,7	444,0

Примітка. Дані Гідрометеоцентру, пункт спостереження – м. Чернівці, Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН.

Найменший дефіцит опадів, порівняно із вегетаційними періодами 2016 та 2017 рр. (відповідно 31,0 % та 13,7 %), спостерігався тільки у 2018 р. (10,9 %).

Зокрема у червні 2018 р. опадів випало 210,5 мм при нормі 89,0 мм. Тобто у 2,4 раза більше середньобаторічної норми. Внаслідок чого спостерігалось надмірне перезволоження ґрунту, що разом із сильними поривчастими вітрами спровокувало прикореневе вилягання

нестійких рослин кукурудзи, які характеризуються найменш розвинутою кореневою системою.

Згідно з програмою наших досліджень, візуальна оцінка стійкості до прикореневого вилягання у самозапилених ліній різних зародкових плазм (Айодент, Рейд, Ланкастер, Лаукон, Добруджанка, Змішана та ін.) проводилось у колекційному та селекційних розсадниках. А вивчення стійкості до прикореневого вилягання експериментальних гібридів, створених на основі найкращих ліній із вищевказаних розсадників, проводилась у контрольному розсаднику, попередньому та конкурсному сортовипробуванні. За результатами оцінки на природному фоні протягом 2016 та 2017 рр. спостерігалось незначне прикореневе вилягання у самозапилених ліній та гібридів, створених на їх основі.

Оскільки значна кількість опадів за червень 2018 р. призвела до перезволоження ґрунту на досліджуваному полі, то першу оцінку стійкості до вилягання в цьому році проведено у післясходовий період. Слід відзначити, що після сильних вітрів спостерігалось хаотичне розміщення осередків вилягання рослин самозапилених ліній та експериментальних гібридів з слабо розвиненою кореневою системою. Внаслідок проведеної оцінки цих осередків, вибракувано 5–7 % зразків з низькою стійкістю до вилягання ($< 60^\circ$).

Наступна візуальна оцінка прикореневого вилягання усіх сортозразків проводилася на природному фоні у фазі молочно-воскової стиглості. Згідно з проведеною оцінкою досліджувані зразки були розподілені на різні групи стійкості до прикореневого вилягання (табл. 2).

У результаті обліку в колекційному розсаднику 4,0 % становили полегли зразки ($46\text{--}60^\circ$), 14,3 % – середньо полегли ($31\text{--}45^\circ$), 7,1% – слабо полегли ($> 30^\circ$), а решта зразків (74,6 %) не вилягають. Сильно полеглих зразків ($< 60^\circ$) – не виявлено. В селекційних розсадниках вибракувано 16,2 % зразків з групи «полегли» ($46\text{--}60^\circ$) та 11,3 % з групи «сильно полегли» ($< 60^\circ$). Найбільшу кількість досліджуваних гібридів контрольного розсадника (67,7 %) віднесено до групи «неполегли». Сильно полеглих гібридів ($< 60^\circ$) не виявлено, а 9,0 % з групи «полегли» ($46\text{--}60^\circ$) – вибракувано. За результатами оцінки у попередньому сортовипробуванні полеглих ($46\text{--}60^\circ$) та сильно полеглих ($< 60^\circ$) гібридів не виявлено, а у 72,2 % зразків не відмічено прикореневе вилягання. Гібриди конкурсного сортовипробування за ступенем прикореневого вилягання були розподілені тільки на дві групи: неполегли – 85,2 % і слабо полегли ($> 30^\circ$) – 14,8 %.

2. Розподіл досліджуваних зразків на групи стійкості за стійкістю до прикореневого вилягання на природному фоні, 2018 р.

Розсадники	Загальна кількість зразків, шт.	Група стійкості, %				
		неполеглі	слабко полеглі (> 30°)	середньо полеглі (31–45°)	полеглі (46–60°)	сильно полеглі (< 60°)
Колекційний розсадник	126	74,6	7,1	14,3	4,0	–
Селекційні розсадники	654	37,9	14,2	20,3	16,2	11,3
Контрольний розсадник	310	67,7	7,1	16,2	9,0	–
Попереднє випробування	36	72,2	16,7	11,1	–	–
Конкурсне випробування	27	85,2	14,8	–	–	–

Отже, цей розподіл вказує на ефективність попередньо проведених селекційних доборів у напрямку поліпшення стійкості до вилягання вихідного матеріалу кукурудзи та гібридів, створених на його основі.

Для визначення ознаки міцності (потужності) кореневої системи у рослин кукурудзи в першому досліді було відібрано 34 самозапилених ліній різних генетичних плазм, які за результатами попередніх досліджень в минулі роки виявили високу стійкість до прикореневого вилягання на природному фоні (табл. 3).

Зокрема чотири лінії, що належать до генетичних плазм Айодент, Лаукон та Змішана, були використані як стандарти. Серед цих ліній-стандартів найбільшу силу опору зафіксовано у ліній Уч 88 (геноплазма-Змішана) – 88,5 кг та ДК 742 зМ (геноплазма-Айодент) – 85,0 кг. Лінії-стандарти ДК 223 (геноплазма-Лаукон) та ДК 247 (геноплазма-Змішана) показали нижчу і майже однакову силу опору кореневої системи вертикальному вириванню (58,3 кг і 54,0 кг відповідно).

3. Характеристика ліній за стійкістю до прикореневого вилягання, 2018 р.

№ з/п	Лінії	Сила опору кореневої системи вертикальному вириванню, кг	± до стандарту		Стійкість до прикореневого вилягання на природному фоні, бал
			кг	%	
1	Уч 88 – ст.	88,5	–	–	9
2	ДК 742 зМ – ст.	85,0	–	–	9
3	ДК 223 – ст.	58,3	–	–	9
4	ДК 247 – ст.	54,0	–	–	7
5	Уч 18/16	333,7	245,2	277,0	9
6	Уч 111 зС	333,0	244,5	276,3	9
7	Уч 37/490	316,7	228,2	257,8	9
8	Уч 68	303,2	214,7	242,6	9
9	Уч 4/16	260,7	172,2	194,5	9
10	Уч 19/16	249,7	161,2	182,1	9
11	Уч 262/1	249,0	160,5	181,4	7
12	Уч 12/16	245,0	156,5	176,8	9
13	Уч 291	234,3	145,8	164,8	9
14	Уч 267/1	194,3	105,8	119,6	7
15	Уч 10/16	192,0	103,5	116,9	7
16	Уч 255	189,3	100,8	113,9	7
17	Уч 118 СВ	186,3	97,8	110,5	7
18	Уч 15/9	174,0	85,5	96,6	9
19	Уч 52 АСВ	170,0	81,5	92,1	7
20	ДК 216	147,3	58,8	66,5	7
21	Уч 15/2	141,3	52,8	59,7	9
22	Лк 19240 СВ	132,3	43,8	49,5	9
23	990 зС	129,3	40,8	46,1	9
24	951 зС	120,0	31,5	35,6	9
25	Уч 72 СВ	83,0	–5,5	–6,2	7
26	Уч 81	76,7	–11,8	–13,4	9
27	Лк 11248	72,7	–15,8	–17,9	7
28	Уч 130	61,3	–27,2	–30,7	7
29	Уч 292	58,0	–30,5	–34,5	9
30	Уч 265	51,2	–37,3	–42,2	9
31	Уч 306/1	49,3	–39,2	–44,3	7
32	Уч 296	43,3	–45,2	–51,0	9
33	Уч 294/6	41,3	–47,2	–53,3	7
34	Уч 231	25,7	–62,8	–71,0	7

HIP₀₅

0,3

Порівняно із лінією-стандартом Уч 88 (геноплазма-Змішана), істотно вищу силу опору кореневої системи вертикальному вириванню виявили 20 самозапиленних ліній (від 35,6 до 277,0 %). Значення досліджуваної ознаки у виділених зразків коливалися від 120,0 до 333,7 кг. Серед цих зразків найбільшу силу опору кореневої системи зафіксовано у ліній Уч 18/16 (геноплазма-Айодент) – 333,7 кг, Уч 111зС (геноплазма-Лаукон) – 333,0 кг, Уч 37/490 (геноплазма-Змішана) – 316,7 кг, Уч 68Мс (геноплазма-Змішана) – 303,2 кг, Уч 4/16 (геноплазма-Лаукон) – 260,7 кг, Уч 19/16 (геноплазма-Айодент) – 249,7 кг. Лінія Уч 72 СВ (геноплазма-Айодент) за цією ознакою була на рівні стандарту (83,0 кг).

Більшість виділених ліній при візуальній оцінці стійкості до прикореневого вилягання на природному фоні отримали найвищу оцінку – 9 балів, а решта зразків – 7 балів.

У другому досліді спеціальне вивчення міцності (потужності) кореневої системи проводили у 30 нових експериментальних та 4 вже зареєстрованих гібридів вітчизняної та зарубіжної селекції (табл. 4). Нові експериментальні гібриди були синтезовані на основі більшості ліній, що вивчали за цією ознакою в першому досліді. Зареєстровані гібриди використовували як стандарти для порівняння.

Відносно гібрида-стандарта Почаївський 190 МВ, який показав найбільшу силу опору серед зареєстрованих гібридів (346,7 кг), істотне перевищення досліджуваної ознаки зафіксували у 8 зразків (від 7,3 до 33,3 %). Рівень опору кореневої системи у цих експериментальних гібридів коливався від 372,0 кг до 462,0 кг.

Необхідно відзначити, що до складу виділених кращих комбінацій входять лінії Уч 37/490 (геноплазма-Змішана), Уч 68Мс (геноплазма-Змішана), Уч 4/16 (геноплазма-Лаукон), Уч 19/16 (геноплазма-Айодент) та Уч 15/9 (геноплазма-Лаукон), які в першому досліді, в числі 20 самозапиленних ліній, виявили істотно вищу силу опору кореневої системи вертикальному вириванню порівняно із лінією-стандартом Уч 88 (геноплазма-Змішана).

Наступні 5 гібридів за показниками сили опору були на рівні стандарту Почаївський 190 МВ. На природному фоні, при візуальній оцінці у більшості досліджуваних гібридів відзначено найвищу стійкість до прикореневого вилягання (9 балів).

4. Характеристика гібридів за стійкістю до прикореневого вилягання, 2018 р.

№ з/п	Гібриди	Сила опору кореневої системи вертикальному вириванню, кг	± до стандарту		Стійкість до прикореневого вилягання на природному фоні, бал
			кг	%	
1	Почаївський 190 МВ – ст.	346,7	–	–	9
2	PR 39 G 83 – ст.	345,3	–	–	9
3	Оржиця 237 МВ – ст.	275,0	–	–	9
4	SY Fenomen – ст.	227,3	–	–	9
5	Уч 296 х Уч 15/2	462,0	115,3	33,3	9
6	Уч 19/16 х ДК 247	416,3	69,7	20,1	9
7	Уч 37/490 х ДК 742 зМ	389,3	42,7	12,3	9
8	Уч 81 Сстер. х Уч 306/1	386,0	39,3	11,3	9
9	Уч 37/490 х ДК 223	375,7	29,0	8,4	7
10	Уч 37/490 х ДК 247	374,3	27,7	8,0	9
11	(Уч 81 Сстер.х Уч 230) х Уч 15/9	374,0	27,3	7,9	9
12	Уч 68 Мс х Уч 4/16	372,0	25,3	7,3	9
13	Уч 262/1 х Уч 306/1	341,0	–5,7	–1,6	7
14	(Уч 37 Сстер. х Уч 118 СВ) х Уч 29	338,7	–8,0	–2,3	9
15	Уч 81 Сстер. х Уч 294/6	337,7	–9,0	–2,6	9
16	Вілія Сстер.х ДК 216 СВ	335,7	–11,0	–3,2	9
17	Уч 267/1 х Уч 306/1	335,3	–11,3	–3,3	7
18	951 Сстер. х Уч 130	317,3	–29,3	–8,5	9
19	(Уч 81 Сстер. х Уч 265) х Уч 12/16	317,3	–29,3	–8,5	9
20	Уч 81 Сстер. х Уч 265	286,0	–60,7	–17,5	9
21	(Уч 81 Сстер. х Уч 111 зС) х Уч 52 АСВ	276,0	–70,7	–20,4	9
22	Вілія Сстер. х Уч 52 АСВ	271,3	–75,3	–21,7	7
23	Уч 19/16 х ДК 223	268,3	–78,3	–22,6	7
24	Вілія Сстер. х ДК 742 СВ	267,0	–79,7	–23,0	7
25	Лк 11248 Мс х Уч 265	259,0	–87,7	–25,3	9
26	(Уч 292 х Уч 231) х Уч 4/16	256,7	–90,0	–26,0	9
27	(Уч 291 х Уч 267/1) х Уч 72 СВ	254,3	–92,3	–26,6	7
28	Уч 255 х Уч 265	238,0	–108,7	–31,3	9
29	990 Сстер. х Уч 130	237,3	–109,3	–31,5	7
30	ДК 216 Мс х Уч 18/16	213,0	–133,7	–38,6	9
31	Уч 19/16 х ДК 742 зМ	188,0	–158,7	–45,8	7
32	Лк 11248 Мс х Уч 130	137,3	–209,3	–60,4	9
33	Уч 10/16 х Лк 19240 СВ	129,3	–217,3	–62,7	9
34	951 Сстер. х Уч 294/3	103,0	–243,7	–70,3	7

НІР₀₅

11,3

Висновки. У виділених комбінаціях експериментальних гібридів є лінії, що також характеризуються істотно вищими значеннями сили опору кореневої системи вертикальному вириванню. Істотне перевищення досліджуваної ознаки, порівняно із стандартами, у виділених самозапилених ліній становило від 35,6 % до 277,0 %, а у виділених кращих гібридів – від 7,3 % до 33,3 %. Значення сили опору кореневої системи вертикальному вириванню у виділених експериментальних гібридах коливалися від 372,0 до 462,0 кг, а у самозапилених ліній, які є у формулах цих гібридів, – від 249,7 до 316,7 кг.

Отже, на основі вивчення стійкості до прикореневого вилягання виділено робочу колекцію із 20 самозапилених ліній з високою міцністю кореневої системи, які можна використовувати для синтезу нових гібридів з високою стійкістю до прикореневого вилягання.

Отримані результати рекомендовано використовувати в подальших селекційних дослідженнях по кукурудзі з метою створення високоврожайних та адаптивних комерційних гібридів, що будуть характеризуватися підвищеною стійкістю до дуже поширеного на Буковині карантинного шкідника – західного кукурудзяного кореневого жука *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte.

Список використаної літератури

1. Артеменко С. Кукурудза в короткоротаційній сівоzmіні. *Пропозиція*. 2017. № 1. С. 82–87
2. Артеменко С. Ф., Ковтун О. В. Продуктивність та економічна ефективність вирощування кукурудзи в короткоротаційних сівоzmінах у північному Степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 10. С. 77–91.
3. Беліков Є. І., Купріченкова Т. Г. Вивчення врожайності ранньостиглих гібридів кукурудзи різних гетеросизних моделей в умовах степової зони України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. Дніпропетровськ : Нова ідеологія. 2015. № 9. С. 58–62.
4. Гадзало Я. М., Кириченко В. В., Дзюбецький Б. В. Стратегія інноваційного розвитку селекції і насінництва зернових культур в Україні. Київ – Харків – Дніпро, 2016. 32 с.

References

1. Artemenko S. Corn in short-rotation crop rotation. *Propozytsiia*. 2017. No 1. P. 82–87.
2. Artemenko S. F., Kovtun O. V. Productivity and economic efficiency of corn cultivation in short-rotation crop rotations in the northern Steppe. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony*. 2016. No 10. P. 77–91.
3. Bielikov Ye. I., Kuprichenkova T. H. Study of yield of early-ripe maize hybrids of heterotic models in conditions of the steppe zone of Ukraine. *Biul. In-tu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*. Dnipropetrovsk : Nova ideolohiia. 2015. No 9. P. 58–62.
4. Hadzalo Ya. M., Kyrychenko V. V., Dziubetskyi B. V. Strategy of innovative development of selection and seed production of grain crops in Ukraine. Kyiv – Kharkiv – Dnipro, 2016. 32 p.
5. Hurieva I. A., Riabchun V. K., Litun P. P. Methodical recommendations of field

5. Гур'єва І. А., Рябчун В. К., Літун П. П. Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи. Вид. *друге доповнене Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва*. Харків. 2003. 43 с.
6. Дзюбецький Б. В. Селекція кукурудзи. *Спеціальна селекція польових культур*. Біла Церква. 2010. Т. 6. С. 120–146.
7. Дзюбецький Б. В., Боденко Н. А., Бондарь Т. М. Використання генетичної плазми Айодент у селекції вихідного матеріалу. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 9. С. 32–35.
8. Дзюбецький Б. В., Заплітний Я. Д. Стійкість ліній кукурудзи різних зародкових плазм до вилягання та основних хвороб і шкідників. *Міжн. наук. конференція «Селекція та генетика сільськогосподарських рослин: традиції та перспективи» до 100-річчя СГН-НЦНС*. Одеса. 2012.
9. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю. Сучасна зародкова плазма в селекції кукурудзи в Інституті зернового господарства УААН. *Селекція і насінництво*. Харків, 2002. Вип. 86. С. 11–19.
10. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю., Антонюк С. П. Селекція кукурудзи. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. 2001. Т. 2. С. 578–581.
11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
12. Етапи селекції кукурудзи в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН / Л. В. Козубенко та ін. *Теоретичні дослідження та практичні досягнення Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН : історія та сьогодення (1908–2018 рр.)*. Харків : ФОП Бровін О. В. 2018. С. 482–503.
13. Ідентифікація ознак кукурудзи (*Zea mays* L.) : навч. посібник / В. В. Кириченко та ін. Харків, 2007. 137 с.
14. Китаєва С. С., Кириченко В. В., Чернобай Л. Н., Поліморфізм мікросателітних локусів інбредних ліній and laboratory study of genetic resources of corn. View. the second supplemented by the Institute of Plant Breeding. V. Ya. Yuriev. Kharkiv, 2003. 43 p.
6. Dziubetskyi B. V. Selection of corn. *Spetsialna selektsiia polovykh kultur*. Bila Tserkva. 2010. Vol. 6. P. 120–146.
7. Dziubetskyi B. V., Bodenko N. A., Bondar T. M. The use of Iodent genetic plasma in the selection of source material. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2013. No 9. P. 32–35.
8. Dziubetskyi B. V., Zaplitnyi Ya. D. Resistance of maize lines of different germ plasmas to lodging and major diseases and pests. *Mizhn. nauk. konferentsiia «Selektsiia ta henetyka silskohospodarskykh roslin: tradytsii ta perspektyvy» do 100-richchia SHI-NTsNS*. Odesa. 2012.
9. Dziubetskyi B. V., Cherchel V. Yu. Modern germplasm in maize breeding at the Institute of Grain Management of UAAS. *Selektsiia i nasinnystvo*. Kharkiv, 2002. Issue. 86. P. 11–19.
10. Dziubetskyi B. V., Cherchel V. Yu., Antoniuk S. P. Selection of corn. *Henetyka i selektsiia v Ukraini na mezhi tysiacholit*. 2001. Vol. 2. P. 578–581.
11. Dospekhov B. A. Methodology of field experiment (with basics of statistical processing of research results). 5th ed., ext. and rework. Moscow : Agropromizdat, 1985. 351 p.
12. Stages of corn selection at the Institute of Plant Breeding. V. Ya. Yuriev NAAS / L. V. Kozubenko ta in. *Teoretychni doslidzhennia ta praktychni dosiahnennia Instytutu roslynnystva im. V. Ya. Yur'ieva NAAN: istoria ta sohodennia (1908–2018 rr.)*. Kharkiv : FOP Brovin O. V. 2018. P. 482–503.
13. Identification of the characteristics of corn (*Zea mays* L.) : navch. posibnyk / V. V. Kyrychenko ta in. Kharkiv, 2007. 137 p.
14. Kitajova S. S., Kirichenko V. V., Chernobaj L. N. Polymorphism of microsatellite loci of inbred maize lines (*zea mays* L.) of Kharkov and world selection. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Serii : Ahronomiia*. 2013. 183 (2). P. 306–

- кукурузы (zea mays l.) харьковской и мировой селекции. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Агрономія*. 2013. 183 (2). С. 306–313.
15. Кунер А., Целнер М. Де живе і шкодить діабротика. *Агроексперт*. 2011. № 1. С. 36–37.
16. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / укл. Лівандовський А. А. та ін. Вінниця, 2016. 82 с.
17. Оценка устойчивости кукурузы к повреждению *Diabrotica virgifera* / П. А. Мельник и др. *Защита и карантин растений*. Москва. 2005. № 10. С. 48.
18. Родак Н. ТОП-10 стран по выращиванию кукурузы в 2019 году. URL: <https://latifundist.com/rating/top-10-stran-povyrazhchivaniyu-kukuruzu-v-2019-godu>.
19. Сиволап Ю. М., Кожухова Н. Е. ДНК-технології у дослідженні генетичного потенціалу кукурудзи. *Селекція і насінництво*. 2008. Вип. 96. С. 113–120.
20. Створення середньопізніх гібридів кукурудзи на базі плазми Ланкастер (C103) / Дзюбецький Б. В. та ін. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 8–11.
21. Технологія вирощування кукурудзи в різних ґрунтово-кліматичних зонах України / А. В. Черенков та ін. Дніпропетровськ. 2011. 51 с.
22. Трибель С. О., Гетьман М. В., Бахмут О. О. Захист кукурудзи від шкідників. *Агроном*. 2010. № 2. С. 58–62.
23. Черномиз А. М., Микуляк І. С. Селекція скоростиглих гібридів кукурудзи в умовах Буковини. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2008. Вип. 50. С. 111–117.
24. Черчель В. Ю., Боденко Н. А. Врожайність зерна та гіпотетичний гетерозис сестринських гібридів кукурудзи плазми Рейд. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ : Нова ідеологія. 2010. С. 111–117.
25. Cherchel V. Yu., Dziubetskyi B. V., Marochko V. A. Adaptive properties of corn. *Propozytsiia*. 2014. No 3. P. 76–78.
26. Shpaar D. Maize: cultivation, harvesting, storage and use. Kyiv : Yzdatelskyi dom «Zerno». 2012. 464 p.
27. Shubravska O. V., Prokopenko K. O. 313.
15. Kuner A., Tselner M. Where diabrotics live and harm. *Agroexpert*. 2011. No 1. P. 36–37.
16. Methods of examination of plant varieties of cereals, cereals and legumes for suitability for distribution in Ukraine / uкл. Livandovskiy A. A. et. al. Vinnytsia, 2016. 82 p.
17. Assessment of maize resistance to damage *Diabrotica virgifera* / P. A. Melnyk et. al. *Zashhita i karantin rastenij*. Moscow. 2005. No 10. P. 48.
18. Rodak N. TOP-10 countries for growing corn in 2019 year. URL: <https://latifundist.com/rating/top-10-stran-povyrazhchivaniyu-kukuruzu-v-2019-godu>.
19. Syvolap Yu. M., Kozhukhova N. E. DNA technologies in the study of the genetic potential of corn. *Seleksiia i nasinnystvo*. 2008. Issue. 96. P. 113–120.
20. Creation of mid-late hybrids of corn based on Lancaster plasma (C103) / Dziubetskyi B. V. Et al. *Biuletен Instytutu silskoho gospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*. 2012. No 3. P. 8–11.
21. Technology of growing corn in different soil and climatic zones of Ukraine / A. V. Cherenkov et al. Dnipropetrovsk, 2011. 51 p.
22. Trybel S. O., Hetman M. V., Bakhmut O. O. Protection of corn from pests. *Ahronom*. 2010. No 2. P. 58–62.
23. Chernomyz A. M., Mykuliak I. S. Selection of early-maturing maize hybrids in Bukovina. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2008. Issue. 50. P. 111–117.
24. Cherchel V. Yu., Bodenko N. A. Grain yield and hypothetical heterosis of sister hybrids maize of Reid plasma. *Biuletен Instytutu zernovoho hospodarstva UAAN*. Dnipropetrovsk : Nova ideolohiia. 2010. No 39. P. 12–15.
25. Cherchel V. Yu., Dziubetskyi B. V., Marochko V. A. Adaptive properties of corn. *Propozytsiia*. 2014. No 3. P. 76–78.
26. Shpaar D. Maize: cultivation, harvesting, storage and use. Kyiv : Yzdatelskyi dom «Zerno». 2012. 464 p.
27. Shubravska O. V., Prokopenko K. O.

2010. № 39. С. 12–15.

25. Черчель В. Ю., Дзюбецький Б. В., Марочко В. А. Адаптивні властивості кукурудзи. *Пропозиція*. 2014. № 3. С. 76–78.

26. Шпаар Д. Кукуруза: вирощування, уборка, хранение и использование. Киев : Издательский дом «Зерно». 2012. 464 с.

27. Шубравська О. В., Прокопенко К. О. Розвиток аграрного ринку України в умовах дії інноваційних чинників. *Економіка і прогнозування*. 2011. № 2. С. 118–129.

28. Hallauer A. R. History, Contribution, and Future of Quantitative Genetics in Plant Breeding : Lessons From Maize. *Crop Science*. 2007. 47 : Supplement 3. P. 4–19.

29. Mikel M. A. Genetic composition of contemporary U. S. commercial dent corn germplasm. *Crop Science*. 2011. Vol. 51, № 2. P. 592–599.

30. Riedell W. E. Root responses of maize hybrids following corn rootworm larval feeding damage. *Cercal Research Communications*. 1994. Vol. 22. No 4. P. 327–333.

31. Shrestha J. Agro-morphological characterization of maize inbred lines. *Weed pecker Journal of Agricultural Research*. 2013. Vol. 2. No 7. P. 209–211.

32. Sprague G. F. Heterosis in Maize: Theory and Practice // Heterosis: Reappraisal of Theory and Practice Monographs on Theoretical and Applied Genetics, [Ed. : R. Frankel]. *Springer Science and Business Media*. 2013. Vol. 6. P. 47–70.

33. Troyer A. F. Popular and persistent corn germplasm in 70 centuries of evolution. In C. W. Smith (ed.) Corn: Origin, history, technology, and production. *John Wiley and Sons*. New York (in press). 2004. P. 133–233.

Development of the agricultural market of Ukraine in the conditions of action of innovative factors. *Ekonomika i prohnouzuvannia*. 2011. No 2. P. 118–129.

28. Hallauer A. R. History, Contribution, and Future of Quantitative Genetics in Plant Breeding: Lessons From Maize. *Crop Science*. 2007. 47: Supplement 3. P. 4–19.

29. Mikel M. A. Genetic composition of contemporary U. S. commercial dent corn germplasm. *Crop Science*. 2011. Vol. 51, No 2. P. 592–599.

30. Riedell W. E. Root responses of maize hybrids following corn rootworm larval feeding damage. *Cercal Research Communications*. 1994. Vol. 22. No 4. P. 327–333.

31. Shrestha J. Agro-morphological characterization of maize inbred lines. *Weed pecker Journal of Agricultural Research*. 2013. Vol. 2. No 7. P. 209–211.

32. Sprague G. F. Heterosis in Maize: theory and practice / Heterosis: Reappraisal of Theory and Practice Monographs on Theoretical and Applied Genetics, [Ed.: R. Frankel]. *Springer Science and Business Media*. 2013. Vol. 6. P. 47–70.

33. Troyer A. F. Popular and persistent corn germplasm in 70 centuries of evolution. In C. W. Smith (ed.) Corn: Origin, history, technology, and production. *John Wiley and Sons*. New York (in press). 2004. P. 133–233.

Отримано 26.07.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-5

УДК 632.1:635.21

¹А. Г. ЗЕЛЯ, кандидат біологічних наук

²Т. М. ОЛІЙНИК, кандидат сільськогосподарських наук

¹Г. В. ЗЕЛЯ, науковий співробітник

¹Українська науково-дослідна станція карантину рослин ІЗР НААН

вул. Наукова, 1, с. Бояни Новоселицького р-ну Чернівецької обл., 60321,

e-mail: avrelia.zelya@gmail.com

²Інститут картоплярства НААН

вул. Чкалова, 22, смт Немішаєво Бородянського р-ну Київської обл., 07853

ВІДБІР ДЖЕРЕЛ СТІЙКОСТІ КАРТОПЛІ ДО РАКУ *SYNCHYTRIUM ENDOBIOTICUM* (SCHILBERSKY) PERCIVAL

Представлено результати досліджень з відбору сортів та селекційного матеріалу картоплі, отриманого від різних комбінацій схрещувань вихідних батьківських форм, щодо стійкості до патотипів (1, 11, 13, 18 та 22) раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival, поширених в Україні. В дослідження залучено 4366 гібридів картоплі, отриманих від шести науково-дослідних установ України. Оцінку селекційного матеріалу на стійкість до звичайного 1(D1) і агресивних патотипів збудника раку картоплі проводили в лабораторних умовах Української науково-дослідної станції карантину рослин ІЗР НААН на штучному інфекційному фоні згідно з EPPO Standard PM 27/8 /1 та PM 27/8/2 та польових умовах на природному інфекційному фоні за загальноприйнятими методиками. Провели гібридологічний аналіз успадкування стійкості до раку гібридів картоплі, отриманих за різних комбінацій схрещування вихідних батьківських форм. Внаслідок тестування 4366 зразків картоплі виділено 3969, стійких до звичайного патотипу 1(D1) збудника раку у попередньому випробуванні, та 159 – у державному польовому. У варіантах схрещувань вихідних батьківських форм: *стійкий* (♀) х *стійкий* (♂) з 2306 гібридів картоплі отримано 2297 (99,6 %) стійких; *стійкий* (♀) х *сприйнятливий* (♂) з 529 зразків картоплі – 335, або 57,9 %; *сприйнятливий* (♀) х *стійкий* (♂) з 423 зразків картоплі – 236 (44,2 %) стійких; *сприйнятливий* (♀) х *сприйнятливий* (♂) з 8 гібридів отримано 1 (12,5 %) стійкий до раку. З 159 зразків, стійких до звичайного патотипу 1, що виділено у державному польовому випробуванні, лише п'ять проявили стійкість до всіх агресивних патотипів збудника: Ф-15 (Солоха), 208.ч.10 (Хортиця), ВМ12.16-2, Н10.23/9 селекції Інституту картоплярства НААН та П10.45-7 – селекції Поліського дослідного відділення Інституту картоплярства НААН. За результатами досліджень сортів та гібридів картоплі різних комбінацій схрещувань виділено сорти, які можуть слугувати джерелами стійкості проти звичайного та агресивних патотипів збудника раку. Їх доцільно залучати в

© Зеля А. Г., Олійник Т. М., Зеля Г. В., 2020

селекційний процес як джерела стійкості до раку: Сантарка, Базис, Солоха, Хортія, Оберіг, Божедар, Тирас, Партнер. З сортів картоплі іноземної селекції пропонуємо: Bellarosa, Gitte, Barbara, UMO 101117, UMO 101155. Ці сорти рекомендовано до впровадження у вогнища збудника раку картоплі у Західному регіоні України.

Ключові слова: картопля, рак, патотипи, тестування, стійкість, селекція, успадкування, джерела стійкості, впровадження.

¹Avrelya Zelya, ²Tetyana Oliynyk, ¹Gheorghiy Zelya

¹Ukrainian Scientific Research Plant Quarantine Station of Plant Protection Institute NAAS

² Institute for potato research NAAS

Selection of sources of potato resistance to wart *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival

The results of researches on the selection of potato varieties and breeding material of potato, obtained from various combinations of crosses of the original parental forms, resistant to potato wart pathotypes (1, 11, 13, 18 and 22) *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival, widespread in Ukraine, are presented. 4366 potato hybrids were used in researches. They were received from six scientific and research institutions of Ukraine. The evaluation of breeding material for resistance to the common 1(D1) and aggressive pathotypes of the potato wart pathogen was performed in the laboratory of the Ukrainian scientific-research plant quarantine station IPP NAAS (on artificial infectious background as per EPPO Standards PM 27/8/1 and PM 27/8/2) and in field conditions (on natural infectious background) according to approved techniques. The hybridological analysis of inherited resistance to wart of potato hybrids, obtained by different cross combination of initial parent forms was conducted. As a result of testing 4366 potato samples, 3969 showed the resistance to common pathotype 1(D1) during previous testing and 159 showed the resistance during state testing. In variants of initial parent forms crossing resistant (♀) resistant (♂) out of 2306 potato hybrids 2297 (99,6%) resistant ones were received; resistant (♀) x favourable (♂) from 529 – 335 or 57,9 %; favourable (♀) x resistant (♂) out of 423 potato samples 236 (44,2 %) resistant ones; favourable (♀) x favourable (♂) from 8 hybrids received 1 (12,5 %) resistant sample to wart. Only five samples out of 159 showed the resistance to aggressive potato wart pathogen: F-15 (Solocho), 208.p.10 (Chortytysya), BM 12.16-2, H.10.23/9 by breeding of Institute of Potato Growing of NAAS and P 10.45 by breeding of Polyssian research division of Institute of Potato Growing of NAAS. These varieties were identified by the results of testing against common and aggressive pathotypes of potato wart pathogens. The following varieties of Ukrainian breeding: Santarka, Bazys, Tyras, Solocho, Chortytysya, Oberig, Bozhedar, Partner are proposed to use in breeding process as a source of resistance to potato wart. Varieties Bellarosa, Gitte, Barbara, UMO 101117, UMO 101155 from foreign breeding are proposed to use in the hotbed of potato wart in western region of Ukraine.

Key words: potato, wart, pathotypes, testing, resistance, breeding,

inheriting, resistance sources, implementation.

Вступ. Проблема стійкості картоплі проти збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival не втрачає своєї актуальності вже понад 80 років, коли вперше було виявлено захворювання в Україні. Рак картоплі є об'єктом карантинного значення в багатьох країнах світу [8]. Збудник належить до порядку простих грибів і є внутришньоклітинним облігатним паразитом. Він вузькоспеціалізований і уражує рослини з родини пасльонових: картоплю, томати, пасльон, фізаліс та ін. За даними J. Przetachewich [28, 29], він зберігається у ґрунті у вигляді зимових зооспорангіїв до 46 років і здатний зменшувати урожай картоплі навіть до 90–100 %, що особливо притаманно для дрібнотоварного виробництва на присадибних ділянках. Пов'язано це не лише з високою шкодочинністю збудника, а й його властивостями пристосовуватися до несприятливих умов навколишнього середовища, і зокрема шляхом утворення нових, більш агресивних патотипів [13]. Спостереження за поширенням та шкодочинністю *S. endobioticum* на території Європейської частини континенту показали, що найчастіше вогнища агресивних патотипів збудника виявляються у гірських регіонах, розташованих на висоті понад 400 м над рівнем моря, де кількість опадів впродовж вегетаційного періоду перевищує 600 мм. Відомо також, що появі агресивних патотипів збудника передують тривале вирощування стійких сортів картоплі, особливо якщо практикують монокультуру [30].

На теперішній час у світі відомі до 40 агресивних патотипів збудника раку [14, 21, 23]. На Європейській частині континенту більш поширеними є патотипи *S. endobioticum* 1(D1) – далемський, або звичайний; агресивні: 2(G1), 6(O1) та 18(T1) [27].

З 1961 р. в Україні ідентифіковано п'ять патотипів: 1 (D1) – далемський; 11 (M) – Міжгірський; 13 (R2) – Рахівський; 18 (Ya) – Ясінівський, що поширені у Закарпатській області та 22 (B) – Бистрецький – у Івано-Франківській області [8]. Для боротьби з раком картоплі використовують різні засоби: агротехнічні, хімічні та біологічні. Найбільш економічно доцільним та ефективним заходом контролю збудника залишається впровадження в аграрне виробництво стійких сортів культури [2, 4, 30]. Цим і обумовлена потреба створення сортів картоплі з широкою генетичною базою за ознакою стійкості до різних хвороб та шкідників [1, 3, 5, 6, 7]. На сьогодні розвивається новий напрям селекції картоплі – створення спеціальних

сортів з кольоровим м'якушем – джерел антиоксидантів для дієтичного харчування людей [12].

Селекція стійкості картоплі до раку складається з комплексу моделей схрещування батьківських форм [20, 31], що вміщують різні гени та алелі, які є стійкими до патотипів раку [25]. У селекції, як важливі джерела стійкості до хвороб, використовують тетраплоїдні форми картоплі [31].

У Європі значних успіхів досягла селекція стійкості картоплі до звичайного патотипу збудника раку D1 [15, 22, 27]. Plich J. та ін. картографували ген стійкості до раку, який розміщений на X1 хромосомі картоплі [26]. Дослідженнями Groth J. та ін. дано молекулярну характеристику стійкості тетраплоїдних форм картоплі до патотипів D1, 2(G1), 6(O1) та 18(T1), які поширені в Європі [24].

В Україні затверджено селекційну програму зі створення нових сортів картоплі з комплексною стійкістю до хвороб та шкідників з використанням не тільки тетраплоїдних, а і гексаплоїдних форм, які є донорами стійкості до деяких хвороб.

Вагомий внесок у створення сортів картоплі, стійких до хвороб, зробили видатні селекціонери України: Терещенко О. В., Влох В. Г., Осипчук А. А., Сидорчук В. І., Нечипорук І. Д., Тимошенко І. І., Завірюха П. Д., Ільчук Л. А., Гончаров М. Д., Кожушко Н. С., Підгаєцький А. А., Равлик Д. В. На теперішній час продовжують селекційну роботу молоді селекціонери, серед яких Фурдига М. М., Писаренко Н. В., Ільчук Р. В.

Мета роботи – дослідити успадкування стійкості селекційного матеріалу картоплі до патотипів (1, 11, 13, 18 та 22) раку, поширених в Україні, за різних комбінацій схрещування вихідних батьківських форм для використання у селекційному процесі як джерела стійкості до *Synchytrium endobioticum* та для впровадження у регіонах зі спалахами хвороби.

Матеріали і методи. Упродовж 2011–2019 рр. для дослідження успадкування стійкості до звичайного патотипу 1 *Synchytrium endobioticum* використовували 4366 зразків картоплі у попередньому випробуванні, 159 гібридів – у державному випробуванні, отриманих із шести селекційно-дослідних установ України.

Оцінку селекційного матеріалу на стійкість до звичайного і агресивних патотипів збудника раку картоплі проводили в лабораторних (на штучному інфекційному фоні) та польових умовах (на природному інфекційному фоні) за загальноприйнятими методиками [9–11].

Методика зараження паростків бульб картоплі зимовими зооспорами, що перебували у стані спокою. Зараження зразків картоплі зооспорами із зимуючих зооспорангіїв збудника раку проводили згідно з EPPO Standard PM-28 (1) [16] та EPPO Standard PM-28 (2) [17], відповідно до європейських фітосанітарних процедур [18, 19], у лабораторних умовах. Для створення штучного інфекційного фону використовували ґрунт, відібраний безпосередньо у місцях виявлених вогнищ хвороби, який змішували із перлітом у співвідношенні 1:1 для формування інфекційного навантаження на рівні 40–50 зимових зооспорангіїв збудника хвороби на 1 г ґрунту. Суміш вносили у спеціальні пластикові контейнери (30x40 см), в які висаджували досліджувані зразки картоплі. Дослід закладали у трикратному повторенні; як контроль використовували сприйнятливі до всіх місцевих патотипів раку сорти Поліська рожева та Лорх. Контейнери залишали у лабораторії протягом 75 діб за 60–80-відсоткової вологості, освітлення 1600 люкс 12/12 за температури 17–18 °С, через кожні три доби їх поливали, раз на тиждень проводили розпушування, і через 75 діб визначали реакцію зразків картоплі на зараження збудником раку (рис. 1). Для цього рослини підкопували з контейнерів і підраховували ракові нарости з кожного дослідного зразка, а також з контрольних сортів картоплі [10]. Результати вважали достовірними, якщо ураження контрольного сорту становило не менше 80 %.



Рис. 1. Тестування зразків картоплі на штучному інфекційному фоні за використання зимових зооспор збудника раку

Методика зараження паростків бульб картоплі літніми зооспорами зі свіжих ракових пухлин. Оцінку стійкості рослин за використання літніх зооспор збудника, одержаних зі свіжих ракових наростів, проводили за методикою, гармонізованою з вимогами ЄС [9]. Для цього навколо паросткової частини бульби картоплі за допомогою підігрітої суміші парафіну та вазеліну (1:1) прикріплювали паперове кільце. У кільце наливали дистильовану воду і додавали

0,5 см³ свіжого наросту раку, який вміщував літні зооспори збудника (рис. 2). Для стимулювання зараження зразки інкубували в клімокамері за температури 11 °С. Через 24 год з бульб картоплі знімали паперові кільця і продовжували інкубування у клімокамері за температури 17–18 °С, вологості 80 % упродовж 20 діб без освітлення. Після закінчення вказаного терміну визначали реакцію зразків картоплі на зараження патогеном (рис. 3). Для цього паростки картоплі аналізували під мікроскопом (15x10) марки BioLight 300 (DELTA optical - Польща) і визначали ступінь ураження за такою шкалою: А – суцільна некротизована тканина, ультростійкий; В – некротизована тканина, стійкий; С – поодинокі соруси, некрози, слабостійкий; D – щільні соруси з деформацією паростка картоплі, сприйнятий; Е – деформація паростка, раковий нарост, сприйнятий.

Загальний бал (М) ураження сортів картоплі визначали за формулою: $M = [A + 2B + 3C + 4D + 5E] / n$,

де А, В, С, D, Е – ступінь ураження; 1, 2, 3, 4, 5 – кількість бульб, що отримали відповідний ступінь ураження; n – загальна кількість заражених бульб картоплі дослідного зразка.

У разі визначення загального ступеня ураження 1, 2 чи 3 дослідний зразок вважали стійким до збудника раку (R – resistant); ступенів 4 чи 5 – сприйнятливим (S – susceptible) [9].



Рис. 2. Зараження зразків картоплі літніми зооспорами *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.

Вивчення стійкості селекційного матеріалу картоплі до патотипів раку у польових умовах. Оцінку та відбір стійкого до збудника раку селекційного матеріалу картоплі в польових умовах

проводили на природному інфекційному фоні у вогнищах поширення патогена у Західному регіоні України: до звичайного патотипу *S. endobioticum* (D1) – в смт. Берегомет Вишницького району Чернівецької області; до агресивних патотипів – у с. Майдан Міжгірського району (патотип 11), в м. Рахів (патотип 13), с. Ясіня (патотип 18) Рахівського району Закарпатської області і в с. Бистрець (патотип 22) Верховинського району Івано-Франківської області. Досліди закладали в триразовій повторності; як контроль використовували сприйнятливий до всіх патотипів раку картоплі сорт Поліська рожева згідно зі схемою (рис. 3):

К	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
1	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
2	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
3	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
4	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
К	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
5	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
6	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
7	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
8	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
К	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О

Рис. 3. Схема закладання польових дослідів з відбору джерел стійкості картоплі до патотипів раку

Польові досліді закладали у квітні. Упродовж вегетаційного періоду провели агротехнічні заходи догляду за рослинами картоплі. Проти шкідників провели обробку інсектицидом Конфідор (0,2 кг/га); хвороб – фунгіцидом Ридоміл Голд (2,5 кг/га). У серпні провели попередній облік уражених раком рослин, у вересні – основний облік за удосконаленою п'ятибальною шкалою. Відібрали зразки картоплі з комплексною стійкістю до патотипів раку [9].

Результати та обговорення. Впродовж 2011–2019 рр. проведено оцінку на стійкість до звичайного патотипу збудника раку 4366 зразків картоплі у лабораторних умовах, серед яких 3969 (90,9 %) визначено стійкими та 397 – сприйнятливими (табл. 1). Серед стійких сортозразків 159 передано до державного польового випробування; сприйнятливі зразки вибраковували з подальших досліджень.

Найбільшу кількість стійких до раку гібридів картоплі відібрано з селекційного матеріалу Інституту сільського господарства Полісся НААН (95,6 %) та Інституту сільського господарства Карпатського

регіону НААН (93,2 %). При випробуванні селекційного матеріалу ПАТ НВО «Чернігівеліткартопля» стійкого до раку відібрано 93,1 %, Поліського дослідного відділення Інституту картоплярства НААН – 91,6 %, Інституту картоплярства НААН – 89,6 %, Гірського наукового підрозділу Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН – 80,9 % зразків (табл. 1).

1. Результати попереднього випробування селекційного матеріалу картоплі на стійкість до звичайного патотипу *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. (2011–2019 рр.)

Назва установи	Кількість зразків картоплі			
	всього	сприй- нятливі	стійкі	% стійких
Інститут картоплярства НААН	1887	201	1686	89,6
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН	205	14	191	93,3
Інститут сільського господарства Полісся НААН	274	12	262	95,6
Гірський науковий підрозділ Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН	110	21	89	80,9
ПАТ НВО «Чернігівеліткартопля»	647	44	603	93,1
Поліське дослідне відділення ІК НААН	1243	105	1138	91,6
Всього	4366	397	3969	90,9

За результатами проведеного гібридологічного аналізу щодо успадкування стійкості селекційного матеріалу картоплі до збудника раку у варіанті схрещування вихідних батьківських форм *стійкий* (♀) х *стійкий* (♂) за 2011–2019 рр. з 2306 випробуваних гібридів картоплі отримано 2297 стійких до збудника, що становило 99,6 %. У гібридизації використовували такі стійкі до патотипів раку сорти картоплі: Сантарка, Божедар, Базис, Глазурна, Тирас.

За результатами аналізу комбінації схрещування батьківських форм *стійкий* (♀) х *сприйнятливий* (♂) до раку з 529 зразків картоплі отримано 335, або 57,9 % стійкого потомства. Серед сприйнятливих до збудника раку картоплі є сорти Поліська рожева (рис. 4) та Тетерів, які мають високі показники якості: вміст білка, сухої речовини, крохмалю, незамінних амінокислот, високі смакові якості, і їх часто залучають до різних схем гібридизації [5].



Рис. 4. Симптоми ураження сорту картоплі Поліська рожева зимовими зооспорами *Synchronium endobioticum* (Schilb.) Perc.

Аналіз комбінації схрещування *сприйнятливий* (♀) х *стійкий* (♂) показав, що з 423 зразків картоплі отримано 236 (44,2 %) стійких до хвороби.

За комбінації схрещування вихідних батьківських форм картоплі *сприйнятливий* (♀) х *сприйнятливий* (♂), що дуже рідко використовують селекціонери на практиці, з 8 гібридів отримано один (12,5 %) стійкий до збудника раку (табл. 2). Можемо припустити, що стійкість успадкувалася з однієї з вихідних батьківських форм, яку отримано у комбінації схрещування *стійкий* (♀) х *сприйнятливий* (♂), або *сприйнятливий* (♀) х *стійкий* (♂) (табл. 2).

За результатами державного випробування зразків картоплі до патотипів раку лише п'ять проявили стійкість до всіх агресивних патотипів збудника: Ф-15 (Солоха) – отриманий за схрещування УМО 101117 (♀) х Тирас (♂); 208.ч.10 (Хортиця) – отриманий за схрещування УМО 101117 (♀) х Сантарка (♂); ВМ 12.16-2 – схрещування 05.11с.108 (♀) х Bellarosa (♂); Н10.23/9 – схрещування 0167F1 (♀) х Bellarosa (♂); ВМ 12.16-2 – 05.11с108 (♀) х Bellarosa (♂); Н10.23/9 – 01.67F1 (♀) х Bellarosa (♂) – селекції Інституту картоплярства НААН та П10.45-7, отриманий при схрещуванні Тирас (♀) х Партнер (♂) – селекції Поліського дослідного відділення ІК НААН.

2. Результати успадкування стійкості картоплі до раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. за різних комбінацій схрещування батьківських форм (2011–2019 рр.)

Типи схрещувань	Дослід- жено гібридів	З них		% стійких гібридів
		стійких	сприй- нятливих	
Стійкий (♀) х стійкий (♂)	3306	3297	9	99,6
Стійкий (♀) х сприйнятливий (♂)	529	335	194	57,9
Сприйнятливий (♀) х стійкий (♂)	423	236	187	44,2
Сприйнятливий (♀) х сприйнятливий (♂)	8	1	7	12,5
Всього	4366	3969	397	90,9

За реакцією на ураження агресивними патотипами збудника 83 (52,2 %) сортотразки було охарактеризовано як стійкі до патотипу 11 (Міжгірського), 74 (46,5 %) – до патотипу 13 (Рахівського), 49 (30,8 %) – до патотипу 18 (Ясінівського) та 113 (71,1 %) – до патотипу 22 (Бистрецького) (табл. 3; рис. 5).

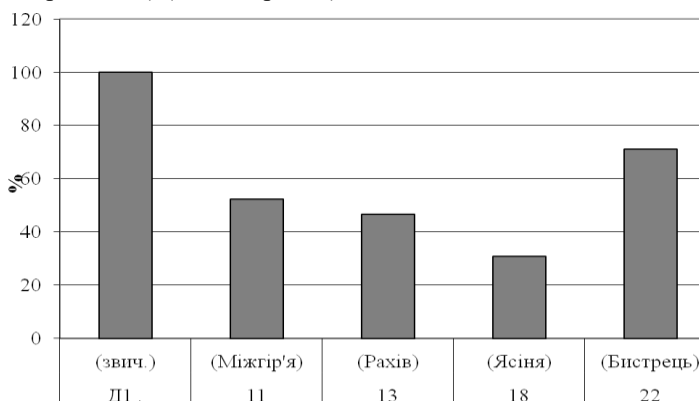


Рис. 5. Результати відбору джерел стійкості картоплі до всіх патотипів збудника *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. (2011–2019 рр.)

У цілому найбільш результативною виявилася селекційна програма, спрямована на одержання сортотразків картоплі, стійких до ураження 22 (Бистрецьким) агресивним патотипом збудника раку. За період 2011–2019 рр. з 159 досліджуваних сортотразків картоплі 113

(71,1 %) проявили ознаку стійкості до цього патотипу, серед яких П10.11/12 - (Сантарка (♀) х Спокуса (♂)); П 09.20/1 – Зелений Гай (♀) х Партнер (♂); П 08.102/4 – К3468 (♀) х Дубрава (♂); також сорти Солоха (УМО 101117 (♀) х Тирас (♂); Хортиця – УМО 101117 (♀) х Сантарка (♂). Найбільш агресивним є 18 (Ясінівський) патотип. За вказаний період отримано лише 49 (30,8 %) стійких до цього патотипу зразків, серед яких Мирослава, одержаний при схрещуванні Оберіг (♀) х Bellarosa (♂); гібрид Н09.83-5 – Удача (♀) х Bellarosa (♂); П 09.20/1 – Зелений Гай (♀) х Партнер (♂); П 09.104/4 – 03.9/36 (♀) х Сантарка (♂).

3. Результати державного випробування картоплі на стійкість до звичайного та агресивних патотипів збудника *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. (2011–2019 pp.)

Назва установи	Всього зразків	Кількість (відсоток) сортозразків, стійких до патотипів раку				
		Д1 (звич.)	11 (Міжгір'я)	13 (Рахів)	18 (Ясіня)	22 (Бистрець)
Інститут картоплярства НААН	67	67 (100 %)	43 (27,0 %)	27 (40,3 %)	20 (29,8 %)	31 (53 %)
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН	21	21 (100 %)	6 (28,6 %)	5 (23,8 %)	3 (14,3 %)	49 (33 %)
Гірський науковий підрозділ Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН	17	17 (100 %)	6 (35,3 %)	3 (17,6 %)	4 (23,5 %)	5 (29,0 %)
ПАТ НВО «Чернігівеліткартопля»	8	8 (100 %)	4 (50,0 %)	3 (37,5 %)	4 (50,0 %)	3 (38 %)
Поліське дослідне відділення ІК НААН	46	46 (100 %)	24 (52,2 %)	36 (78,3 %)	18 (39,1 %)	25 (47 %)
Всього	159	159 (100 %)	83 (52,2 %)	74 (46,5 %)	49 (30,8 %)	113 (71,1 %)

Серед зразків картоплі, стійких до 11 (Міжгірського) патотипу, поряд з сортами, стійкими до всіх патотипів раку, виявлено гібрид П08.102/4, отриманий за схрещування К3468 (♀) х Дубрава (♂),

П09.104/4 – схрещування 03.9/361 (♀) х Сантарка (♂). Серед зразків, стійких до 13 (Рахівського) агресивного патотипу, виділено Н09.8-14 – схрещування Базис (♀) х Bellarosa (♂), П12.15-2 – схрещування Тирас (♀) х Bellarosa (♂).

Аналізуючи досліджуваний сортимент як джерела стійкості до раку, можна рекомендувати такі сорти картоплі української селекції: Сантарка, Базис, Солоха, Хортиця, Оберіг, Божедар, Партнер, Тирас; з іноземної селекції – сорти картоплі: Gitte, Barbara, Bellarosa, Rokko, UMO 101117, UMO 101155.

З 159 зразків картоплі, які оцінювались на стійкість до раку в Українській НДСКР ІЗР НААН впродовж 2011–2019 рр., виділено 32 сорти картоплі, які проявили стійкість до звичайного та декількох агресивних патотипів раку та не поразились іншими хворобами. Були занесені до Національного реєстру сортів України: Арія, Вернісаж, Іванківська рання, Калинівська, Кіммерія, Летана, Случ, Струмок, Поліське джерело, Фактор, Фантазія, Фея, Чарунка, Червона рута – селекції Інституту картоплярства НААН; Вересівка, Легіонер, Малинська біла, Спокуса, Партнер, Тирас, Жеран – селекції Поліського дослідного відділення Інституту картоплярства НААН; Легенда, Диво, Оксамит-99, Пікуровська – селекції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН; Мукачівська, Ужгородська – селекції Гірського наукового підрозділу Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН; Анатан, Смуглянка, Сумчанка-2 – селекції Сумського агроуніверситету; Форсаж та Панянка – селекції НВО «Чернігівеліткартопля». Ці сорти слід впроваджувати у Західному регіоні України, де наявні вогнища збудника раку картоплі.

Висновки. У попередньому лабораторному випробуванні впродовж 2011–2019 рр. з 4366 виділено 3389 (90,9 %) сортозразків картоплі, стійких проти звичайного патотипу 1 (Д1) збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival.

У комбінації схрещування вихідних батьківських форм *стійкий* (♀) х *стійкий* (♂) отримано 99,6 % стійких до збудника раку нащадків, *стійкий* (♀) х *сприйнятливий* (♂) – 53,4 %, *сприйнятливий* (♀) х *стійкий* (♂) – 42,3 %, *сприйнятливий* (♀) х *сприйнятливий* (♂) – 12,5 %. У гібридизації використовували такі стійкі до патотипів раку сорти картоплі: Сантарка, Божедар, Базис та Глазурна.

У Державному польовому випробуванні вивчено та відібрано 159 сортозразків картоплі зі стійкістю до звичайного патотипу збудника раку. З них лише п'ять проявили стійкість до всіх

агресивних патотипів збудника: Ф-15 (Солоха), 208.ч.10 (Хортиця), ВМ12.16-2, Н10.23/9 – селекції Інституту картоплярства НААН та П10.45-7 – селекції Поліського дослідного відділення Інституту картоплярства НААН.

За результатами досліджень стійкості до агресивних патотипів раку з 159 зразків 83 (52,2 %) були стійкими до патотипу 11 (Міжгірського), 74 (46,5 %) – стійкими до патотипу 13 (Рахівського), 49 (30,8 %) – стійкими до патотипу 18 (Ясінівського) та 113 (71,1 %) – стійкими до патотипу 22 (Бистрецького).

Впродовж 2011–2019 рр. найбільш результативною в Україні виявилася селекційна програма, спрямована на одержання сортозразків картоплі, стійких до ураження 22 (Бистрецьким) агресивним патотипом: отримано 113 (71,1 %) стійких зразків серед усіх тестованих і найбільш складною – до патотипу 18 (30,8 %).

Аналізуючи підбір батьківських вихідних форм картоплі при схрещуванні для отримання стійких нащадків, пропонуємо використовувати в селекційному процесі як джерела стійкості такі сорти картоплі української селекції: Сантарка, Базис, Солоха, Хортиця, Оберіг, Божедар, Тирас, Партнер; іноземної селекції – Gitte, Bellarosa, Barbara, UMO 101117, UMO 101155. У Західному регіоні України слід впроваджувати сорти картоплі, які проявили стійкість до звичайного та декількох агресивних патотипів раку і були занесені до Національного реєстру сортів України.

Список використаної літератури

1. Бондарчук А. А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні. Біла Церква, 2010. 400 с.
2. Відбір селекційного матеріалу та створення сортів, стійких проти звичайного та агресивних патотипів раку картоплі / А. А. Бондарчук та ін. *Картоплярство України*. 2018. № 1/2 (44/45). С. 2–11.
3. Відтворення оригінального насіння та еліти сортів картоплі в умовах гірської зони Карпат / В. М. Шушта та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. Вип. 54, ч. I. С. 79–83.
4. Виробництво – нові стійкі до раку сорти картоплі / А. Г. Зеля та ін. *Картоплярство України*. 2019. № 1/2 (45/46). С. 38–45.

References

1. Bondarchuk A. A. Scientific basis of potato seed growing in Ukraine. Bila Tserkva, 2010. 400 p.
2. Choice of breeding material and creating of varieties resistant to common and aggressive pathotypes of potato wart / A. A. Bondarchuk et al. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2018. № 1/2 (44/45). P. 2–10.
3. Reproduction of original seeds and elite of potato varieties in conditions of mountainous region Carpathians / V. M. Schusta et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2012. Issue 54, part I. P. 79–83.
4. New wart resistant varieties of potato implementation into production / A. G. Zelya et al. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2019. No 1/2 (45/46). P. 38–45.
5. Vlokh V. G. The study of genetic

5. Влох В. Г. Вивчення генетичної природи практично корисних ознак у картоплі в природних умовах західних районів України та їх використання в створенні нових сортів. *Генетика та селекція сільськогосподарських рослин і тварин на Прикарпатті*. Київ : Наук. думка, 1975. С. 37–43.
6. Завірюха П. Д., Ілчук Л. А., Ілчук Р. В. Стан, проблеми і перспективи селекції картоплі у Західному регіоні України. *Картоплярство України*. 2009. № 1/2 (14/15). С. 6–12.
7. Ілчук Р. В., Ілчук Л. А. Стійкість до ураження хворобами новостворених сортів картоплі *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2009. Вип. 51, ч. III. С. 34–39.
8. Мельник П. О. Етіологія раку картоплі, біоекологічне обґрунтування заходів його профілактики та обмеження розвитку. Чернівці : Прут, 2003. 284 с.
9. Методика оцінки та відбору селекційного матеріалу картоплі, стійкого до раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. гармонізована з вимогами ЄС / Г. В. Зеля та ін. Чернівці : Місто, 2015. 24 с.
10. Спосіб створення штучного інфекційного фону гриба *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. для визначення стійкості картоплі до раку : пат. 115654 Україна : МПК 7 A01C 1/00. № u 2016 10784 ; заявл. 27.10.2016 ; опубл. 25.04.2017. Бюл. № 8 (кн. 1). С. 4.1.
11. Спосіб визначення стійкості картоплі до збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. та її успадкування методом спектрофотометрії : пат. 126988 Україна. № u 2018 01646 ; заявл. 19.02.2018 ; опубл. 10.07.2018. Бюл. № 13 (кн. 1). С. 4.3.
12. Фурдига М. М. Нові напрямки селекції картоплі. *Картоплярство України*. 2010. № 1/2 (18/19). С. 4–9.
13. Boberg J., Björklund N. *Synchytrium endobioticum* – pathotypes, resistance of *Solanum tuberosum* and management. Report by Unit for Risk Assessment of Plant Pests at the Swedish University of Agricultural Sciences. 2018. 38 p. URL: <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb>
- nature of useful properties in potato innatural conditions of western regions of Ukraine and their usage for new varieties creating. *Genetyka ta selectsiia silskohospodarskykh roslin ta tvaryn v Prykarpatti*. Kyiv : Nauk. dumka, 1975. P. 37–43.
6. Zaviriukha P. D., Ilchuk L. A., Ilchuk R. V. State, problems and perspectives of potato breeding in western region of Ukraine. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2009. No 1/2 (14/25). P. 6–12.
7. Ilchuk R. V., Ilchuk L. A. Resistance to disease infection of new potato varieties. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2009. Issue 51, part III. P. 34–39.
8. Melnyk P. O. Potato wart etiology, bioecological justification of measures, it's prevention and restriction of development. Chernivtsi : Prut, 2003. 284 p.
9. Technique for evaluation and selection of potato breeding material, resistant to wart *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. harmonized with EU requirements / G. V. Zelya et al. Chernivtsi : Misto, 2015. 24 p.
10. The technique creation for artificial background of fungi *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. for potato resistance determining to wart : pat. 115654 Ukraine. № u 2016 10784 ; declared 27.10.2016 ; published 25.04.2017. Bul. No 8 (book 1). P. 4.1.
11. The technique determination for resistance potato to wart *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. and it's inheriting by spectrofotometry method : pat. 115654 Ukraine. № u 2016 10784 ; declared 27.10.2016 ; published 25.04.2017. Bul. No 8. (book 1). P. 4.3.
12. Furdyha M. M. New direction of potato breeding. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2010. No 1/2 (18/19). P. 4–8.
13. Boberg J., Björklund N. *Synchytrium endobioticum* – pathotypes, resistance of *Solanum tuberosum* and management. Report by Unit for Risk Assessment of Plant Pests at the Swedish University of Agricultural Sciences. 2018. 38 p. URL: <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb>

- https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/riskv/pub/rapport-synchytrium-endobioticum_21sept2018.pdf. (last accessed: 30.07.2020).
14. Çakir E., Demirci F. A new pathotype of *Synchytrium endobioticum* in Turkey: Pathotype 2. *Bitki koruma bulteni*. 2017. Vol. 57, No 4. P. 415–422. DOI: 10.16955/bitkorb.34044.1.
15. Characterization of resistance to *Synchytrium endobioticum* in cultivated potato accessions from the collection of Vavilov Institute of Plant Industry / A. Khiutti et al. *Plant breeding*. 2012. Vol. 131, No 6. P. 744–750. DOI: 10.1111/j.1439-0523.2012.02005.
16. EPPO Standard PM 7/28/1 *Synchytrium endobioticum*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2004. Vol. 34, No 2. P. 213–218. URL: [https://www.furs.si/law/eppo/zvr/ENG/EPPO2004/diag_protokoli_PM7/pm7-28\(1\).pdf](https://www.furs.si/law/eppo/zvr/ENG/EPPO2004/diag_protokoli_PM7/pm7-28(1).pdf) (last accessed: 20.05.2020).
17. EPPO Standard PM 7/28/2 *Synchytrium endobioticum*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2017. Vol. 47, No 3. P. 420–440. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12588> (last accessed: 20.05.2020).
18. EPPO phytosanitary procedures PM 3/59(3) *Synchytrium endobioticum*: descheduling of previously infested plots. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2014. Vol. 47, No 3. P. 366–368. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12588>. (last accessed: 20.05.2020).
19. EPPO PM 9/5 (2) *Synchytrium endobioticum*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2017. Vol. 47, No 3. P. 511–512. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12440>. (last accessed: 20.05.2020).
20. Genomic and transcriptomic resources for marker development in *Synchytrium endobioticum*, an elusive but severe potato pathogen / F. Busse et al. *Phytopathology*. 2017. Vol. 107, No 3. P. 322–328. DOI: 10.1094/PHYTO-05-16-0197-R.
21. Identification of the pathotype of *Synchytrium endobioticum* casual agent of potato wart disease, present in Georgia / Z. /riskv/pub/rapport-synchytrium-endobioticum_21sept2018.pdf. (last accessed: 30.07.2020).
14. Çakir E., Demirci F. A new pathotype of *Synchytrium endobioticum* in Turkey: Pathotype 2. *Bitki koruma bulteni*. 2017. Vol. 57, No 4. P. 415–422. DOI: 10.16955/bitkorb.34044.1.
15. Characterization of resistance to *Synchytrium endobioticum* in cultivated potato accessions from the collection of Vavilov Institute of Plant Industry / A. Khiutti et al. *Plant breeding*. 2012. Vol. 131, No 6. P. 744–750. DOI: 10.1111/j.1439-0523.2012.02005.
16. EPPO Standard PM 7/28/1 *Synchytrium endobioticum*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2004. Vol. 34, No 2. P. 213–218. URL: [https://www.furs.si/law/eppo/zvr/ENG/EPPO2004/diag_protokoli_PM7/pm7-28\(1\).pdf](https://www.furs.si/law/eppo/zvr/ENG/EPPO2004/diag_protokoli_PM7/pm7-28(1).pdf) (last accessed: 20.05.2020).
17. EPPO Standard PM 7/28/2 *Synchytrium endobioticum*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2017. Vol. 47, No 3. P. 420–440. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12588> (last accessed: 20.05.2020).
18. EPPO phytosanitary procedures PM 3/59(3) *Synchytrium endobioticum*: descheduling of previously infested plots. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2014. Vol. 47, No 3. P. 366–368. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12588>. (last accessed: 20.05.2020).
19. EPPO PM 9/5 (2) *Synchytrium endobioticum*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2017. Vol. 47, No 3. P. 511–512. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12440>. (last accessed: 20.05.2020).
20. Genomic and transcriptomic resources for marker development in *Synchytrium endobioticum*, an elusive but severe potato pathogen / F. Busse et al. *Phytopathology*. 2017. Vol. 107, No 3. P. 322–328. DOI: 10.1094/PHYTO-05-16-0197-R.
21. Identification of the pathotype of *Synchytrium endobioticum* casual agent of potato wart disease, present in Georgia / Z.

- potato wart disease, present in Georgia / Z. Sikharulidze et al. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2019. Vol. 49, No 2. P. 314–320. DOI: 10.1111/epp.12582.
22. Interlaboratory tests for resistance to *Synchytrium endobioticum* in potato by the Glynne - Lemmerzuhl method / K. Flath et al. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2014. Vol. 44, No 3. P. 510–517. DOI: 10.1111/epp.12167.
23. Laginova M. Standpoint about the spread of potato wart disease in Bulgaria (*Synchytrium endobioticum*); pathotypes identification and testing of potato varieties for resistance. *Zenodo*. 2017. No 1. P. 1–27. DOI: 10.5281/zenodo.830435.
24. Molecular characterisation of resistance against potato wart races 1, 2, 6 and 18 in a tetraploid population of potato (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*) / J. Groth et al. *Journal of applied genetics*. 2013. Vol. 54, No 2. P. 169–178. DOI: 10.1007/s13353-013-0141-5.
25. Multiple alleles for resistance and susceptibility modulate the defense response in the interaction of tetraploid potato (*Solanum tuberosum*) with *Synchytrium endobioticum* pathotypes 1, 2, 6 and 18 / A. Ballvora et al. *Theoretical and applied genetic*. 2011. Vol. 123, No 8. P. 1281–1292. DOI: 10.1007/s00122-011-1666-9.
26. Novel gene Sen2 conferring broad-spectrum resistance to *Synchytrium endobioticum* mapped to potato chromosome XI / J. Plich et al. *Theoretical Applied Genetics*. 2018. Vol. 131, No 11. P. 2321–2331. DOI: 10.1007/s00122-018-3154-y.
27. Obidiegwu J. E., Flath K., Gebhardt C. Managing potato wart: a review of present research status and future perspective. *Theoretical and applied genetics*. 2014. Vol. 27, No 4. P. 763–780. DOI: 10.1007/s00122-014-2268-0.
28. Przetakiewicz J. First report of *Synchytrium endobioticum* (potato wart disease) pathotype 18 (T1) in Poland. *Plant Disease*. 2014. Vol. 98, No 5. P. 688–688. DOI: 10.1094/PDIS-06-13-0646-PDN.
29. Przetakiewicz J. Resistance of Polish cultivars of potato to virulent pathotypes of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.: 2
- Sikharulidze et al. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2019. Vol. 49, No 2. P. 314–320. DOI: 10.1111/epp.12582.
22. Interlaboratory tests for resistance to *Synchytrium endobioticum* in potato by the Glynne - Lemmerzuhl method / K. Flath et al. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2014. Vol. 44, No 3. P. 510–517. DOI: 10.1111/epp.12167.
23. Laginova M. Standpoint about the spread of potato wart disease in Bulgaria (*Synchytrium endobioticum*); pathotypes identification and testing of potato varieties for resistance. *Zenodo*. 2017. No 1. P. 1–27. DOI: 10.5281/zenodo.830435.
24. Molecular characterisation of resistance against potato wart races 1, 2, 6 and 18 in a tetraploid population of potato (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*) / J. Groth et al. *Journal of applied genetics*. 2013. Vol. 54, No 2. P. 169–178. DOI: 10.1007/s13353-013-0141-5.
25. Multiple alleles for resistance and susceptibility modulate the defense response in the interaction of tetraploid potato (*Solanum tuberosum*) with *Synchytrium endobioticum* pathotypes 1, 2, 6 and 18 / A. Ballvora et al. *Theoretical and applied genetic*. 2011. Vol. 123, No 8. P. 1281–1292. DOI: 10.1007/s00122-011-1666-9.
26. Novel gene Sen2 conferring broad-spectrum resistance to *Synchytrium endobioticum* mapped to potato chromosome XI / J. Plich et al. *Theoretical Applied Genetics*. 2018. Vol. 131, No 11. P. 2321–2331. DOI: 10.1007/s00122-018-3154-y.
27. Obidiegwu J. E., Flath K., Gebhardt C. Managing potato wart: a review of present research status and future perspective. *Theoretical and applied genetics*. 2014. Vol. 27, No 4. P. 763–780. DOI: 10.1007/s00122-014-2268-0.
28. Przetakiewicz J. First report of *Synchytrium endobioticum* (potato wart disease) pathotype 18 (T1) in Poland. *Plant Disease*. 2014. Vol. 98, No 5. P. 688–688. DOI: 10.1094/PDIS-06-13-0646-PDN.
29. Przetakiewicz J. Resistance of Polish cultivars of potato to virulent pathotypes of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.: 2

- Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.: 2 (Ch1) and 3 (M1). *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*. 2010. Vol. 257/258. P. 207–214. URL: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20113104608> (last accessed: 20.05.2020).
30. Screening of potato varieties for multiple resistance to *Synchytrium endobioticum* in Western region of Ukraine / A. G. Zelya et al. *Agricultural Science and Practice*. 2018. No 3. P. 3–11. DOI: 10.15407/agrisp 5.03.003.
31. Tetrasomic inheritance in cultivated potato and implications in conventional breeding / J. Muthoni et al. *Australian Journal of Crop Science*. 2015. Vol. 9, No 3. P. 185. URL: https://www.researchgate.net/publication/272944470_Tetrasomic_inheritance_in_cultivated_potato_and_implications_in_conventional_breeding (last accessed: 20.05.2020).
- (Ch1) and 3 (M1). *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*. 2010. Vol. 257/258. P. 207–214. URL: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20113104608> (last accessed: 20.05.2020).
30. Screening of potato varieties for multiple resistance to *Synchytrium endobioticum* in Western region of Ukraine / A. G. Zelya et al. *Agricultural Science and Practice*. 2018. No 3. P. 3–11. DOI: 10.15407/agrisp5.03.003.
31. Tetrasomic inheritance in cultivated potato and implications in conventional breeding / J. Muthoni et al. *Australian Journal of Crop Science*. 2015. Vol. 9, No 3. P. 185. URL: https://www.researchgate.net/publication/272944470_Tetrasomic_inheritance_in_cultivated_potato_and_implications_in_conventional_breeding (last accessed: 20.05.2020).

Отримано 03.06.2020

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН КУКУРУДЗИ В ПОСІВАХ ТА ЇХ ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ

Представлено результати досліджень з визначення впливу технології вирощування та окремих її елементів на ріст, розвиток та фотосинтетичну діяльність рослин кукурудзи в умовах Лісостепу. Метою досліджень було встановлення впливу елементів технології вирощування на формування та ефективність функціонування асиміляційного апарату рослин кукурудзи. Дослідження проводили впродовж 2013–2019 рр. на темно-сірому опідзоленому ґрунті Лісостепу із застосуванням польового, розрахунково-вагового та математико-статистичного методів. Встановлено особливості динаміки індивідуальної площі листової поверхні рослини та агроценозу кукурудзи в цілому за стадіями розвитку BBCH. За показниками накопичення вегетативної маси та сухої речовини, чистої продуктивності фотосинтезу, фотосинтетичного потенціалу посіву охарактеризовано фотосинтетичну діяльність рослин ранньостиглого гібриду кукурудзи залежно від рівня інтенсивності технології вирощування. На основі кореляційного та статистичного аналізів виявлено залежності між основними показниками фотосинтетичної діяльності та врожайністю кукурудзи, а також ті, що найбільше змінюються під впливом елементів агротехнології. Показано реакцію культури на зміну рівня інтенсивності технології вирощування, що реалізується через функціональну відповідь індивідуальної фотосинтезуючої системи рослини та посіву в цілому та виявляється в посиленні їх асиміляційної діяльності. Доведено важливість забезпечення якомога довшого періоду активного функціонування листової поверхні за оптимальних, а не максимальних добових значень синтезованої сухої речовини при вирощуванні кукурудзи на зерно. За встановленими параметрами виявлено найефективніші технології вирощування, що в агрокліматичних умовах Лісостепу забезпечують врожайність ранньостиглого гібриду на рівні 9,87–10,39 т/га. Наведено оптимальні межі біометричних та функціональних показників характеристики фотосинтетичної діяльності рослин кукурудзи в посівах, за досягнення яких формується такий врожай зерна.

Ключові слова: кукурудза, листкова поверхня, фотосинтетична діяльність, агроценоз, урожайність, технологія вирощування.

Viktor Kaminskyi, Nadiia Asanishvili
NSC “Institute of Agricultural of NAAS”

Features of growth and development of maize plants in crops and their photosynthetic activity depending on the growing technology in the Forest-Steppe.

The results of research to determine the impact of growing technology and its individual elements on the growth, development and photosynthetic activity of maize plants in the Forest-Steppe were presented. The aim of the research was to establish the influence of elements of growing technology on the formation and efficiency of the assimilation apparatus of corn plants. The research was conducted during 2013–2019 on the dark gray wooded soil of the Forest-Steppe with the use of field, calculation-weight and mathematic-statistical methods. The peculiarities of the dynamics of the individual leaf surface area of the plant and the agroцenosis of corn as a whole according to the stages of development of BBCH are established. According to the indicators of vegetative mass and dry matter accumulation, net photosynthesis productivity, photosynthetic sow potential, the photosynthetic activity of crops of early-ripening maize hybrid depending on the level of growing technology intensity is characterized. On the basis of correlation and statistical analyzes, the relationships between the main indicators of photosynthetic activity and corn yield were revealed, as well as those that change the most under the influence of elements of agrotechnology. The reaction of culture to the change of the level of intensity of growing technology is shown, which is realized through the functional response of the individual photosynthetic system of plants and crops as a whole and is manifested in the strengthening of their assimilation activity. The importance of ensuring the longest possible period of active functioning of the leaf surface at the optimal, rather than the maximal daily values of the synthesized dry matter in the growing of corn for grain. According to the established parameters, the most effective growing technologies have been identified, which in the agro-climatic conditions of the Forest-Steppe provide the yield of early-ripening hybrid at the level of 9.87–10.39 t/ha. The optimal limits of biometric and functional indicators of the photosynthetic activity characteristics of maize plants in crops, at the achievement of which such a grain yield is formed, are given.

Key words: corn, leaf surface, photosynthetic activity, agroцenosis, yield, growing technology.

Вступ. У класичних роботах з питань фотосинтетичної діяльності культурних рослин переконливо доведено визначальну роль оптимального протікання процесу фотосинтезу для підвищення продуктивності посівів. Запропоновано і запроваджено показники, за якими оцінюють ефективність асиміляційної діяльності та для кожної сільськогосподарської культури, і зокрема кукурудзи (*Zea mays* L.),

опрацьовано межі їх допустимого варіювання без зниження врожайності основної продукції [1, 23, 24, 11].

Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур базуються на теорії формування врожаю як фотосинтезуючої системи та розробляються з врахуванням біологічних особливостей, зокрема й типу фотосинтезу рослин [8, 21]. У зв'язку з належністю до культур з С₄-типом кукурудза значно ефективніше, ніж культури з С₃-типом засвоює вуглекислий газ і використовує сонячну радіацію на утворення сухої речовини посіву [11]. Це зумовлює суттєво вищу потенційну індивідуальну продуктивність рослин кукурудзи порівняно з іншими злаками, для реалізації якої у господарському врожаї потрібне оптимальне забезпечення факторами життя – світлом, теплом, водою та поживними речовинами [1, 4, 25, 30].

На сьогодні у зв'язку зі стійкими тенденціями до зміни клімату у напрямі потепління та зростання його посушливості основною зоною виробництва зерна кукурудзи є Лісостеп, а найвищі врожаї формуються у зоні Полісся, де лише 50 років тому вона була нетиповою культурою. Відповідно розроблення та удосконалення зональних технологій вирощування кукурудзи потрібно спрямовувати на формування оптимальних за морфоструктурою, стресостійких агроценозів з високою інтенсивністю фотосинтетичної діяльності, що максимально використовуватимуть агрокліматичні та виробничі ресурси [22].

Це актуальне теоретико-прикладне завдання вирішується за рахунок інтегрованого коригування основних елементів технологічного циклу – оптимізації норм висіву, строків сівби, доз та способів внесення мінеральних добрив, стимуляторів росту рослин у різних регламентах застосування, хімічних та механічних заходів контролювання сегетальної рослинності у посівах та ін.

У степовій зоні стабільне виробництво зерна кукурудзи лімітується чинником вологозабезпечення, що знаходиться у першому мінімумі для культури [6, 18, 26]. Разом з тим за зрошення розширюються можливості вирощування гібридів кукурудзи з тривалим вегетаційним періодом та високою потенційною продуктивністю, для реалізації якої потрібне оптимальне вологозабезпечення [14]. Виявлено, що в умовах Південного Степу України накопичення вегетативної маси і сухої речовини більше залежить від гібридного складу (відповідно на 69,5 і 72,3 %), ніж від строку сівби і густоти стояння рослин [3]. За вирощування середньораннього гібриду різні режими зрошення сприяють на 22,2–

27,5 % більшому накопиченню сирої біомаси, тоді як мінеральні добрива забезпечують приріст сухої речовини лише на 9,4–13,7 % [19].

Формування оптимальних за щільністю агроценозів кукурудзи забезпечує адекватність протікання реакції фотосинтезу за рахунок створення відповідного мікроклімату у посівах та достатньої освітленості. Результатами наукового пошуку встановлено, що підвищення густоти різностиглих гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу з 80 до 100 тис. шт./га сприяє зростанню площі листової поверхні на 5–10 %, позитивно впливає на продуктивність фотосинтезу та накопичення сухої речовини [9]. У сумісних посівах кукурудзи та сорго цукрового збільшення норм висіву компонентів та оптимізація площі живлення рослин зумовлює поліпшення їх розвитку і зростання врожайності зеленої маси [5].

До висновку щодо потреби оптимізації норм висіву гібридів кукурудзи залежно від удобрення приєднуються й інші дослідники. У своїх роботах вони експериментально довели, що за збільшення агрохімічного навантаження надмірне загущення агроценозу кукурудзи призводить до погіршення показників чистої продуктивності фотосинтезу та фотосинтетичного потенціалу посіву [12, 27].

Система удобрення залишається одним із найдієвіших чинників формування високопродуктивних агроценозів кукурудзи в усіх агрокліматичних зонах, а комплексне застосування мінеральних макро- та мікродобрив в оптимальних дозах, сидератів, побічної продукції попередника забезпечує поліпшення фотосинтетичної діяльності рослин у посівах [20, 25, 7]. Так, в умовах Західного Лісостепу сумісне застосування соломи, її деструктора та сидератів сприяє зростанню фотосинтетичного потенціалу посіву з 2,285 до 2,896 млн $\text{м}^2 \times \text{діб/га}$ за досягнення врожайності 11,3 т/га з приростом до контролю 3,1 т/га [28]. Встановлено, що за краплинного способу поливу на Півдні України азотні добрива забезпечують істотне зростання площі листя та поліпшення показників фотосинтетичної діяльності посівів різних гібридів [13]. Натомість забруднення агроекотопів свинцем, кадмієм, цинком призводить до погіршення цих характеристик та зниження врожайності кукурудзи [10].

Важливим резервом ресурсозбереження технології вирощування кукурудзи є використання різних бактеріальних препаратів, фізіологічно активних речовин та антистресантів, що активують механізми імунітету, стресостійкості та адаптивності. Їх застосування у технології вирощування дозволяє прямо та опосередковано впливати

на формування посівів з оптимальними морфоструктурними та функціональними показниками [15, 29, 301].

Дослідженнями в умовах Полісся встановлено, що за рахунок рістстимулюючих властивостей мікробного препарату підвищуються кількісні та поліпшуються якісні параметри фотосинтетичної активності рослин. Його застосування для обробки насіння й посівів забезпечує збільшення на 40,0 % площі листової поверхні та на 63,8 % – чистої продуктивності фотосинтезу посівів кукурудзи [32]. За оброблення стимуляторами росту рослин відбувається збільшення нагромадження фотосинтетичних пігментів (на 12–24 %) за зниження на 9,0–17,5 % вмісту водорозчинних цукрів, що свідчить про функціональну активність фотосинтетичного апарату [16, 17].

Отже, дослідженнями, що проведені в різних агрокліматичних умовах, переконливо доведено потребу створення оптимальних за біометричними параметрами агроценозів кукурудзи для підвищення інтенсивності їх фотосинтетичної діяльності. Експериментально обґрунтовано перспективність інтегрованого управління структурно-функціональним станом посівів для підвищення врожайності культури за рахунок оптимізації елементів технології вирощування.

Тому метою наших досліджень було встановлення впливу елементів технології вирощування на ріст і розвиток рослин кукурудзи, а також особливості їх фотосинтетичної діяльності в умовах Лісостепу. Виявлені закономірності формування та функціонування асиміляційного апарату слугуватимуть теоретичною основою удосконалення технологій вирощування кукурудзи різної інтенсивності, які забезпечать підвищення рівня реалізації потенціалу продуктивності культури та ефективне використання матеріально-технічних і агрокліматичних ресурсів.

Матеріали і методи. Польові дослідження проводили впродовж 2013–2019 рр. у чотириріпльній короткоротаційній сівоzmіні (пшениця озима – кукурудза на зерно – ранні ярі зернові культури (овес, тритикале) – горох) довготривалого стаціонарного досліді ННЦ «Інститут землеробства НААН», що територіально розміщується у північній частині Лісостепу (сmt Чабани Києво-Святошинського р-ну Київської обл.). Дослід закладено у 1987 р. згідно з усіма 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 2013–2019 рр. у цілому характеризувалися перевищенням

температурного режиму понад норму (у середньому за роками на 10,1–25,2 %) за переважної нестачі опадів (34,0–98,3 % від середньобагаторічних значень) та їх нерівномірного розподілу протягом місяців і декад. Вегетаційний період кукурудзи 2013 р. відзначався суттєвою нестачею опадів впродовж травня – серпня за їх перевищення більше ніж у 4,5 разу понад норму у вересні. У 2014 р. температура була близькою до середньобагаторічної за значного перевищення суми опадів у травні (321,2 % від норми) та їх істотної нестачі у наступні місяці. Несприятливими були погодні умови 2015 р., особливо за рівнем вологозабезпечення, адже впродовж квітня – вересня випало лише 34 % опадів від середньобагаторічної кількості. Проте температурний режим був наближеним до норми, що певним чином послабило негативний вплив суттєвої нестачі опадів впродовж усього вегетаційного періоду кукурудзи. Метеорологічні умови 2016 р. були задовільними для росту та розвитку рослин кукурудзи, у 2017 р. відзначено перевищення температурного режиму понад норму на фоні суттєвої нестачі опадів (48,1 %), що негативно вплинуло на рівень врожайності. Погодні умови вегетаційного періоду 2018 та меншою мірою 2019 р. були сприятливими і в цілому відповідали біологічним вимогам кукурудзи.

Для визначення ефективності різних доз мінеральних добрив у поєднанні з використанням як добрива побічної продукції попередника (соломи пшениці озимої) за вирощування кукурудзи впродовж 2013–2015 рр. проводили Дослід 1 за схемою, наведеною у табл. 1. Дослід проведено на фоні післяпосівного внесення ґрунтового гербіциду люмакс 537,5 SE с.е (4,0 л/га).

У напрямі пошуку технологічних ресурсів підвищення врожайності кукурудзи впродовж 2016–2019 рр. проводили Дослід 2 з визначення ефективності різних доз мінеральних добрив та побічної продукції попередника на фоні підвищеного навантаження технології засобами інтенсифікації та ресурсозбереження. Технологія передбачала оброблення насіння стимулятором росту рослин регоплант (250 мл/т), післяпосівне 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).

Усі препарати та добрива, що використовували у дослідженнях, занесені до Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні. Визначення ефективності агротехнологічних

заходів проводили за вирощування ранньостиглого гібриду кукурудзи Трубіж СВ (ФАО 190) селекції ННЦ «Інститут землеробства НААН», що з 2014 р. занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні. Норма висіву кукурудзи – на густоту 80 тис. шт./га.

Для досягнення поставленої мети застосовували загальнонаукові та спеціальні методи досліджень: польовий – для вивчення взаємозв'язку об'єкта з біотичними та абіотичними факторами; розрахунковий – для визначення площі листової поверхні шляхом множення найбільшої ширини листка на його довжину і на коефіцієнт 0,75, фотосинтетичного потенціалу посіву як суми площ листків за певний проміжок часу, чистої продуктивності фотосинтезу (за О. О. Ничипоровичем); розрахунково-ваговий – для визначення вегетативної маси рослин і посіву кукурудзи. Масу абсолютно сухої речовини визначали термостатно-ваговим методом; врожайність кукурудзи – ваговим методом, поділяючи, з урахуванням засміченості й вологості. Математико-статистичні методи застосовували для встановлення достовірності отриманих даних та виявлення математичних залежностей.

Результати та обговорення. В процесі росту і розвитку формуються рослини кукурудзи з різними показниками індивідуальної площі листової поверхні, що впливає як на загальну площу асиміляційної поверхні агроценозу, так і на її функціональну активність та ефективність роботи.

За вирощування впродовж 2013–2015 рр. у Досліді 1 ранньостиглого гібриду кукурудзи Трубіж СВ, що характеризується компактним морфотипом, індивідуальна площа листової поверхні рослини та площа листа посіву наростали на стадіях ВВСН 15–65, а потім знижувалися до стадії 75 у зв'язку з перерозподілом пластичних речовин у рослинах і їх закономірним відтоком від вегетативних органів на утворення зерна (табл. 1).

Так, найменшими ці показники були на стадії ВВСН 16 – у середньому за всіх варіантів удобрення $0,0314 \pm 0,0021 \text{ м}^2$ і $2,21 \pm 0,1$ тис. $\text{м}^2/\text{га}$. У наступні періоди росту і розвитку кукурудзи спостерігали інтенсивне наростання асиміляційної поверхні – до $0,2725 \pm 0,0180 \text{ м}^2$ і $19,86 \pm 1,7$ тис. $\text{м}^2/\text{га}$ на стадії ВВСН 19 з досягненням максимальних значень на стадії ВВСН 65 – $0,5215 \pm 0,0466 \text{ м}^2$ і $38,19 \pm 4,1$ тис. $\text{м}^2/\text{га}$. До фази молочної стиглості зерна (стадія ВВСН 75) площа листової поверхні зменшувалася до $0,4233 \pm 0,0380 \text{ м}^2$ і $30,99 \pm 3,4$ тис. $\text{м}^2/\text{га}$.

1. Динаміка площі листової поверхні кукурудзи залежно від удобрення (Дослід 1), середнє за 2013–2015 рр.

Варіант удобрення	Стадія ВВСН			
	16	19	65	75
Площа листової поверхні 1 рослини, м ²				
Без добрив (контроль)	0,0220	0,1906	0,3047	0,2589
Побічна продукція попередника (фон)	0,0243	0,2078	0,3463	0,2755
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	0,0325	0,2709	0,5368	0,4326
Фон + N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀	0,0280	0,2589	0,5099	0,3953
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	0,0334	0,3124	0,5520	0,4529
Фон + N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	0,0351	0,3255	0,6316	0,5169
Фон + N ₂₄₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀ (на 10 т/га)	0,0365	0,2955	0,6390	0,5224
Фон + N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₃₀₀ (на 12 т/га)	0,0393	0,3184	0,6516	0,5316
Середнє	0,0314	0,2725	0,5215	0,4233
Sx	0,0021	0,0180	0,0466	0,0380
V, %	19,3	18,7	25,3	25,4
S	0,01	0,05	0,13	0,11
Площа листової поверхні посіву, тис. м ² /га				
Без добрив (контроль)	1,53	11,96	19,11	16,26
Побічна продукція попередника (фон)	1,87	13,32	22,17	17,64
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	2,39	20,02	39,73	32,02
Фон + N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀	2,00	19,08	37,57	29,14
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	2,41	23,34	41,22	33,82
Фон + N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	2,39	24,61	47,82	39,12
Фон + N ₂₄₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀ (на 10 т/га)	2,55	22,31	48,36	39,54
Фон + N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₃₀₀ (на 12 т/га)	2,56	24,23	49,52	40,40
Середнє	2,21	19,86	38,19	30,99
Sx	0,1	1,7	4,1	3,4
V, %	16,8	24,5	30,6	30,7
S	0,4	4,9	11,7	9,5

Величина асиміляційної поверхні кукурудзи суттєво залежала від удобрення, що підтверджується результатами статистичного аналізу. Так, впродовж вегетації рівень мінливості показників площі листя 1 рослини та посіву в цілому за варіантами удобрення був високим (відповідно $V = 18,7\text{--}25,4$ і $16,8\text{--}30,7\%$), а вплив цього

чинника виявлявся у збільшенні величини асиміляційної поверхні кукурудзи зі зростанням агрохімічного навантаження на агроценоз.

Індивідуальна площа листової поверхні рослин кукурудзи у період досягнення її максимуму на стадії ВВСН 65 змінювалася залежно від удобрення з $0,3047 \text{ м}^2/\text{рослину}$ у контрольному варіанті (без добрив) до $0,6516 \text{ м}^2/\text{рослину}$, що в 2,1 разу більше, – за внесення $\text{N}_{300}\text{P}_{180}\text{K}_{300}$ на фоні побічної продукції попередника. Значення сумарної площі листової поверхні посіву зростали аналогічно з 19,11 до 49,52 тис. $\text{м}^2/\text{га}$, що було в 2,6 разу більше.

За проведення впродовж 2016–2019 рр. Дослід 2 виявлено позитивний вплив сумісного застосування мінеральних добрив, побічної продукції попередника, стимуляторів росту рослин, мікродобрив та гербіцидів на формування площі асиміляційної поверхні кукурудзи (табл. 2).

За стадіями розвитку ВВСН 16, 19, 65 і 75 формувалися рослини з середньою площею листа на рівні $0,0509 \pm 0,0055$; $0,2795 \pm 0,0251$; $0,5246 \pm 0,0425$ і $0,4319 \pm 0,0392 \text{ м}^2/\text{рослину}$ та сумарною площею листової поверхні посіву $3,71 \pm 0,45$; $19,90 \pm 2,12$; $37,17 \pm 3,66$ і $30,74 \pm 30,74$ тис. $\text{м}^2/\text{га}$, а закономірності динаміки цих показників були такими ж, як у Досліді 1.

У відповідних варіантах з аналогічним агрохімічним навантаженням у середньому за 2016–2019 рр., як правило, формувалися рослини і посіви, що характеризувалися вищими параметрами площі фотосинтезуючої поверхні, ніж за 2013–2015 рр. Так, у період максимального її наростання на стадії 65 за внесення оптимальних ($\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$), підвищених ($\text{N}_{180}\text{P}_{120}\text{K}_{180}$) та високих ($\text{N}_{240}\text{P}_{120}\text{K}_{240}$) доз мінеральних добрив на фоні побічної продукції попередника індивідуальна площа 1 рослини досягала $0,6075$; $0,6594$ і $0,6717 \text{ м}^2$, що на 10,1; 4,4 і 5,1 % було вище, ніж у Досліді 1.

Щодо показників площі листової поверхні посіву, то вони досягали 43,44–50,88 тис. $\text{м}^2/\text{га}$ і перевищували значення аналогічних варіантів Дослід 1. Виявлено також тенденцію до подовження періоду активного функціонування листової поверхні.

Позитивні зміни у формуванні асиміляційного апарату кукурудзи відбулися за рахунок комплексного впливу додаткових елементів технології вирощування, на фоні яких проводили Дослід 2.

2. Динаміка площі листкової поверхні кукурудзи залежно від удобрення за інтенсифікації технології (Дослід 2), середнє за 2016–2019 рр.

Варіант удобрення	Стадія ВВСН			
	16	19	65	75
Площа листкової поверхні 1 рослини, м ²				
Без добрив (контроль)	0,0325	0,1877	0,3618	0,2744
Побічна продукція попередника (фон)	0,0332	0,2033	0,3798	0,2877
N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀ *	0,0434	0,2493	0,4565	0,3895
Фон + N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀	0,0426	0,2628	0,4972	0,4142
Фон + N ₁₂₀ P ₄₅ K ₆₀ **	0,0550	0,2857	0,5634	0,4669
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	0,0600	0,2954	0,6075	0,5107
Фон + N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	0,0657	0,3555	0,6594	0,5506
Фон + N ₂₄₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀ (на 10 т/га)	0,0750	0,3964	0,6717	0,5612
Середнє	0,0509	0,2795	0,5246	0,4319
Sx	0,0055	0,0251	0,0425	0,0392
V, %	30,4	25,4	22,9	25,7
S	0,02	0,07	0,12	0,11
Площа листкової поверхні посіву, тис. м ² /га				
Без добрив (контроль)	2,22	12,29	23,24	17,95
Побічна продукція попередника (фон)	2,28	13,47	24,78	19,26
N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀ *	3,10	17,32	31,73	27,07
Фон + N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀	3,04	18,20	34,43	28,69
Фон + N ₁₂₀ P ₄₅ K ₆₀ **	4,04	20,64	40,42	33,50
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	4,37	21,12	43,44	36,51
Фон + N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	4,90	26,13	48,46	40,47
Фон + N ₂₄₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀ (на 10 т/га)	5,73	30,03	50,88	42,52
Середнє	3,71	19,90	37,17	30,74
Sx	0,45	2,12	3,66	3,24
V, %	34,0	30,2	27,8	29,8
S	1,26	6,00	10,35	9,16

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

У ювенільних рослин ці зміни були індуковані застосуванням стимуляторів росту рослин для обробки насіння, що сприяло підвищенню польової схожості та енергії проростання, а також зниженню негативного впливу ґрунтового гербіциду на проростки кукурудзи. На пізніших стадіях росту і розвитку інтенсивне наростання площі листової поверхні відбувалося за рахунок оброблення посівів баковою сумішшю стимулятор росту рослин + мікродобрива + страховий гербіцид. Проведення обробки сприяло поліпшенню фітосанітарного стану посівів за показником забур'яненості, підвищенню забезпеченості рослин основними макро- і мікроелементами, а також їх опірності до стресових факторів довкілля та формуванню стійких високопродуктивних агроценозів.

Рівень варіювання площі листової поверхні рослин та посівів кукурудзи залежно від удобрення був високим з коефіцієнтом варіації $V = 22,9\text{--}30,4$ та $27,8\text{--}34,0$ %, що суттєво перевищував його значення у Досліді 1. Це свідчить про ефективніше використання мінеральних добрив та побічної продукції попередника при вирощуванні кукурудзи за технологією з внесенням ґрунтового і страхового гербіцидів, застосуванням стимуляторів росту рослин у різних регламентах та позакореневого підживлення мікродобривами порівняно до технології з внесенням лише ґрунтового гербіциду. До того ж згідно зі схемою Дослідів 1 вивчали варіант з дуже високим агрохімічним навантаженням, що передбачав унесення розрахованої балансовим методом на врожайність 12 т/га дози мінеральних добрив $N_{300}P_{180}K_{300}$, а в Досліді 2 максимальна доза становила $N_{240}P_{120}K_{240}$ (на 10 т/га).

Отримані результати щодо впливу системи удобрення на формування асиміляційної поверхні посіву кукурудзи кореспондуються з попередніми дослідженнями, які ми провели впродовж 2006–2008 рр. у напрямі вдосконалення методів боротьби з бур'янами та удобрення кукурудзи [2].

Оцінку фотосинтетичної діяльності посівів сільськогосподарських культур традиційно проводять за сукупністю показників, що кількісно та якісно відображають інтенсивність процесу фотосинтезу та дозволяють прогнозувати господарську врожайність вже на ранніх стадіях росту й розвитку [1, 4, 24, 25].

У середньому за 2013–2015 рр. агроценоз кукурудзи було сформовано рослинами з вегетативною масою на стадії BBCH 75 774 ± 102 г, що накопичили біомасу посіву $57,06 \pm 8,43$ т/га та масу сухої речовини $14,26 \pm 2,11$ т/га (табл. 3). У процесі фотосинтезу посіви кукурудзи синтезували за добу $10,49 \pm 0,56$ г/м² сухої речовини, а

фотосинтетичний потенціал посіву (ФПП) становив $1738,94 \pm 177,19$ тис. $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$.

3. Фотосинтетична діяльність посівів та врожайність кукурудзи залежно від удобрення (Дослід 1), середнє за 2013–2015 рр.

Варіант удобрення	Вегетативна маса 1 рослини, г	Вегетативна маса посіву, т/га	Суша речовина посіву, т/га	ЧПФ, г/м ² за добу	ФПП, тис. $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$	Врожайність, т/га
Без добрив (контроль)	374	23,56	5,87	8,40	926,31	3,11
Побічна продукція попередника (фон)	401	25,72	6,41	8,51	1049,41	3,37
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	755	55,93	13,98	10,37	1794,00	7,02
Фон + N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀	633	46,66	11,65	9,49	1683,99	5,83
Фон + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	836	62,48	15,62	10,98	1922,78	7,74
Фон + N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	1002	75,86	18,97	11,53	2171,35	9,22
Фон + N ₂₄₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀ (на 10 т/га)	1054	79,74	19,93	11,98	2141,55	9,67
Фон + N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₃₀₀ (на 12 т/га)	1140	86,49	21,62	12,70	2222,15	10,47
Середнє	774	57,06	14,26	10,49	1738,94	7,05
Sx	102	8,43	2,11	0,56	177,19	
V, %	37,4	41,8	41,9	15,2	28,8	
S	289,7	23,8	6,0	1,6	501,2	
НІР ₀₅						0,29

За результатами статистичного аналізу встановлено, що система удобрення серед параметрів, що характеризують інтенсивність фотосинтетичної діяльності, найбільше впливала на накопичення вегетативної маси та сухої речовини ($V = 37,4\text{--}41,9\%$), а найменше – на чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) з $V = 15,2\%$, проте рівень мінливості усіх показників був високим.

Відомо, що А. А. Ничипорович запропонував ідентифікувати посіви з ФП 2,2–3,0 млн $\text{м}^2 \times \text{дб/га}$ з розрахунку на 100 дб вегетації як високопродуктивні [24]. Для порівняння цих критеріїв з показниками, які ми отримали, потрібно привести їх у відповідність до однієї тривалості періоду розрахунку.

У наших дослідженнях визначення ФПП здійснювали за період від появи сходів до фази молочної стиглості зерна (стадії ВВСН 09–75), що тривав у середньому за роки досліджень 84,3 доби. У перерахунку на 100 діб вегетації у кращих варіантах досліду з внесенням мінеральних добрив у дозах $N_{120}P_{90}K_{120}$ і вище ФПП кукурудзи становив 2,29–2,64 млн $m^2 \times \text{діб/га}$, тобто відповідав параметрам високопродуктивних агроценозів. У цих варіантах чиста продуктивність фотосинтезу була на рівні 10,98–12,70 $г/м^2$ за добу.

Найбільше у Досліді 1 сирої та сухої біомаси накопичили агроценози за внесення максимальної дози мінеральних добрив $N_{300}P_{180}K_{300}$ на фоні побічної продукції попередника – 86,49 і 21,62 т/га. Проте планового рівня врожайності 12 т/га досягти не вдалося, хоча ЧПФ і ФПП також були найвищими в досліді зі значеннями 12,70 $г/м^2$ за добу та 2222,15 тис. $m^2 \times \text{діб/га}$.

Очевидно, засвоєння посівами значних обсягів хімічних елементів живлення та синтезування максимальних об'ємів сухої речовини (12,7 $г/м^2$ за добу) не реалізувалося у господарській врожайності через порушення перерозподілу пластичних речовин, що депонувалися у вегетативних (стебло, листя), а не генеративних (качан) органах рослини. Це підтверджується суттєвим непропорційним збільшенням частки листостеблової маси у загальній біомасі врожаю за рахунок зниження частки зерна і свідчить про недоцільність вирощування ранньостиглих гібридів з унесенням надвисоких доз мінеральних добрив.

Комплексним аналізом особливостей фотосинтетичної діяльності посівів та рівня сформованого врожаю зерна встановлено, що у технології вирощування ранньостиглого гібриду кукурудзи з післяпосівним внесенням ґрунтового гербіциду найефективнішою системою удобрення є застосування мінеральних добрив $N_{180}P_{120}K_{180}$ на фоні побічної продукції попередника. Поєднання цих елементів у єдиному технологічному циклі забезпечує отримання врожаю зерна ранньостиглого гібриду кукурудзи на рівні 9,22 т/га, який сформували агроценози з площею листя на стадії ВВСН 65 1 рослини 0,6316 m^2 та посіву – 47,82 тис. $m^2/га$. До стадії ВВСН 75 такі посіви накопичували 75,86 т/га вегетативної маси та 18,97 т/га сухої речовини за рахунок досягнення показника ЧПФ на рівні 11,53 $г/м^2$ за добу та ФПП – 2171,35 тис. $m^2 \times \text{діб/га}$.

З врахуванням наведених вище висновків щодо ефективності різного агрохімічного навантаження за вирощування кукурудзи при плануванні Досліді 2 було здійснено коригування схеми у напрямі

зниження доз мінеральних добрив та виключення варіанта з внесенням розрахункової дози $N_{300}P_{180}K_{300}$ на планову врожайність 12 т/га.

За результатами досліджень 2016–2019 рр. встановлено, що комплексне застосування мінеральних добрив, побічної продукції попередника, гербіцидів, стимуляторів росту рослин та мікродобрив у технології вирощування сприяє оптимізації фотосинтетичної діяльності посівів та підвищенню врожайності кукурудзи (табл. 4).

4. Фотосинтетична діяльність посівів та врожайність кукурудзи залежно від удобрення за підвищення рівня інтенсивності технології (Дослід 2), середнє за 2016–2019 рр.

Варіант удобрення	Вегетативна маса 1 рослини, г	Вегетативна маса посіву, т/га	Суха речовина посіву, т/га	ЧФ, г/м ² за добу	ФП, тис. м ² ×дів/га	Врожайність, т/га
Без добрив (контроль)	459	30,02	7,30	8,63	1073,26	3,80
Побічна продукція попередника (фон)	503	33,36	8,22	9,70	1152,26	4,29
$N_{60}P_{45}K_{60}$ *	762	52,97	13,16	11,39	1499,06	6,75
Фон + $N_{60}P_{45}K_{60}$	775	53,69	13,31	10,64	1603,14	6,78
Фон + $N_{120}P_{45}K_{60}$ **	857	60,49	15,16	10,72	1869,49	7,56
Фон + $N_{120}P_{90}K_{120}$	1011	71,37	17,75	11,30	1989,01	8,77
Фон + $N_{180}P_{120}K_{180}$	1102	80,24	20,14	11,50	2281,23	9,87
Фон + $N_{240}P_{120}K_{240}$ (на 10 т/га)	1150	85,69	21,47	11,72	2471,99	10,39
Середнє	827	58,48	14,56	10,70	1742,43	
Sx	90,8	7,2	1,82	0,4	178,0	
V, %	31,1	34,7	35,4	9,9	28,9	
S	256,9	20,3	5,2	1,1	503,4	
НІР ₀₅						0,35

Примітка. * до 2016 р. доза добрив становила $N_{120}P_{90}K_{120}$; ** впродовж 2011–2015 рр. доза добрив $N_{240}P_{120}K_{240}$.

У всіх варіантах з аналогічною Досліді 1 системою удобрення, як правило, забезпечено поліпшення показників характеристики протікання фотосинтезу, причому інтенсивніше це проявлялося на контролі та за використання як добрива побічної

продукції попередника, очевидно, у першу чергу через поліпшення живлення рослин за рахунок позакореневого підживлення мікродобривами.

У відповідних варіантах дослідів вегетативна маса рослини зростала на 9,1–25,4 %, сира біомаса посіву – на 5,8–29,7 %, маса сухої речовини посіву – на 6,1–28,2 %, ЧПФ – на 2,9–13,9 % (у варіантах з агрохімічним навантаженням нижче $N_{180}P_{120}K_{180}$), ФПП – на 3,4–15,9 % (за винятком варіанта фон + $N_{60}P_{45}K_{60}$).

Варіабельність оціночних показників фотосинтетичної діяльності посівів кукурудзи була меншою ($V = 9,9\text{--}35,4\%$), ніж у досліді 1, що обумовлено як зростанням їх значень на природному фоні родючості, так і зменшенням агрохімічного навантаження до $N_{240}P_{120}K_{240}$ порівняно з дослідом 1, де максимальна доза мінеральних добрив становила $N_{300}P_{180}K_{300}$. Усі показники характеризувалися високою мінливістю, крім ФПП, де вона була слабкою.

За інтенсивних технологій з внесенням оптимальних, підвищених і високих доз мінеральних добрив $N_{120-240}P_{90-120}K_{120-240}$ значення ФПП у перерахунку на 100 діб вегетації становили 2,33–2,90 млн $m^2 \times \text{діб/га}$, а за середньої впродовж 2016–2019 рр. тривалості міжстадійного періоду ВВСН 09–75 на рівні 85,25 діб – 1989,01–2471,99 тис. $m^2 \times \text{діб/га}$. Посіви синтезували 11,3–11,72 г/ m^2 за добу сухої речовини, що в умовах дослідів вважаємо оптимальними значеннями за технологій вирощування кукурудзи зернового напрямку.

Збільшення господарської врожайності за інтенсивних технологій на 7,0–13,3 % до 8,77–10,39 т/га забезпечено за рахунок зростання ФПП та певного зниження показника ЧПФ, що з врахуванням результатів Дослідів 1 свідчить про визначальну роль якомога довшого активного функціонування асиміляційної поверхні та подовження періоду створення оптимальної (а не максимальної) добової кількості сухої речовини. За таких умов загальна сира і суха біомаса значно зростає, проте її перерозподіл у рослинах проходить максимально наближено до зернового, а не силосного напрямку.

Особливо чітко встановлена закономірність проявилася за внесення найвищих доз мінеральних добрив $N_{240}P_{120}K_{240}$ (на 10 т/га) сумісно з побічною продукцією попередника, де у середньому за 2016–2019 рр. врожайність кукурудзи перевищила планову і становила 10,39 т/га, що на 7,4 % більше порівняно до аналогічного варіанта Дослідів 1, де отримали лише 9,67 т/га.

За результатами порівняння варіантів з однаковим агрохімічним навантаженням Дослідів 1 і 2 встановлено господарську

ефективність додаткових елементів технології вирощування кукурудзи (рис.).

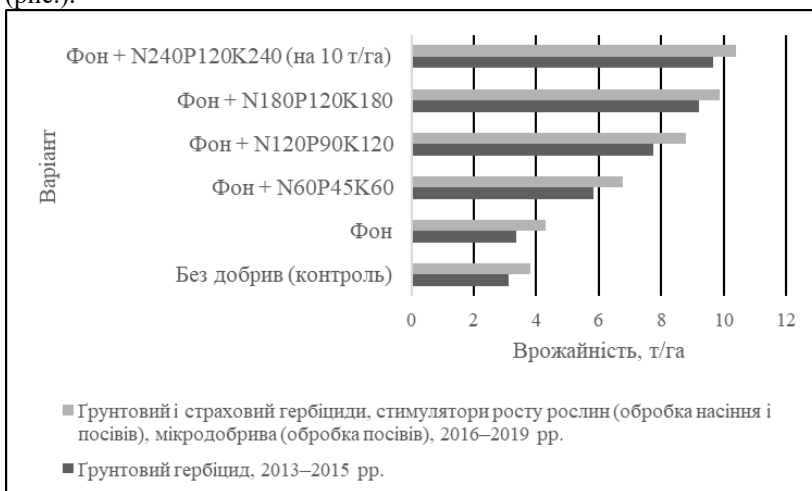


Рис. Порівняльна продуктивність кукурудзи на зерно залежно від інтенсифікації технології вирощування

Так, приріст врожаю зерна становив 7,0–27,3 % і в абсолютних значеннях був найбільшим за надвисоких доз мінеральних добрив $N_{240}P_{120}K_{240}$ (0,72 т/га), а у відносних – за використання як добрива побічної продукції попередника (27,3 %). Проте за всіх варіантів удобрення зафіксовано підвищення врожайності кукурудзи при навантаженні технології додатковими елементами інтенсифікації та ресурсозбереження. За інтенсивних технологій з внесенням мінеральних добрив у дозах $N_{120}P_{90}K_{120}$ і $N_{180}P_{120}K_{180}$ на фоні побічної продукції попередника врожайність зросла з 7,74 і 9,22 т/га до 8,77 і 9,87 т/га на 13,3 і 7,0 %.

Кореляційним аналізом результатів досліджень 2016–2019 рр. встановлено, що між врожайністю кукурудзи та показниками площі листової поверхні 1 рослини та посіву в цілому існують прямі тісні кореляційні зв'язки ($r=0,973-0,993$ і $0,968-0,995$), тіснота яких посилюється зі старінням рослинного організму. Між урожайністю та основними оціночними критеріями ефективності фотосинтетичної діяльності ЧПФ і ФПП залежність також була прямою та тісною (відповідно $r = 0,903$ і $0,989$). Вищий показник коефіцієнта кореляції свідчить, що врожайність більшою мірою залежить від ФПП, ніж від

ЧПФ, що математично підтверджує висновок щодо важливості забезпечення якомога довшого періоду активного функціонування листової поверхні за оптимальних, а не максимальних добових значень синтезованої сухої речовини при вирощуванні кукурудзи на зерно.

Висновки. Виявлено перспективність та експериментально підтверджено можливість підвищення ефективності фотосинтетичної діяльності та продукційного процесу рослин кукурудзи за рахунок створення агроценозів з оптимальними морфоструктурними параметрами та функціональними характеристиками, що досягається застосуванням удосконалених технологій вирощування.

Встановлено, що в умовах Лісостепу за вирощування кукурудзи на зерно найефективнішими технологіями, що забезпечують врожайність ранньостиглого гібриду на рівні 9,87 і 10,39 т/га, є технології з внесенням підвищених і високих доз мінеральних добрив $N_{180}P_{120}K_{180}$ і $N_{240}P_{180}K_{240}$ на фоні побічної продукції попередника (соломи пшениці озимої), застосуванням ґрунтового і страхового гербіцидів, стимуляторів росту рослин для обробки насіння і посівів, а також мікродобрив у позакореневе підживлення.

Таку господарську врожайність сформував агроценоз кукурудзи з площею листової поверхні 1 рослини $0,6594\text{--}0,6717\text{ м}^2$ та посіву в цілому – $48,46\text{--}50,88\text{ тис. м}^2/\text{га}$ на стадії ВВСН 65, індивідуальною вегетативною масою рослини на стадії ВВСН 75 $1102\text{--}1150\text{ г}$, сирою біомасою та сухою речовиною – відповідно $80,24\text{--}85,69$ і $20,14\text{--}21,47\text{ т/га}$, чистою продуктивністю фотосинтезу – $11,5\text{--}11,72\text{ г/м}^2$ за добу та фотосинтетичним потенціалом посіву $2281,23\text{--}2471,99\text{ тис. м}^2 \times \text{діб/га}$.

Експериментально та математично доведено визначальну роль забезпечення якомога довшого періоду активного функціонування сумарної листової поверхні за оптимальних, а не максимальних добових значень синтезованої сухої речовини у технологіях вирощування кукурудзи зернового напрямку.

Список використаної літератури

1. Андреев С. С., Куперман Ф. М. Физиология кукурузы (очерки по физиологии развития, роста, фотосинтеза, минерального питания и водного режима) / под общей редакцией Б. А. Рубина. Москва : Изд-во МГУ, 1959. 289 с.
2. Асанішвілі Н. М., Сербенюк Г. А.,

References

1. Andreenko S. S., Kuperman F. M. Physiology of corn (essays on the physiology of development, growth, photosynthesis, mineral nutrition and water regime) / pod obshhej redakciej B. A. Rubina. Moscow : Izd-vo MGU, 1959. 289 p.
2. Asanishvili N. M., Serbeniuk H. A., Bondarchuk A. A. Photosynthetic activity and

- Бондарчук А. А. Фотосинтетична діяльність і продуктивність агрофітоценозів кукурудзи залежно від елементів технології вирощування у Північному Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2012. Вип. 3/4. С. 75–81.
3. Влашук А. М., Конашук О. П., Дробіт О. С. Динаміка накопичення сирової та сухої надземної біомаси рослинами кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 4 (74). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.04.006>.
4. Володарский Н. И. Биологические основы возделывания кукурузы. Москва : Агропромиздат, 1986. 189 с.
5. Вплив площі живлення рослин сорго цукрового та кукурудзи на їх ріст, розвиток та урожайність зеленої маси в сумісних посівах / М. Б. Грабовський та ін. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 5 (75). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.05.024>.
6. Вплив строків сівби на урожайність кукурудзи, структурні показники рослин та її водоспоживання / С. І. Капустін та ін. *Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: «Сільськогосподарські науки»*. 2009. № 11. С. 22–29.
7. Ефективність застосування макро- і мікродобрив при вирощуванні кукурудзи / В. С. Циков та ін. *Зернові культури*. 2017. Т. 1, № 1. С. 75–79.
8. Заїка С. П. Скоростигла кукурудза (селекція, особливості насінництва та інтенсивної технології). Київ : Урожай, 1987. 200 с.
9. Князюк О. В., Липовий В. Г. Фізіолого-біологічні особливості формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Агробіологія*. 2016. № 1. С. 47–53.
10. Корсун С. Г., Буслаєва Н. Г., Довбаш Н. І. Особливості фотосинтетичної діяльності посівів кукурудзи на зерно в умовах productivity of corn agrophytocenoses depending on the elements of growing technology in the Northern Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2012. Issue 3/4. P. 75–81.
3. Vlashchuk A. M., Konashchuk O. P., Drobit O. S. Dynamics of accumulation of raw and dry aboveground biomass by corn plants in the conditions of irrigation of the Southern Steppe of Ukraine. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2018. No 4 (74). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.04.006>
4. Volodarskij N. I. Biological bases of corn growing. Moscow : Agropromizdat, 1986. 189 p.
5. Influence of nutrition area of sugar sorghum and corn plants on their growth, development and yield of green mass in compatible crops / M. B. Hrabovskiy et al. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2018. No 5 (75). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.05.024>
6. Influence of sowing dates on corn yield, structural indicators of plants and its water consumption / S. I. Kapustin et al. *Naukovyi visnyk Luhanskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: «Silskohospodarski nauky»*. 2009. No 11. P. 22–29.
7. The effectiveness of macro- and microfertilizers in the growing of corn / V. S. Tsykov et al. *Zernovi kultury*. 2017. Vol. 1, No 1. P. 75–79.
8. Zaika S. P. Precocious corn (selection, features of seed production and intensive technology). Kyiv : Urozhai, 1987. 200 p.
9. Kniaziuk O. V., Lypovyi V. H. Physiological and biological features of the productivity formation of maize hybrids depending on the technological measures of growing. *Arobiolohiia*. 2016. No 1. P. 47–53.
10. Korsun S. H., Buslaieva N. H., Dovbash N. I. Peculiarities of photosynthetic activity of corn crops for grain in conditions of agroecotope contamination by lead, cadmium, zinc. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2016. No 1. P. 32–36.
11. Corn: growing, harvesting, storing and using / D. Shpaar et al. Kiev : Izdatel'skij dom «Zerno», 2012. 464 p.

забруднення агроекотопів свинцем, кадмієм, цинком. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 1. С. 32–36.

11. Кукуруза: выращивание, уборка, хранение и использование / Д. Шпаар и др. Киев : Издательский дом «Зерно», 2012. 464 с.

12. Кушенов Б. М. Густота посева и продуктивность фотосинтеза. *Кукуруза и сорго*. 1995. № 5. С. 8–9.

13. Лавриненко Ю. О., Рубан В. Б. Динаміка листової поверхні рослин кукурудзи та фотосинтетичні показники посіву при краплинному способі поливу в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2014. Вип. 4. С. 122–128.

14. Лавриненко Ю. О., Гож О. А. Ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи ФАО 180–430 за впливу регуляторів росту і мікродобрив в умовах зрошення на Півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2016. № 65. С. 128–131.

15. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Формування площі листової поверхні рослин гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Т. 10, № 1/2. С. 108–114. <http://dx.doi.org/10.31548/bio2018.01.014>.

16. Мамчур О. В. Роль фізіологічно активних речовин в онтогенезі рослин кукурудзи. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2013. Т. 15, № 3 (3). С. 109–119.

17. Мамчур О. В. Фізіолого-біохімічні особливості формування продуктивності кукурудзи за впливу регуляторів росту рослин. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2013. Т. 15, № 1 (2). С. 152–160.

18. Маслійов С. В. Вплив густоти рослин на урожайність кременистої кукурудзи в умовах східної частини Степу України. *Вісник Полтавської*

12. Kushenov B. M. Planting density and productivity of photosynthesis. *Kukuruza i sorgo*. 1995. No 5. P. 8–9.

13. Lavrynenko Yu. O., Ruban V. B. Dynamics of leaf surface of maize plants and photosynthetic indicators of sowing by drip irrigation in the South of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia*. 2014. Issue 4. P. 122–128.

14. Lavrynenko Yu. O., Hozh O. A. Growth and development of FAO 180–430 maize hybrid plants under the influence of growth regulators and microfertilizers under irrigation conditions in the South of Ukraine. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2016. No 65. P. 128–131.

15. Mazur V. A., Shevchenko N. V. Formation of leaf surface area of maize hybrids depending on technological measures of growing. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*. 2018. Vol. 10, No 1/2. P. 108–114. <http://dx.doi.org/10.31548/bio2018.01.014>.

16. Mamchur O. V. The role of physiologically active substances in the ontogenesis of maize plants. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2013. Vol. 15, No 3 (3). P. 109–119.

17. Mamchur O. V. Physiological and biochemical features of the formation of corn productivity under the influence of plant growth regulators. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho*. 2013. Vol. 15, No 1 (2). P. 152–160.

18. Masliiiov S. V. Influence of plant density on the yield of siliceous corn in the conditions of the eastern part of the Ukraine Steppe. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2016. No 3. P. 11–14.

19. Morphobiological indicators of Cross 221 M hybrid maize crops depending on moisture conditions, mineral nutrition background and plant density / V. H. Piliarskyi et al. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2016. Issue 66. P. 52–56.

20. Nad Ya. Corn. Vinnytsia : FOP Korzun D. Yu., 2012. 580 p.

державної аграрної академії. 2016. № 3. С. 11–14.

19. Морфобіологічні показники посівів кукурудзи гібриду Крос 221 М залежно від умов зволоження, фону мінерального живлення та густоти стояння рослин / В. Г. Пілярський та ін. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 66. С. 52–56.

20. Надь Я. Кукурудза. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2012. 580 с.

21. Наукові основи ведення зернового господарства / В. Ф. Сайко та ін. ; за ред. В. Ф. Сайка. Київ : Урожай, 1994. 336 с.

22. Наукові основи ефективності використання виробничих ресурсів у різних моделях технологій вирощування зернових культур / В. Ф. Камінський та ін. Київ : Видавничий дім «Вініченко», 2017. 580 с.

23. Ничипорович А. А. Теория фотосинтетической продуктивности растений. *Физиология растений*. 1977. № 8. С. 38–44.

24. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах: методы и задачи учета в связи с формированием урожая. Москва : Изд-во Академии наук СССР, 1961. 135 с.

25. Панников В. Д., Минеєв В. Г. Почва, климат, удобрение и урожай. Москва : Колос, 1977. 416 с.

26. Пашенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкіна О. Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи. Дніпропетровськ : Арт-прес, 2009. 224 с.

27. Семіна С. А., Гаврюшина І. В., Палійчук А. С. Влияние минеральных удобрений и густоты растений на параметры фотосинтеза и продуктивность кукурузы. *Земледелие*. 2017. № 4. С. 15–18.

28. Сендешкий В. М. Особливості фотосинтетичної діяльності гібридів кукурудзи залежно від застосування соломки та сидератів в умовах Лісостепу Західного. *Вісник Дніпропетровського*

21. Scientific bases of grain farming / V. F. Saiko et al.; za red. V. F. Saika. Kyiv : Urozhai, 1994. 336 p.

22. Scientific bases of use efficiency of production resources in various models of growing technologies of grain crops / V. F. Kaminskyi et al. Kyiv : Vydavnychiy dim «Vinichenko», 2017. 580 p.

23. Nychiporovich A. A. The theory of photosynthetic productivity of plants. *Fiziologija rastenij*. 1977. No 8. P. 38–44.

24. Nychiporovich A. A. Photosynthetic activity of plants in crops: methods and tasks of accounting in connection with the formation of yields. Moscow : Izd-vo Akademii nauk SSSR, 1961. 135 p.

25. Pannikov V. D., Mineev V. G. Soil, climate, fertilization and harvest. Moscow : Kolos, 1977. 416 p.

26. Pashchenko Yu. M., Borysov V. M., Shyshkina O. Yu. Adaptive and resource-saving technologies for growing maize hybrids. Dnipropetrovsk : Art-pres, 2009. 224 p.

27. Semina S. A., Gavryushina I. V., Palijchuk A. S. Influence of mineral fertilizers and plant density on the parameters of photosynthesis and corn productivity. *Zemledelie*. 2017. No 4. P. 15–18.

28. Sendetskyi V. M. Features of photosynthetic activity of maize hybrids depending on the use of straw and green manure in the Western Forest-Steppe. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho aharno-ekonomichnoho universytetu*. 2017. No 4 (46). P. 71–76.

29. Tomashuk O. V., Kamenshchuk B. D. Photosynthetic productivity of maize crops under the influence of different farming systems in the Right-bank Forest-Steppe. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*. 2018. No 100, Vol. 2. P. 91–97.

30. Chekalin N. M., Tishhenko V. N., Batashova M. E. Breeding and genetics of corn. Selection and genetics of individual crops. Poltava : FOP Govorov S. V., 2008. 368 p.

31. Shevchenko L. The effect of the microbial drug polymyxobacterin – a plant growth stimulator on the photosynthetic activity of maize plants. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu* :

державного аграрно-економічного університету. 2017. № 4 (46). С. 71–76.

29. Томашук О. В., Каменщук Б. Д. Фотосинтетична продуктивність посівів кукурудзи під впливом різних систем землеробства в умовах Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 100, т. 2. С. 91–97.

30. Чекалин Н. М., Тищенко В. Н., Баташова М. Е. Селекция и генетика кукурузы. Селекция и генетика отдельных культур. Полтава : ФОП Говоров С. В., 2008. 368 с.

31. Шевченко Л. Дія мікробного препарату поліміксобактерину – стимулятора росту рослин на фотосинтетичну активність рослин кукурудзи. *Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія*. 2017. № 21. С. 62–68.

32. Шевченко Л. А., Токмакова Л. М. Формування і продуктивність фотосинтетичного апарату рослин кукурудзи за дії поліміксобактерину – стимулятора росту рослин. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2018. Т. 20, № 89. С. 47–51. <https://doi.org/10.32718/nvlvet8908>

ahronomiia. 2017. No 21. P. 62–68.

32. Shevchenko L. A., Tokmakova L. M. Formation and productivity of the photosynthetic apparatus of maize plants under the action of polymyxobacterin – a plant growth stimulator. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterinarnoi medytsyny ta biotekhnologii imeni S. Z. Gzhytskoho. Serii: Silskohospodarski nauky*. 2018. Vol. 20, No 89. P. 47–51. <https://doi.org/10.32718/nvlvet8908>.

Отримано 03.08.2020

АДАПТИВНА СИСТЕМА ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІД СОЮ

Представлено результати досліджень впливу тривалого застосування різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення на урожайність і економічну ефективність виробництва сої.

Метою досліджень було вивчення впливу систем основного обробітку ґрунту та удобрення на урожайність сої.

Дослідження проводили в 4-пільній сівозміні (2009–2018 рр.) де висівали: сою, ячмінь ярий, гірчицю білу, пшеницю озиму. Агротехніка вирощування культур – загальноприйнята для зони Лісостепу. Дози добрив під сою були такими: за традиційної системи удобрення (мінеральної, фон 1) – $N_{60}P_{60}K_{60}$, за нової системи (органо-мінеральної, фон 2) – солома попередника (пшениці озимої) + $N_{10/T}$ соломи + $N_{30}P_{30}K_{30}$. Ґрунт – чорнозем опідзолений, середньосуглинковий. Уміст гумусу – 2,62–3,12 %, загального азоту – 0,150–0,163 %, рухомих фосфору – 12,5–19,6 і калію – 6,5–7,2 мг на 100 г ґрунту, pH (сольове) – 6,0–6,5. Розміщення ділянок – систематичне. Облікова площа ділянки – 40 м², повторність досліду – чотириразова.

На обох фонах удобрення найвищу та однакову урожайність забезпечила полицева система (контроль) основного обробітку ґрунту: 2,06 т/га на фоні мінерального удобрення і 2,02 т/га – органо-мінерального. Найближчою до полицевої на обох фонах виявилася чизельна система зі зниженням урожайності на мінеральному фоні на 3 %, та 2 % на органо-мінеральному. За інших безполицевих систем на обох фонах виявлено істотне зниження урожайності до контролю.

За показниками економічної ефективності та урожайності сої чизельну систему на фоні органо-мінерального удобрення із залишенням соломи попередника + N_{10} на тонну соломи та внесенням мінерального добрива в дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ можна вважати перспективною та найбільш адаптованою до виробництва за погодно-кліматичних умов останніх років.

Ключові слова: соя, обробіток, адаптивна система, удобрення, ґрунт.

Viktor Kyryliuk, Vladimir Krychivskyi, Nelya Kovalchuk

Khmelnitsky State Agricultural Experimental Station Institute of feed research and agriculture of Podillya NAAS

The adaptive system of fundamental soil tillage for soya

Research the results about influence of different protracted application systems of fundamental tillage and fertilization on the productivity and economic efficiency of soy production are presented.

The aim of researches was a study of influence of the systems of basic tillage of soil and fertilizer on the productivity of soy.

Researches conducted in a 4-weeds crop rotation (2009–2018) where sowed: soy, spring barley, white mustard, annual wheat winter. Agrotechnics of cultures growing generally accepted for the zone of Forest-steppe. Doses of fertilizers under soy were such: at the traditional system of fertilizer (mineral, background 1) – $N_{60}P_{60}K_{60}$, at the new system (organic-mineral, background 2) is a straw of predecessor (annual wheat winter) $N_{10/t}$ of straw $N_{30}P_{30}K_{30}$. Soil – black podtolic middle limed, humus contents – 2,62–3,12, general nitrogen – 0,150–0,163 movable phosphorus – 12,5–19,6 potassium 6,5–7,2 mg 100 g of soil, pH (salt) – 6,0–6,5. Placing of areas - systematic. Registration plottage – 40 m², repetitions – fourfold.

On both backgrounds of fertilizer the greatest and identical productivity was provided by the moldboard system (control) of basic soil tillage: 2,06 t/ha on a background of mineral fertilizer and 2,02 t/ha – organic-mineral. The nearest to moldboard on both backgrounds appeared the chisel ploughing system appeared with lowering the productivity on a mineral background with 3 % and 2 % of organic-mineral. At other nonmoldboard systems on both backgrounds the substantial decline of the productivity comparing to control was found out.

For the indexes of economic efficiency and productivity of soy on chisel system with a background of organic-mineral fertilizers with abandonment of straw of predecessor + N_{10} on 1 ton of straw and adding the fertilizers in the dose of $N_{30}P_{30}K_{30}$ it is possible to consider perspective and most adapted to the production in weather-climatic terms of the last years.

Key words: soy, tillage, adaptive system, soil, fertilizers.

Вступ. Землеробство України з глибини віків ототожнювало сільське господарство і нині залишається його основою. Вся історія розвитку землеробства є за своєю суттю історією підвищення адаптивності в системі «людина – середовище», віковим процесом адаптації селянина до клімату і погоди. Сучасне землеробство України, по суті, віддзеркалює кон'юнктурно-ринкові особливості його розвитку у світі [2, 24].

У розв'язанні продовольчої проблеми важливе місце посідає соя. Виняткове зростання темпів її виробництва у світі останніми роками зумовлено високим вмістом і співвідношенням у насінні життєво важливих для людини речовин, за якими соя не має собі рівних. В її насінні міститься 38–42 % білка, 18–23 % жиру, 25–30 %

вуглеводів, а також є ферменти, вітаміни, мінеральні речовини [1, 3]. Високий вміст у насінні й вегетативній масі якісного білка, значна кількість олії, вітамінів, мінеральних речовин та інших цінних компонентів зумовлюють значне поширення сої і в нашій країні [14]. За обсягом виробництва Україна посідає перше місце в Європі й увійшла до дев'яти найбільших країн – виробників сої у світі. В Україні площі посівів сої зросли з 64,8 тис. га в 2000 р. до 1 млн 846 тис. га у 2016 р. [20]. Нині соя в Україні – важлива складова зростання економіки АПК і держави в цілому [13, 27].

Дальший розвиток продуктивності сільського господарства України, при одночасному збереженні сприятливих умов зовнішнього середовища проживання людини, потребує значного підвищення культури землеробства. Однією з головних його ланок є обробіток ґрунту. Останні десятиліття характеризувались у державі активною увагою до проблем обробітку ґрунту. За матеріалами ННЦ «Інститут землеробства» [16], дослідження проводилися в 35 стаціонарних дослідках, які достатньо рівномірно охоплювали всю територію України. Основна увага акцентувалася на порівняльному вивченні систем полицевого і безполицевого обробітку ґрунту. Однак, внаслідок різних причин (ґрунтових, кліматичних відмін тощо) немає однастайної думки щодо їх ефективності [19, 30]. Так, на чорноземі типовому найвищу врожайність сої відзначено за використання полицево-безполицевого обробітку за мінерального удобрення. За мілкого безполицевого обробітку врожайність знижувалася [22]. На сірому лісовому ґрунті виявлено, що поліпшення агрофізичного стану за плоскорізного розпушення сприяло ефективнішому засвоєнню рослинами сої вологи, порівняно з оранкою [12]. За результатами досліджень Р. Гутянського [7, 8] виявлено, що максимальну кількість та масу бульбочок симбіотичного апарату впродовж вегетації рослини сої формували на фоні плоскорізного основного обробітку. На чорноземах типових встановлена перевага мінімального обробітку над оранкою та «нульовим» обробітком [6].

Сучасні технології принесли і низку нових проблем: спад природної родючості ґрунту, проблема соломи, відсутність науково обґрунтованих сівозмін тощо. Одним із важливих резервів підвищення родючості ґрунтів є використання на органічні добрива соломи й інших рослинних решток способом подрібнення і загортання їх у ґрунт [5, 26]. Ґрунтовий і рослинний покриви в природі утворюють єдину систему. Втрата ґрунтом родючості, його деградація позбавляють рослини екологічних основ їхнього існування [4, 15]. Надходження

рослинних залишків у ґрунт має велике значення, оскільки є основним джерелом органічного вуглецю. Органічний вуглець поліпшує такі показники ґрунтової родючості, як щільність, водопроникність, мікробіологічна активність ґрунту [23]. За даними багатьох дослідників [9, 11, 18, 25], при використанні соломи попередника на добриво, головного значення набуває визначення ефективного способу обробітку ґрунту під проміжну і основну культури сівозміни. З початку розкладання рослинних залишків активність і чисельність мікрофлори різко збільшуються і основна кількість азоту зосереджується в мікроорганізмах [28, 29]. Тому значна частина соломи має повертатися, як добриво, в біологічний кругообіг [17, 21]. Сьогодні, за різких кліматичних змін, надзвичайно важливим є вивчення поєднання різних систем основного обробітку ґрунту та мінерального і орґано-мінерального удобрення.

Матеріали і методи. Мета досліджень – вивчити вплив тривалого застосування систем основного обробітку ґрунту та удобрення на урожайність сої.

На Хмельницькій державній сільськогосподарській дослідній станції впродовж 2009–2018 рр. у стаціонарному досліді вивчали вплив принципово різних систем основного обробітку ґрунту за традиційної (мінеральної) системи удобрення і нової (орґано-мінеральної) з використанням соломи на добриво на кількісні і якісні показники продуктивності сільськогосподарських культур. Дослідження проводили в 4-пільній сівозміні з таким чергуванням культур: гірчиця біла, пшениця озима, соя, ячмінь ярий. Дози добрив під сою були такими: за мінеральної системи удобрення (фон 1) – $N_{60}P_{60}K_{60}$; за орґано-мінеральної системи (фон 2) – солома попередника + N_{10} на тону соломи + $N_{30}P_{30}K_{30}$. Агротехніка вирощування сої – загальноприйнята для зони, за винятком основного обробітку ґрунту. Схема обробітку включала:

Систему основного обробітку ґрунту в сівозміні	Спосіб та глибину обробітку під сою, см	Знаряддя
Полицеву	Оранка – 25–27	ПЛН-3–35
Плоскорізнну	Плоскорізний – 25–27	КПП-2–150
Чизельну	Чизельний – 25–27	ПЧ-2,5+ПСТ-2,5
Поверхневу дискову	Дисковий – 10–12	БДТ-7
Мінімальна	Дисковий – 6–8	БДТ-7

Ґрунт – чорнозем опідзолений, середньосуглинковий. Уміст гумусу – 2,62–3,12 %, загального азоту – 0,150–0,163 %, рухомих фосфатів – 12,5–19,61 і калію – 6,5–7,2 мг на 100 г ґрунту, рН (сольове) – 6,0–6,5. Розміщення ділянок – систематичне. Облікова площа ділянок – 40 м², повторність досліду – чотириразова. Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками [10, 16]. Агрометеорологічні умови в роки досліджень характеризувались істотними відхиленнями від середньобагаторічних показників як за кількістю опадів, температурним режимом, так і їх розподілом у період вегетації сої з тенденцією у бік зростання.

Результати та обговорення. В середньому за роки досліджень виявлено, що найвищу врожайність сої (2,06 т/га) забезпечила полицева система (контроль) основного обробітку ґрунту на фоні мінерального удобрення (табл. 1).

1. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на урожайність сої, т/га, 2009–2018 рр.

Роки		Мінеральне удобрення (фон 1)					Органо-мінеральне удобрення (фон 2)				
		Полицева (контроль)	Плоско- різна	Чизельна	Поверх- нева	Міні- мальна	Полицева (контроль)	Плоско- різна	Чизельна	Поверх- нева	Міні- мальна
2009		2,12	1,69	1,75	2,00	1,56	1,92	1,59	1,65	1,77	1,52
2010		1,53	1,42	1,49	1,46	1,42	1,76	1,79	1,76	1,72	1,42
2011		2,22	1,72	2,16	2,19	1,53	1,86	1,49	1,77	1,56	1,45
2012		1,90	2,21	2,28	2,17	1,85	2,37	2,07	2,32	1,67	1,56
2013		2,44	1,87	2,43	1,90	2,03	2,28	2,53	2,30	1,71	1,53
2014		2,38	2,50	2,47	2,38	2,16	2,10	2,34	2,45	2,33	1,76
2015		1,72	1,56	1,65	1,32	1,21	1,74	1,61	1,68	1,37	1,27
2016		1,95	1,67	1,59	1,63	1,57	1,91	1,73	1,78	1,88	1,39
2017		2,15	1,99	2,03	1,99	1,82	2,05	1,89	1,92	1,89	1,81
2018		2,18	1,41	2,23	2,14	2,09	2,21	2,35	2,17	2,39	2,12
Середня		2,06	1,80	2,00	1,92	1,73	2,02	1,94	1,98	1,83	1,58
± до контролю	т/га	–	–0,26	–0,06	–0,14	–0,33	–	–0,08	–0,04	–0,19	–0,44
	%	–	–13	–3	–7	–16	–	–4	–2	–9	–22
± до фону 1	т/га	–	–	–	–	–	–0,04	0,14	–0,02	–0,09	–0,15
	%	–	–	–	–	–	–2	8	–1	–5	–9

За інших систем відбулося зниження урожайності, порівняно до полицевої, на 3–16 %. Варто відзначити незначне (на 0,06 т/га, або 3 %) зниження урожайності, порівняно з іншими, за чизельної системи.

На фоні органо-мінерального удобрення (із залишенням у полі побічної продукції попередника та додаванням половини дози NPK від мінерального фону) найвища урожайність сої (2,02 т/га) отримана також за полицевої системи, за інших – зниження до полицевої на 2–22 %. За чизельної системи відбулося незначне зниження урожайності до полицевої (на 0,04 т/га або 2 %). На згаданому фоні за усіх систем основного обробітку ґрунту, крім плоскорізної, виявлено зниження урожайності сої, порівняно до фону мінерального удобрення, на 1–9 %. Плоскорізна система забезпечила приріст урожайності до аналогічної на фоні мінерального удобрення на 0,14 т/га (8 %).

Для уточнення показників урожайності культури ми щорічно проводили структурний аналіз снопів, облік бульбочок вели під час цвітіння сої (табл. 2). У результаті досліджень виявлено значний вплив систем основного обробітку та удобрення на ріст і розвиток сої. Так, на фоні мінерального удобрення найбільшою маса рослин (36,5 г) виявилася за полицевої системи (контроль), найменшою (25,6 г) – за мінімальної. Висота рослин була найбільшою на контролі (91,1 см), найменшою (73,2 см) – за мінімальної системи. Кількість бобів на рослині також виявилася найбільшою (30,9 шт.) на контролі, а найменшою (23,2 шт.) – за мінімальної системи. Кількість насіння на рослині була найвищою (69,9 шт.) на контролі, найменшою (59,4 шт.) – за мінімальної системи. Маса насіння з однієї рослини мала подібну залежність: найвищою (7,56 г) вона була на контролі, найнижчою (5,12 г) – за мінімальної системи. На фоні органо-мінерального удобрення кількісні показники згаданих елементів структури за розподілом найвищих та найнижчих значень, залежно від систем основного обробітку ґрунту, мали тенденцію, подібну до фону мінерального удобрення, але їх числові значення були нижчі: маса рослин знижувалася до фону мінерального удобрення на 1,4–2,3 г, висота рослин зменшувалася на 1,1–2,8 см, кількість бобів зменшувалася на 0,4–1,8 шт., кількість насіння на рослині знижувалася на 0,4–2,1 шт., маса насіння з однієї рослини зменшувалася на 0,02–0,04 г. На фоні мінерального удобрення розрахункова маса 1000 насінин була найвищою (111,1 г) за чизельної системи, найнижчою (86,2 г) – за мінімальної. На фоні органо-мінерального удобрення згаданий показник виявився найвищим (116,7 г) за

плоскорізнної системи, найнижчим (88,7 г) – за мінімальної, що вище до попереднього фону на 20,2 г та 2,5 г, відповідно. Маса 1000 кондиційного насіння на фоні мінерального удобрення була найвищою (168,8 г) за полицевої системи, найнижчою (161,6 г) – за мінімальної.

2. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на основні біометричні показники рослин сої (2009-2018 рр.)

Елементи структури та кількість і маса бульбочок	Мінеральне удобрення (фон 1)					Органо-мінеральне удобрення (фон 2)				
	Полицева (контроль)	Плоскорізнна	Чизельна	Поверхнева	Мінімальна	Полицева (контроль)	Плоскорізнна	Чизельна	Поверхнева	Мінімальна
Маса рослин, г	36,5	26,0	33,1	28,1	25,6	34,2	28,3	30,6	26,2	24,2
Висота рослин, см	91,1	75,3	87,5	85,2	73,2	90,0	85,4	87,3	77,2	70,4
Кількість бобів, шт.	30,9	24,4	28,9	26,1	23,2	30,5	27,3	28,6	24,8	21,4
Кількість насіння, шт.	69,9	64,3	66,9	66,1	59,4	69,5	63,2	66,5	64,7	57,3
Маса насіння з 1 рослини, г	7,56	6,21	7,43	7,33	5,12	7,54	7,38	7,41	6,24	5,08
Маса 1000 насінин (розрахункова), г	108,2	96,5	111,1	110,9	86,2	108,5	116,7	111,4	96,4	88,7
Маса 1000 насінин (кондиційних), г	168,8	162,2	164,4	163,5	161,6	165,4	162,6	164,2	162,8	160,2
Кількість бульбочок на коренях, шт.	71,4	56,8	44,8	37,0	66,0	59,8	45,6	52,8	34,4	69,6
Маса бульбочок на коренях, г	2,36	1,74	0,96	0,5	1,82	0,8	1,02	1,14	0,62	1,4

Згаданий показник на фоні органо-мінерального удобрення мав подібну тенденцію розподілу найвищих та найнижчих значень, але був нижчий до мінерального фону на 3,4–1,4 г.

Усі елементи структури за інших систем обробітку на обох фонах удобрення мали кількісну залежність, подібну до показників урожайності, тобто підтверджували її. Не мали подібної тенденції лише кількість та маса бульбочок на коренях рослин. На фоні мінерального удобрення найвища кількість бульбочок (71,4 шт.) на рослині була за полицевої системи, найменша (37,0 шт.) – за поверхневої, їх маса була найбільша (2,36 г) та найменша (0,5 г.), відповідно. На фоні органо-мінерального удобрення найбільше бульбочок (59,8 шт.) нараховували за полицевої системи, найменше (34,4 шт.) – за поверхневої, але їх маса була найвища (1,4 г) за мінімальної системи, а найнижча (0,62 г) – за поверхневої.

Отже, елементи структури повністю підтвердили показники урожайності сої.

Зваживши на те, що різниця в урожайності між фонами удобрення незначна, ми провели нескладні економічні розрахунки (табл. 3). У результаті визначено, що найвищою рентабельність виробництва сої виявилася за органо-мінерального удобрення із найвищим показником (105 %) за полицевої системи основного обробітку ґрунту, найближчими показниками за плоскорізної та чизельної систем (по 102 %), значно меншими (нерентабельними) за поверхневої (99 %) та за мінімальної (75 %). На фоні мінеральної системи удобрення показники були ще нижчі: 71, 49, 65, 57 та 54 %, відповідно. Причина цього – високі ціни на мінеральні добрива.

3. Вплив систем основного обробітку ґрунту та фонів удобрення на основні економічні показники виробництва сої (2009–2018 рр.)

Системи обробітку	Показники					
	Виробничі витрати, грн./га		Умовно чистий прибуток, грн./га		Рентабельність, %	
	Фон 1*	Фон 2	Фон 1	Фон 2	Фон 1	Фон 2
Поліцева	7460	6156	5275	6470	71	105
Плоскорізна	7340	6034	3575	6143	49	102
Чизельна	7388	6082	4810	6194	65	102
Поверхнева	7245	5939	4108	5881	57	99
Мінімальна	7488	6163	4063	4653	54	75

Примітка. фон 1 – мінеральне удобрення, фон 2 – органо-мінеральне.

Таким чином, застосування традиційного удобрення нітроамофоскою в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ під сою, порівняно із новим, де на фоні залишення соломи попередника вносили $N_{30}P_{30}K_{30}$, економічно

невигідне. За показниками економічної ефективності та урожайності чизельну систему на фоні органо-мінерального удобрення можна вважати перспективною та найбільш адаптованою до погодно-кліматичних умов останніх років. Заслужовує на увагу плоскорізна система за згаданого удобрення.

Висновки. На обох фонах удобрення найвищу урожайність забезпечила полицева система (контроль) основного обробітку ґрунту: 2,06 т/га на фоні мінерального удобрення та 2,02 т/га – органо-мінерального.

На обох фонах удобрення найближчою до полицевої виявилася чизельна система зі зниженням урожайності на мінеральному фоні на 3 % та 2 % на органо-мінеральному. За усіх інших безполицевих систем на обох фонах виявлено істотне зниження урожайності до контролю.

За показниками економічної ефективності та урожайності сої чизельну систему на фоні органо-мінерального удобрення можна вважати перспективною та найбільш адаптованою до виробництва за погодно-кліматичних умов останніх років.

Список використаної літератури

1. Агробиологические особенности возделывания сои в Украине / Ф. Ф. Адаменъ та ін. Київ : Аграрна наука. 2006. 456 с.

2. Адаптивні системи землеробства і сучасні агротехнології – основа раціонального землекористування, збереження і відтворення родючості ґрунтів / за ред. д. с.-г. наук В. Ф. Камінського. Київ : ВП «Едельвейс». 2013. 308 с.

3. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Розробка і впровадження технології вирощування сої на зерно в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 1993. Вип. 36. С. 23–27.

4. Болоховська В., Нагорна О. Біодеструктори на сторожі здоров'я ґрунту. *Пропозиція*. ТОВ «Юнівест Медіа». 2012. № 5. С. 60.

5. Говоров О. Що робити з соломом? *Пропозиція*. ТОВ «Юнівест Медіа». 2014. № 5. С. 118.

6. Губенко Л. В., Задубинна Є. В., Ветрова Н. О. Продуктивність сої залежно від способів основного обробітку та застосування мінеральних добрив. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут земле-*

References

1. Agrobiological features production soy in Ukraine / F. F. Adamen et al. Kyiv : Ahrarna nauka. 2006. 456 p.

2. The adaptive systems of agriculture and modern agricultural technology are basis of rational land-tenure, maintenance and recreation of fertility of soils / for edited the doctor of agricultural sciences V. F. Kaminckij. Kyiv : VP «Edelweiss». 2013. 308 p.

3. Babych A. O., Petrychenko V. F. Development and introduction of technology of growing of soy are on grain in the conditions of Forest-steppe of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 1993. Issue 36. P. 23–27.

4. Bolokhovska V., Nahorna O. The biodestructiveness upon watch health of soil. *Propozytsiia*. TOV «Junivect Media». 2012. No 5. P. 60.

5. Govorov O. What to make with of straw? *Propozytsiia*. TOV «Junivect Media». 2014. No 5. P. 118.

6. Gubenko L. B., Zadubna E. B., Vetrova N. O. The productivity of soy is depending on the methods of basic oprobtky

робства НААН». 2018. Вип. 2. С. 35–43.

7. Гутянський Р. А. Гербіциди і бульбочки сої. *Farmer*. 2013. № 5. С. 52–54.

8. Гутянський Р. А. Ґрунтові гербіциди на посівах сої. *Карантин і захист рослин*. 2007. № 11. С. 16–18.

9. Деталізована поживність кормів зони Лісостепу України : довідник / М. М. Карпусь та ін. Київ. 1995. 125 с.

10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва : Колос. 1979. 416 с.

11. Дубслав Ганс. Введение севооборотов с учетом местных условий / перевод с немецкого / под ред. канд. с.-х. наук А. Н. Ямникова. Москва : Колос. 1966. 264 с.

12. Заяць П. С. Вплив способів основного обробітку ґрунту на вологозабезпеченість сої та пшениці озимої. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2018. Вип. 3. С. 17–30.

13. Лебедев К. А. Эффективность виробництва і реалізації продукції зерно-продуктового підкомплексу. *Економіка АПК*. 2009. № 5. С. 33–37.

14. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Івашук П. В. Зерно – виробництво. Львів : НВФ «Українські технології». 2008. 624 с.

15. Маклюк О., Найдьнова О. Біологічно активні ґрунти: як їх сформувати. *Пропозиція. ТОВ «Юнівест Медіа»*. 2014. № 10. С. 68.

16. Методичні рекомендації і програма досліджень по обробітку ґрунту / А. М. Малієнко та ін. Київ : Аграрна наука. 2017. 84 с.

17. Нагорна О. І. Керувати родючістю можна. *Посібник українського хлібороба. ТОВ «АКАДЕМПРЕС»*. 2013. Т. 1. С. 11.

18. Обработка почвы при интенсивном возделывании полевых культур / Т. Карвовский и др. Пер. с польск. Н. А. Чупеева ; под ред. и с предисл. А. С. Кушнарева. Москва : Агропромиздат. 1988. 248 с.

19. Основний обробіток ґрунту під польові культури / І. Д. Ткаліч та ін. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2011. № 1. 15–20.

20. Полішук С. В. Стійкі сорти сої як елемент технології захисту від хвороб.

and application of mineral fertilizers. *Zbirnic naukovih praz NNCs "Institute zemlerobctva NAAN"*. 2018. Issue 2. P. 35–43.

7. Gutjnskiy R. A. Herbicides and bulbils of soy. *Farmer*. 2013. No 5. P. 52–54.

8. Gutjnskiy R. A. Ground herbicides on sowing of soy. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2007. No 11. P. 16–18.

9. Gone into detail food value of forage of zone of Forest-steppe of Ukraine : reference book / M. M. Karpus et al. Kyiv. 1995. 125 p.

10. Dosp'yehov B. A. Method of field experiment. Moscow : Kolos. 1979. 416 p.

11. Dublclav Ganc. Introduction of crop rotations taking into account local terms : perevod s nemetskoho / pod red. kand. s.-kh. nauk A. N. Yamnykova. Moskva : Kolos. 1966. 264 p.

12. Zajc P. C. Influence of methods of basic till of soil on providing by moisture of soy and wheat winter-annual. *Zbirnic naukovih praz NNCs "Institute zemlerobctva NAAN"*. 2018. Issue 3. P. 17–30.

13. Lebedev K. A. Efficiency of production and realization of products of grain of food subcomplex. *Economika APK*. 2009. No 5. P. 33–37.

14. Lykhochvor V. V., Petrychenko V. F., Ivashchuk, P. V. Grain production. Lviv. *NVF «Ukrainski tekhnolohii»*. 2008. 624 p.

15. Maklyk O., Najdnova O. Biological activity soils: how them to form. *Propozytsiia. TOV «Junivect Media»*. 2014. No 10. P. 68.

16. Methodical recommendations and program of researches on till of soil / A. M. Malienko et al. Kyiv : Agrarian science. 2017. 84 p.

17. Nagorna O. I. To govern of fertility it is possible. *Posibnik ukrainckogo hliboroba. TOV «AKADEMPRES»*. 2013. Vol. 1. P. 11.

18. Till of soil at the intensive production of the field cultures / T. Karvovskyi et al. Per. s polsk. N. A. Chupееva ; pod red. iy s predysl. A. S. Kushnareva. Moskva : Ahropromyzdat. 1988. 248 p.

19. Basic till of soil under the field cultures / I. D Tkalich et al. *Bulletin Institute*

Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН". 2016. № 3-4. С. 136–142.

21. Скрильник Є. Ефективність використання післяжнивних решток. *Пропозиція*. ТОВ «Юнівест Медіа». 2013. № 7. С. 64.

22. Танчик С. П., Центило Л. В., Цюк О. А. Вплив удобрення та обробітку ґрунту на врожайність культур сівозміни. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 8. С.11–16.

23. Таркалсон Д., Браун Б., Кок Г. Последствия уборки соломы с поля при возделывании пшеницы и ячменя. *Агроном*. 2015. № 2. С. 192.

24. Технологія вирощування і захисту ріпаку / М. І. Секун та ін. Київ : ТОВ «Глобус Принт», 2009. С. 5.

25. Тітенко А. О. Продуктивність ярого ячменю залежно від способу обробітку ґрунту та використання проміжної культури. *Землеробство : міжвід. тем. наук. зб. Київ : ЕКМО, 2004. Вип. 76. С. 47.*

26. Центило В. М., Сендецький Л. В. Біологічна активність використання біодеструкторів. *Вісник ЖНАЕУ. Агро-екологія*. 2014. № 2 (42). Т. 1. С. 93–99.

27. Шпичак О. М. Економічні проблеми виробництва біопалива та продовольча безпека України. *Економіка АПК*. 2009. № 8. С. 11–19.

28. Carter D., Findlater P. Erosion potential of phomopsisresistant lupin stubbles. *West Australian J. of Agrikulture*. 1989. V. 30. P. 11–14.

29. Fowder D., Brydon J. No-till winter wheat production on Canadian prairies: placement of urea and ammonium nitrate fertilizers. *Agronomy J.* 1989. V. 81. № 3. P. 518–524. doi: 10.213/agronj 1989. 000221962008100030025 x.

30. Rhoton F. E. Influence of Time on Soil Response to no-till Practices. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2000. V. 64. P. 700–709.

silskogo gospodarstva stepovoi zone. 2011. No 1. P. 15–20.

20. Polishchuk C. B. The Proof sorts of soy as element of technology of protecting from illnesses. *Zbirnic naukovih praz NNCs "Institute zemlerobctva NAAN"*. 2016. No 3-4. P. 136–142.

21. Ckrilnik E. The efficiency using of plant residues. *Propozytsiia. TOV «Junivect Media»*. 2013. No 7. P. 64.

22. Tanchik C. P., Czentilo L. V., Cujk O. A. Influence of fertilizer and till of soil on the productivity of cultures of crop rotation. *Vicnik agrarnoi nauki*. 2019. No 8. P.11–16.

23. Tarcalcon D., Braun B., Kok G. The consequences harvesting straw over field by growing the wheat and the barley. *Agronom*. 2015. No 2. P. 192.

24. Technology of growing and defence to rape / М. І. Cekun et al. Kyiv : TOV «Globe of print», 2009. P. 5.

25. Titenko A. O. The productivity of furious barley is depending on the method of till of soil and use of intermediate culture. *Zemlerobctvo : migvidom. temat. nauk. zb. Kyiv : EKMO, 2004. Issue. 76. P. 47.*

26. Centilo V. M., Cendeckij L. V. Biological activity using biodestructiveness. *Vicnik JNAEU. Agroecologi*. 2014. No 2 (42). T. 1. P. 93–99.

27. Shpichak O. M. The Economic problems of production of biopropellant and food safety of Ukraine. *Ekonomika APK*. 2009. No 8. P. 11–19.

28. Carter D., Findlater P. Erosion potential of phomopsisresistant lupin stubbles. *West Australian J. of Agrikulture*. 1989. Issue 30. P. 11–14.

29. Fowder D., Brydon J., No-till winter wheat production on Canadian prairies: placement of urea and ammonium nitrate fertilizers. *Agronomy J.* 1989. Issue 81. No 3. P. 518 – 524. doi: 10.213/agronj 1989.

30. Rhoton F. E. Influence of Time on Soil Response to no-till Practices. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2000. Issue 64. P. 700–709.

Отримано 26.07.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-8

УДК 631.8

Р. О. КОРДУЛЯН, кандидат сільськогосподарських наук

Ю. В. КОРДУЛЯН, молодший науковий співробітник

М. П. СОЛОМІЙЧУК, кандидат сільськогосподарських наук

Українська науково-дослідна станція карантину рослин

Інституту захисту рослин НААН

вул. Наукова, 1, с. Бояни Новоселицького р-ну Чернівецької обл., 60321,

e-mail: kordulyanroman@gmail.com

ВПЛИВ БАКТЕРІЙ РОДУ *AZOTOBACTER CHROOCOCCUM* НА РІСТ ТА РОЗВИТОК СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР У ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКІЙ ЛІСОСТЕПОВІЙ ПРОВІНЦІЇ

Метою досліджень було вивчення впливу бактерій роду *Azotobacter chroococcum* на ріст та розвиток рослин пшениці ярої, томатів та кукурудзи. Для досліджень використано бактеріальний препарат, діючою речовиною якого були бактерії роду *Azotobacter chroococcum*. Ефективність застосування препарату вивчали в умовах польового досліді УкрНДСКР ІЗР НААН. У схемі дослідів представлено такі варіанти: площа варіантів досліді на пшениці ярій та кукурудзі – 0,25 га, площа контролю – 0,25 га, загальна площа дослідної ділянки – 1,25 га. Площа варіанта досліді на томатах – 0,05 га, площа контролю – 0,05 га, загальна площа дослідної ділянки – 0,25 га.

Досліджувані сорти: пшениця яра – Фаворитка, томати – Лагідний, гібрид кукурудзи – Одеський 365М. Результати досліджень показали, що використання бактерій роду *Azotobacter chroococcum* позитивно впливало на структуру врожаю пшениці озимої. Зокрема, врожайність зерна сорту Фаворитка підвищилася на 0,38 т/га, або на 10 %; маса 1000 зерен – на 2,9 г, або на 7,5 %; довжина колосу – на 0,7 см, або на 9,9 %; кількість зерен в одному колосі – на 2,3 шт., або на 9 %; маса однієї рослини – на 0,23 г, або на 5,6 %; маса колосу – на 0,17 г, або на 11 %; маса зерна з колоса – на 0,4 г, або на 5,3 %. Дворазове внесення бактерій роду *Azotobacter chroococcum* по вегетуючих рослинах кукурудзи мало позитивний вплив на врожайність. Згідно з отриманими даними, врожайність кукурудзи в контролі становила в середньому 7,58 т/га, тоді як після обробок досліджуваним препаратом – 8,76 т/га, що на 21 % більше; площа фотосинтетично активної листкової поверхні збільшилася на 13,5 %. Відзначено також вплив на інші елементи продуктивності кукурудзи. Так, маса одного качана збільшилася на 34 г, або на 17 %; вихід зерна – на 1 %; маса зерен в одному качані – на 25 г, що становило 16 % приросту. Результати проведених досліджень на томатах свідчать про достовірне збільшення основних морфометричних показників після застосування бактерій роду *Azotobacter chroococcum*.

© Кордулян Р. О., Кордулян Ю. В.,
Соломійчук М. П., 2020

Так, встановлено, що після дворазового внесення препарату, діючою речовиною якого були бактерії роду *Azotobacter chroococcum*, із поливною водою довжина коренів рослин збільшилася щодо контролю на 1,5 см., або на 8,3 %. Урожайність культури підвищилася на 10,7 т/га, або на 19,5 %, маса плоду – на 10,3 г, або на 9,6 % порівняно з контролем.

Ключові слова: бактерії, азотофіксор ґрунтовий, кукурудза, пшениця яра, томати.

Roman Kordulyan, Yulia Kordulyan, Mychailo

Ukrainian scientific-research plant quarantine station IPP NAAS

The influence of the bacteria genus *Azotobacter chroococcum* on the growth and development of agricultural crops in the west-Ukrainian forest-steppe province

The aim of the research was to study the influence of bacteria of the genus *Azotobacter chroococcum* on the growth and development of spring wheat, tomato and corn plants. The bacterium preparation with active matter *Azotobacter chroococcum* genus was used for researches. The preparation's usage efficiency was studied in the terms of field conditions on researched plots of UkrSRPQS IPP NAAS. The following variants were proposed by scheme of researches: for spring wheat and maize: 0,25 ha, control plot is 0,25 ha, overall research area is 1,25 ha. The tomato variant's area is 0,05 ha; control plot is 0,05 ha, overall research area is 0,25 ha. The researched varieties: spring wheat Favouritka; maize – Odeskyi 365M, tomato – Lagidnyi. The researches results showed the bacterium genus *Azotobacter chroococcum* positive impact on the structure of the winter wheat harvest. Especially the wheat yield of Favouritka increased by 0,38 t/ha or 10 %, weight of 1000 seeds by 2,9 g or 7,5 %; spike's length by 0,7 cm or 9,9 %; the corn's quantity in one spike - by 2,3 pcs or 9 %; one plant's weight by 0,23 g or 5,6 %; spike's weight by 0,17 g or 11 %, corn's weight by 0,4 g or 5,3 %. Double fertilizer application of genus *Azotobacter chroococcum* had positive impact on growing maize plants productivity. According to the received data the control maize productivity was 7,58 t/ha, but after treating with preparation was 8,76 t/ha. It was by 21 % higher than in control. The area of photosynthetically active leaf surface increased on 13,5 %. The impact was noticed also on other maize's productivity elements. The weight of maize's corn increased by 34 g or 17 %; the grain yield by 1 %; the grain's weight in one corn increased by 25 g (16 % increase). The researches results on tomatoes witnessed the reliable increase of basic morphometric indexes after bacterium genus *Azotobacter chroococcum* usage. It was determined that the plants' roots increased by 1,5 cm or 8,3 % in comparison with control after double application of preparation in irrigation water with active matter bacterium *Azotobacter chroococcum*. The cultivar yield increased by 10,7 t/ha or 19,5 %, the fruit's weight increased on 10,3 g or 9,6 % in comparison to control.

Key words: bacteria, soil nitrogen fixer, maize, spring wheat, tomatoes.

Вступ. Підвищення врожайності сільськогосподарських культур значною мірою залежить від забезпечення їх елементами мінерального живлення, і в першу чергу азотними сполуками. Джерелом екологічно чистого біологічного азоту в ґрунті є мікроорганізми, які здатні фіксувати молекулярний азот атмосфери [11, 12, 15, 16, 21]. Використання у практиці землеробства біологічних препаратів, які створено на основі азотфіксуючих мікроорганізмів, є одним із технологічних прийомів підвищення врожайності культурних рослин [1, 6, 7, 9, 10, 13, 14, 17, 18, 26].

Ґрунтові мікроорганізми, які належать до роду *Azotobacter*, характеризуються рядом позитивних ефектів, серед яких визначальними є здатність до фіксації молекулярного азоту, синтез сполук гормональної природи, вітамінів, антибіотичних речовин [1–5, 8, 18–25, 27–30]. Отже, перспективним є дослідження можливості використання цих бактерій у практиці рослинництва та біологічного землеробства.

Метою досліджень було вивчення впливу бактерій роду *Azotobacter chroococcum* на ріст та розвиток сільськогосподарських культур у Західноукраїнській лісостеповій провінції.

Матеріали і методи. Для досліджень використано бактеріальний препарат, діючою речовиною якого були бактерії роду *Azotobacter chroococcum*.

Визначення врожайності, її структури та інших показників у культур визначали методом облікових ділянок.

Ефективність застосування препарату вивчали в умовах польового досліді УкрНДСКР ІЗР НААН.

У схемі дослідів представлено такі варіанти: площа варіантів досліді на пшениці ярій та кукурудзі – 0,25 га, площа контролю – 0,25 га, загальна площа дослідної ділянки – 1,25 га. Площа варіанта досліді на томатах – 0,05 га, площа контролю – 0,05 га, загальна площа дослідної ділянки – 0,25 га.

Досліджувані сорти та гібриди: пшениця яра – Фаворитка, томати – Лагідний, гібрид кукурудзи – Одеський 365М.

Норма витрати: обробка насіння зернових культур (пшениця яра): 2 л/т; обприскування сільськогосподарських культур під час вегетації (кукурудза): 1 л/га; внесення з поливною водою для прикореневого підживлення (томати): 20 мл/10 л води (1 л суспензії для поливу 1 м²). *Норми витрати робочого розчину:* обробка насіння зернових культур (пшениця яра): 10 л/гектарну норму; обприскування сільськогосподарських культур під час вегетації (кукурудза): 250 л/га

(кратність – 2: перша обробка у фазі 3–5 листків; друга – 7–10 листків); внесення з поливною водою для прикореневого підживлення (томати): кратність – 2: перша – за висаджування розсади, друга – у фазі початку цвітіння.

Дослідна ділянка розміщена на чорноземі опідзоленому середньозмитому важкосуглинковому з низьким вмістом гумусу (2,1 %) та слабокислою реакцією ґрунтового розчину (рН – 4,8–5,0). Забезпеченість ґрунту фосфором дуже низька (P_2O_5 – 45 мг/кг ґрунту), калієм – низька (K_2O – 66 мг/кг ґрунту), лужногідролізованим азотом – дуже низька (76 мг/кг ґрунту), агрохімічна оцінка в балах – 28 зі 100.

Агротехнічні заходи, які проводили на дослідній ділянці: застосування сівозміни та правильне чергування культур у ній, система обробітку ґрунту, система удобрення, підготовка насіннєвого і садивного матеріалу, правильні строки та способи сівби, висаджування рослин та збирання врожаю.

Захист від хвороб, шкідників та бур'янів на варіантах досліду проводили згідно з технологічними картами вирощування пшениці ярої, кукурудзи та томатів (достатній рівень ресурсного забезпечення).

Метеорологічні умови: середня дата початку вегетаційного періоду у 2014–2018 рр. на території, де проведено дослідження, була 20 березня, закінчення – 21 жовтня. Гідротермічний коефіцієнт становив 1,2.

Наведені в табл. 1 метеорологічні показники вказують на збільшення кількості опадів у весняний період з березня до травня та в липні і суттєве зменшення їх кількості в червні та серпні – жовтні. Температурний режим майже в усі місяці перевищував середній багаторічний показник на 1,1–2,6 °С, за винятком березня, де різниця становила +4,5 °С. Такі умови мали достатній вплив на ріст і розвиток досліджуваних культур.

Строки застосування препарату: перед сівбою пшениці ярої; обприскування під час вегетації (кукурудза): перша обробка у фазі 3–5 листків, друга – у фазі 7–10 листків; з поливною водою для прикореневого підживлення (томати): перша – за висаджування розсади, друга – у фазі початку цвітіння.

1. Метеорологічні умови в період проведення досліджень (МСЦ Чернівці), 2014–2018 рр.

Місяць	Показники			
	кількість опадів, мм		середньомісячна температура повітря, °С	
	у дослід- жуваний період	середньомісячна багаторічна норма	у дослід- жуваний період	багаторічна норма
Березень	34	32	7,2	2,7
Квітень	44	47	10,3	9,2
Травень	102	76	15,2	14,9
Червень	32	88	17,8	18,0
Липень	103	98	20,3	19,8
Серпень	51	77	20,2	19,1
Вересень	9	49	15,7	14,3
Жовтень	19	37	11,4	8,8
Сума опадів за вегетацій- ний період	394	504		
Середня t° за вегетаційний період			14,8	13,4

Результати досліджень. У 2014–2018 рр. використання препарату, діючою речовиною якого були бактерії роду *Azotobacter chroococcum*, для передпосівної обробки насіння та обприскування ґрунту позитивно впливало на основні якісні показники пшениці ярої.

Препарат сприяв підвищенню густоти стеблостою пшениці ярої сорту Фаворитка у фазі кушіння в середньому на 107 рослин/м² порівняно з контролем, або на 18,1 %. Передпосівна обробка насіння препаратом істотно впливала на варіювання основних біометричних показників. Так, висота рослин у фазі кушіння на варіантах порівняно з контрольними ділянками зросла в посівах сорту Фаворитка на 11,7 см, або на 12,8 %.

Аналіз морфометричних показників свідчить, що загальна ефективність досліджуваного препарату в усіх випадках істотно збільшилася. Врожайність зерна сорту Фаворитка збільшилася на 0,38 т/га, або на 10 %, маса 1000 зерен – на 2,9 г, або на 7,5 %, довжина колосу – на 0,7 см, або на 9,9 %, кількість зерен в одному колосі – на 2,3 шт., або на 9 %, маса однієї рослини – на 0,23 г, або на 5,6 %, маса

колосу – на 0,17 г, або 11 %; маса зерна з колосу – на 0,4 г, або на 5,3 % (табл. 2).

2. Вплив бактерій роду *Azotobacter chroococcum* на структуру врожаю пшениці озимої (сорт Фаворитка), УкрНДСКР ІЗР НААН, 2014–2018 рр.

Показники	Без обробок	З обробкою*	НІР ₀₅
Урожайність, т/га	3,41	3,79	0,26
Густота стебло-стою, шт./м ²	484	591	13,86
Висота рослини, см	79,4	91,1	3,01
Довжина колоса, см	6,4	7,1	0,39
Кількість зерен у колосі, шт.	23,3	25,6	1,94
Маса однієї рослини, г	3,85	4,08	0,11
Маса колоса, г	1,38	1,55	0,09
Маса зерна з колоса, г	0,72	0,76	0,01
Маса 1000 зерен, г	35,5	38,4	2,11

Примітка: *Передпосівна обробка насіння пшениці ярої: 500 мл/одну гектарну норму (робочого розчину: 10 л/т)

Отримані експериментальні дані свідчать про суттєвий вплив бактерій роду *Azotobacter chroococcum* в агробіоценозах кукурудзи протягом вегетації.

Перший період росту та розвитку кукурудзи характеризується тим, що молоді проростки живляться за рахунок пластичних речовин насінини і лише після появи третього-четвертого листка рослина починає засвоювати поживні речовини з ґрунту. Тому створення у цей період сприятливих умов для росту та розвитку рослин із застосуванням тих чи інших технологічних прийомів має важливе значення у формуванні високої врожайності кукурудзи.

Спостерігаючи за ходом вегетації кукурудзи на контрольних ділянках та на варіантах із внесенням бактерій роду *Azotobacter chroococcum*, відзначали певні особливості, починаючи з фази сьомого-восьмого листка (табл. 3). Вони полягають, передусім, у різниці початку фаз вегетації. Так, наступна фаза вегетації у посіві із внесенням препарату розпочинається на одну-дві доби, а молочно-воскова стиглість – на сім-вісім діб раніше, ніж у контролі. Така тенденція простежується в усіх фазах вегетації.

3. Вплив бактерій роду *Azotobacter chroococcum* на строки проходження фенологічних фаз рослин кукурудзи (Одеський 365М), УкрНДСКР ІЗР НААН, 2014–2018 рр.

Норма витрати препарату	Фенологічні фази			
	7-8 листків	викидання волоті	молочно-воскова стиглість	воскова стиглість
Без обробок	11.06	12.07	14.08	12.09
Обприскування кукурудзи під час вегетації: 1,0 л/га (робочого розчину – 250 л/га)	10.06	10.06	07.08	10.08

Обробка препаративним розчином із вмістом бактерій роду *Azotobacter chroococcum* впливала також на ріст рослин. Вже у фазі сьомого-восьмого листка різниця між контрольним варіантом та іншими ділянками була досить помітною. З даних табл. 4 видно, що оброблені посіви впродовж вегетації значно збільшують темпи росту порівняно з контролем. Так, різниця у висоті рослин за досягнення фази утворення і наливу зерна становила 20 см.

4. Вплив бактерій роду *Azotobacter chroococcum* на динаміку висоти рослин кукурудзи (гібрид Одеський 365М), УкрНДСКР ІЗР, 2014–2018 рр., см

Норма витрати препарату	Фенологічні фази		
	7-8 листків	викидання волоті	молочно-воскова стиглість
Без обробок	47±2,3	180±6,1	202±6,5
Обприскування кукурудзи під час вегетації: 1,0 л/га (робочого розчину – 250 л/га)	47±2,2	213±5,2	222±7,8

Дослідження показали залежність наростання площі листової поверхні від внесення бактерій роду *Azotobacter chroococcum* (табл. 5).

5. Вплив бактерій роду *Azotobacter chroococcum* на динаміку наростання площі листової поверхні рослин кукурудзи (гібрид Одеський 365М), УкрНДСКР ІЗР, 2014–2018 рр.

Норма витрати препарату	Площа листової поверхні, тис. м ² /га					
	фаза 7-8 листків		викидання волоті		молочно-воскова стиглість	
	на 1 рослині	на 1 м ²	на 1 рослині	на 1 м ²	на 1 рослині	на 1 м ²
Без обробок	0,035	0,37	0,53	4,2	0,55	4,5
Обприскування кукурудзи під час вегетації: 1,0 л/га (робочого розчину – 250 л/га)	0,043	0,43	0,55	4,8	0,65	5,0

Так, наприклад, у фазі викидання волоті у варіанті з контролем листової поверхні однієї рослини дорівнювала 0,53 м², а на 1 м² площа листя становила 4,5 м². Внесення препарату обумовлювало збільшення листової поверхні однієї рослини на 0,2 м², а з 1 м² – на 0,6 м².

Спостереження показали, що внесення препарату також впливало на масу рослин (табл. 6). Після його застосування вона збільшується. Спостерігаючи за ростом рослин у всіх варіантах досліджу, бачимо, що маса їх збільшується від фази 7–10 листків до фази молочної стиглості.

6. Вплив бактерій роду *Azotobacter chroococcum* на масу однієї рослини кукурудзи (гібрид Одеський 365М), УкрНДСКР ІЗР, 2014–2018 рр., г

Норма витрати препарату	Фенологічні фази		
	7-8 листків	викидання волоті	молочно-воскова стиглість
Без обробок	223±5,9	276±6,99	548±13,1
Обприскування кукурудзи під час вегетації: 1,0 л/га (робочого розчину – 250 л/га)	237±6,2	327±8,8	661±15,0

Дослідженнями виявлено, що впродовж вегетації рослини кукурудзи не завжди мали високі темпи наростання вегетативної маси. Також зміна густоти посіву та ширини міжрядь суттєво впливала на перебіг цього процесу. Наростання вегетативної маси рослин кукурудзи наведено у табл. 7. З даних таблиці видно, що від фази сьомого-восьмого листків до молочної стиглості наростання вегетативної маси рослин кукурудзи значно збільшувалося. Маса рослин з 1 м² у фазі сьомого-восьмого листка при внесенні препарату збільшилася порівняно з контролем на 42 г, у фазі викидання волоті – на 237 г, молочно-воскової стиглості – на 256 г.

7. Вплив бактерій роду *Azotobacter chroococcum* на динаміку наростання вегетативної маси рослин кукурудзи (гібрид Одеський 365М), УкрНДСКР ІЗР, 2014–2018 рр., г

Норма витрати препарату	Фенологічні фази		
	7-8 листків	викидання волоті	молочно-воскова стиглість
Без обробок	488±12,0	2734±98,9	3797±125,5
Обприскування кукурудзи під час вегетації: 1,0 л/га (робочого розчину – 250 л/га)	530±13,5	2971±84,5	4053±144,0

Спостереження показали, що внесення бактерій роду *Azotobacter chroococcum* мало значний вплив на розвиток продуктивних органів кукурудзи, зокрема на кількість рослин з качанами та без них, кількість їх на 100 рослин та на загальну. Найбільшу кількість качанів на 100 рослин спостерігали на ділянках із внесенням препарату – 144–150 шт. (табл. 8).

Дворазове внесення бактерій роду *Azotobacter chroococcum* по вегетуючих рослинах мало вплив на довжину і масу качанів. Так, на контрольних ділянках довжина качанів становила в середньому 18,4 см, на дослідних – 20,5, що на 2,1 см більше.

8. Вплив бактерій роду *Azotobacter chroococcum* на динаміку розвитку продуктивних органів кукурудзи (гібрид Одеський 365М), УкрНДСКР ІЗР, 2014–2018 рр.

Норма витрати препарату	Кількість рослин, %			Кількість качанів	
	без качанів	з одним качаном	з двома качанами	на 100 рослин, шт.	тис./га
Без обробок	1	65	34	132	80,7
Обприскування кукурудзи під час вегетації: 1,0 л/га (робочого розчину – 250 л/га)	-	53	47	147	88,5

Відзначено також вплив бактерій на елементи продуктивності кукурудзи (табл. 9). Так, маса одного качану збільшилася на 34 г, або на 17 %, вихід зерна – на 1 %, маса зерен в одному качані – на 25 г, що становило 16 % приросту.

9. Вплив бактерій роду *Azotobacter chroococcum* на елементи продуктивності кукурудзи (гібрид Одеський 365М), УкрНДСКР ІЗР, 2014–2018 рр.

Норма витрати препарату на 1 т насіння	Маса 1 качана, г	Вихід зерна, %	Маса зерен в 1 качані, г	Урожайність, т/га
Без обробок	165,2	81,0	133,4	7,6
Обприскування кукурудзи під час вегетації: 1,0 л/га (робочого розчину – 250 л/га)	199,6	82,2	158,4	8,8
НІР _{0,5}	0,13		0,23	0,53

Згідно з отриманими даними, врожайність кукурудзи у контролі становила в середньому 7,58 т/га, тоді як після обробок досліджуванім препаратом – 8,76 т/га, що на 21 % більше; площа фотосинтетично активної листової поверхні збільшилася на 13,5 %.

Результати проведених досліджень на томатах свідчать про достовірне збільшення основних морфометричних показників після застосування бактерій роду *Azotobacter chroococcum*. Так, встановлено,

що після дворазового внесення препарату, діючою речовиною якого були бактерії роду *Azotobacter chroococcum*, із поливною водою висота рослин томатів сорту Лагідний становила 76,1 см, що на 21,8 см, або на 28,6 % більше порівняно з контролем (табл. 10). У ході досліджень було відзначено аналогічний вплив бактерій і на розвиток кореневої системи рослин томатів. Так, при поливі робочим розчином довжина коренів збільшилася щодо контролю на 1,5 см, або на 8,3 %.

10. Вплив бактерій роду *Azotobacter chroococcum* на елементи продуктивності томатів (сорт Лагідний), УкрНДСКР ІЗР, 2014–2018 рр.

Показники	Без обробок	З обробкою*	НІР ₀₅
Урожайність, т/га	44,1	54,8	2,33
Вміст сухої речовини (листочкової маси), г/м ² (масове плодоутворення)	404,2	486,6	5,98
Висота рослини, см	54,3	76,1	2,44
Довжина кореня, см	16,6	18,1	0,99
Маса плоду, г	97,1	107,4	2,56
Діаметр плоду, см	5,7	6,6	0,11
Діаметр штамба рослин перед плодоношенням, см	1,7	2,0	0,08
Кількість плодів, шт.	7,1	8,5	0,51
Площа листової поверхні посіву, тис. м ² /га (масове плодоутворення)	28,9	37,8	3,31

Примітка: *Внесення з поливною водою для прикореневого підживлення томатів: 20 мл/10 л води (1 л суспензії для поливу 1 м²)

Визначення вмісту сухої речовини томатів свідчить про позитивну дію препарату. З табл. 11 видно, що цей показник у рослин, оброблених згаданим препаратом, був більшим на 82,4 г/м², або на 16,9 % порівняно з контрольним варіантом.

Аналогічна закономірність простежувалася й при визначенні інших показників. Так, дослідженнями встановлено, що обробка *Azotobacter chroococcum* забезпечувала збільшення площі листової поверхні посіву на 8,86 тис. м²/га, або на 23,4 %, діаметра штамба рослин перед плодоношенням – на 0,3 см, або на 15 %, кількості плодів – на 1,4 шт., або на 16,5 %, діаметра плоду – на 0,9 см, або на 15,6 %.

Результати проведених досліджень свідчать про те, що у рослин, які поливали водою із додаванням досліджуваних бактерій, урожайність збільшилася на 10,7 т/га, або на 19,5 %, маса плоду – на 10,3 г, або на 9,6 % порівняно з контролем.

Таким чином, при вирощуванні томатів доцільним є використання бактерій роду *Azotobacter chroococcum* із поливною водою, оскільки за їх дії поліпшується ріст та розвиток рослин.

Висновки. При застосуванні бактерій роду *Azotobacter chroococcum* для обробки насіння зернових культур (пшениця яра), обприскування сільськогосподарських культур під час вегетації (кукурудза) та внесення з поливною водою для прикореневого підживлення (томати) спостерігали істотне зростання більшості якісних показників рослин та врожаю.

Список використаної літератури

1. Біологічний азот / Патиця В. П. та ін. Київ : Світ, 2003. 424 с.
2. Гормоны и гормоноподобные соединения микроорганизмов / Цавкелова Е. А. и др. *Прикладная биохимия и микробиология*. 2006. № 3. С. 261–268.
3. Кириченко Е. В., Коць С. Я. Использование *Azotobacter chroococcum* для создания комплексных биологических биопрепаратов. *Biotechnologia Acta*. 2011. № 3. С. 74–81.
4. Кириченко Е. В., Титова Л. В., Коць С. Я. Эффективность бактериализации семян пшеницы яровой новым штаммом *Azotobacter chroococcum* T79. *Агр. наука*. 2010. № 1. С. 21–24.
5. Мікробні біотехнології в сільському господарстві / Смірнов В. В. та ін. *Агроекологічний журнал*. 2002. № 3. С. 3–9.
6. Мікробні препарати у землеробстві: теорія і практика / Волкогон В. В. та ін. Київ : Аграрна наука, 2006. 312 с.
7. Микроорганизмы – продуценты стимуляторов роста растений и их практическое применение / Цавкелова Е. А. и др. *Прикладная биохимия и микробиология*. 2006. № 2. С. 133–143.
8. Моргун В. В., Коць С. Я., Кириченко О. В. Ростстимулирующие ризобактерии и их практическое применение. *Физиология и биохимия*

References

1. Biological nitrogen / Patyka V. P. et al. Kyiv : Svit, 2003. 424 p.
2. Hormones and hormon-like compounds of microorganisms / Tsavkelova E. A. et al. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*. 2006. No 3. P. 261–268.
3. Kyrychenko E. V., Kots S. Ya. The use of *Azotobacter chroococcum* for creation of complex biological preparations. *Biotechnologia Acta*. 2011. No 3. P. 74–81.
4. Kyrychenko E. V., Tytova L. V., Kots S. Ya. Efficiency of spring wheat seeds bacterization by new strain *Azotobacter chroococcum* T79. *Agr. nauka*. 2010. No 1. P. 21–24.
5. Microbial biotechnologies in agriculture / Smirnov V. V. et al. *Agroekologichnyi zhurnal*. 2002. No 3. P. 3–9.
6. Microbial preparations in agronomy: theory and practice / Volkohon V. V. et al. Kyiv : Ahrama nauka, 2006. 312 p.
7. Microbes – producers of plant growth stimulators and their practical use / Tsavkelova E. A. et al. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*. 2006. No 2. P. 133–143.
8. Morgun V. V., Kots S. Ya., Kyrychenko O. V. Growth ptomoting rhizobacteria and their use in practice. *Fiziologiya i biokhimiya kulturnykh rastenii*. 2009. No 3. P. 187–207.

культурных растений. 2009. № 3. С. 187–207.

9. Патики В. П. Стан і перспективи досліджень мікробної азотфіксації. *Онтогенез рослин, біологічна фіксація молекулярного азоту та азотний метаболізм*. Тернопіль, 2001. С. 111–115.

10. Тихонович И. А., Круглов Ю. В. Биопрепараты в сельском хозяйстве (методология и практика использования микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). Москва : Россельхозакадемия, 2005. 154 с.

11. Умаров М. М. Азотфиксация в биосфере и биотехнологический потенциал диазотрофов. *Бюл. Моск. о-ва испыт. природы, отд. биол.* 2007. 112. Прил. 1. С. 150–155.

12. Черемисов Б. М. О быстром переходе мирового земледелия на биологическую фиксацию азота атмосферы (концепция БАРС). *Вест. Рос. акад. с.-х. наук*. 2006. № 2. С. 39–41.

13. Altaf M. M., Ahmad I. In vitro and in vivo biofilm formation by *Azotobacter* isolates and its relevance to rhizosphere colonization. *Rhizosphere*. 2017. Vol. 3. P. 138–142.

14. Bacterial-mediated tolerance and resistance to plants under abiotic and biotic stresses / Choudhary D. K. et al. *J. Plant Growth Regul.* 2016. Vol. 35. P. 276–300.

15. Bhattacharyya P. N., Jha D. K. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 2012. Vol. 28. P. 1327–1350.

16. Cabello R., Gamarra M., García D. *Ventocilla Azospirillum sp.*, *Azotobacter sp.* y *Pseudomonas sp.* promotoras del crecimiento vegetal de cultivos de *Solanum tuberosum* y *Zea mays*. *Sagasteguiana*. 2018. Vol. 2. P. 145–156.

17. Compant S., Clément C., Sessitsch A. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. *Sol. Biol. Biochem.* 2010. Vol. 42. P. 669–678.

18. Crochelins: siderophores with an unprecedented iron-chelating moiety from the

9. Patyka V. P. The state and perspectives for microbial nitrogen fixation research. *Ontohenez roslyn, biolohichna fiksatsiya molekuliarnoho azotu ta azotnyi metabolizm*. Ternopil, 2001. P. 111–115.

10. Tikhonovich I. A., Kruglov Yu. V. Biological preparations in agriculture (methodology and practice of microorganisms usage in horticulture and feed production). Moscow : Rosselkhozakademiya, 2005. 154 p.

11. Umarov M. M. Nitrogen fixation in biosphere and biotechnological potential of diazotrophs. *Byul. Mosk. o-va ispyt. prirody, otd. biol.* 2007. 112. Add. 1. P. 150–155.

12. Cheremisov B. M. About fast transfer to biological fixation of atmosphere nitrogen (concept BARS). *Vest. Ros. Akad. s.-kh. nauk*. 2006. No 2. P. 39–41.

13. Altaf M. M., Ahmad I. In vitro and in vivo biofilm formation by *Azotobacter* isolates and its relevance to rhizosphere colonization. *Rhizosphere*. 2017. Vol. 3. P. 138–142.

14. Bacterial-mediated tolerance and resistance to plants under abiotic and biotic stresses / Choudhary D. K. et al. *J. Plant Growth Regul.* 2016. Vol. 35. P. 276–300.

15. Bhattacharyya P. N., Jha D. K. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 2012. Vol. 28. P. 1327–1350.

16. Cabello R., Gamarra M., García D. *Ventocilla Azospirillum sp.*, *Azotobacter sp.* y *Pseudomonas sp.* promotoras del crecimiento vegetal de cultivos de *Solanum tuberosum* y *Zea mays*. *Sagasteguiana*. 2018. Vol. 2. P. 145–156.

17. Compant S., Clément C., Sessitsch A. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. *Sol. Biol. Biochem.* 2010. Vol. 42. P. 669–678.

18. Crochelins: siderophores with an unprecedented iron-chelating moiety from the nitrogen-fixing bacterium *Azotobacter chroococcum* / Baars O. et al. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 2018. Vol. 57. P. 536–541.

19. Effects of model root exudates on

- nitrogen-fixing bacterium *Azotobacter chroococcum* / Baars O. et al. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 2018. Vol. 57. P. 536–541.
19. Effects of model root exudates on structure and activity of a soil diazotroph community / Burgmann H. et al. *Environ. Microbiol.* 2005. N 11. P. 1711–1724.
20. Estiyar H. K., Khoei F. R., Behrouzgar E. K. The effect of nitrogen biofertilizer on yield and yield components of white bean (*Phaseolus vulgaris* cv. Dorsa). *Int. J. Biosci.* 2014. No 4 (11). P. 217–222.
21. Growth response of *Amaranthus gangeticus* to *Azotobacter chroococcum* isolated from different agroclimatic zones of Karnataka / Sandeep C. et al. *J. Phytology.* 2011. No 3 (7). P. 29–34.
22. Hakeem K. R., Akhtar M. S., Abdullah S. N. A. Plant, soil and microbes. *Implications in Crop Science Springer International Publishing AG.* 2016. Vol. 1. P. 366–378.
23. Milosevic N., Tintor B., Protic B. C. Effect of inoculation with *Azotobacter chroococcum* on wheat yield and seed quality. *Rom. Biotechnol. Lett.* 2012. Vol. 17 (3). P. 7352–7357.
24. Moreno-Galván A., Rojas-Tapias D., Bonilla R. Sequential statistical design application in identification of *Azotobacter chroococcum* AC1 nutritional sources. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecu.* 2011. Vol. 11. P. 151–158.
25. Natural biopolymer for preservation of microorganisms during sampling and storage / Sorokulova I. et al. *Journal of Microbiological Methods.* 2012. Vol. 88. P. 140–146.
26. Salanlur A., Ozturk A., Akten S. Growth and yield response of spring wheat to inoculation with rhizobacteria. *Plant, Soil and Environment.* 2006. Vol. 52, N 3. P. 111–118.
27. Soleimanzadeh H., Gooshchi F. Effects of *Azotobacter* and nitrogen chemical fertilizer on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). *World Appl. Sci. J.* 2013. Vol. 21 (8). P. 1176–1180.
28. The effect of deficit irrigation and structure and activity of a soil diazotroph community / Burgmann H. et al. *Environ. Microbiol.* 2005. N 11. P. 1711–1724.
20. Estiyar H. K., Khoei F. R., Behrouzgar E. K. The effect of nitrogen biofertilizer on yield and yield components of white bean (*Phaseolus vulgaris* cv. Dorsa). *Int. J. Biosci.* 2014. No 4 (11). P. 217–222.
21. Growth response of *Amaranthus gangeticus* to *Azotobacter chroococcum* isolated from different agroclimatic zones of Karnataka / Sandeep C. et al. *J. Phytology.* 2011. No 3 (7). P. 29–34.
22. Hakeem K. R., Akhtar M. S., Abdullah S. N. A. Plant, soil and microbes. *Implications in Crop Science Springer International Publishing AG.* 2016. Vol. 1. P. 366–378.
23. Milosevic N., Tintor B., Protic B. C. Effect of inoculation with *Azotobacter chroococcum* on wheat yield and seed quality. *Rom. Biotechnol. Lett.* 2012. Vol. 17 (3). P. 7352–7357.
24. Moreno-Galván A., Rojas-Tapias D., Bonilla R. Sequential statistical design application in identification of *Azotobacter chroococcum* AC1 nutritional sources. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecu.* 2011. Vol. 11. P. 151–158.
25. Natural biopolymer for preservation of microorganisms during sampling and storage / Sorokulova I. et al. *Journal of Microbiological Methods.* 2012. Vol. 88. P. 140–146.
26. Salanlur A., Ozturk A., Akten S. Growth and yield response of spring wheat to inoculation with rhizobacteria. *Plant, Soil and Environment.* 2006. Vol. 52, N 3. P. 111–118.
27. Soleimanzadeh H., Gooshchi F. Effects of *Azotobacter* and nitrogen chemical fertilizer on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). *World Appl. Sci. J.* 2013. Vol. 21 (8). P. 1176–1180.
28. The effect of deficit irrigation and

Azotobacter chroococcum and *Azospirillum brasilense* on grain yield, yield components of maize (SC 704) as a second cropping in western Iran / Naseri N. et al. *Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci.* 2013. Vol. 2. P. 104–112.

29. Wani S. A. Effect of balanced NPKS, biofertilizer (*Azotobacter*) and vermicompost on the yield and quality of brown sarson (*Brassica rapa* L.) : M. Sc. thesis / Sher-e-Kashmir University of Agriculture Sciences and Technology. Kashmir, Srinagar, 2012. P. 28–31.

30. Wani S. A., Chand S., Ali T. Potential use of *Azotobacter chroococcum* in crop production: an overview. *Curr. Agric. Res. J.* 2013. Vol. 1. P. 35–38.

Pharmacol. Life Sci. 2013. Vol. 2. P. 104–112.

29. Wani S. A. Effect of balanced NPKS, biofertilizer (*Azotobacter*) and vermicompost on the yield and quality of brown sarson (*Brassica rapa* L.) : M. Sc. thesis / Sher-e-Kashmir University of Agriculture Sciences and Technology. Kashmir, Srinagar, 2012. P. 28–31.

30. Wani S. A., Chand S., Ali T. Potential use of *Azotobacter chroococcum* in crop production: an overview. *Curr. Agric. Res. J.* 2013. Vol. 1. P. 35–38.

Отримано 03.06.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-9

УДК 631.53.021:633.3:631.5 (477.7)

¹Ю. О. ЛАВРИНЕНКО, доктор сільськогосподарських наук, член-кореспондент НААН

¹А. М. ВЛАЩУК, О. С. ДРОБІТ, кандидати сільськогосподарських наук

²Н. М. ЛАВРЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

²О. А. ВЛАЩУК, здобувач

¹Інститут зрошуваного землеробства НААН

Херсон, сел. Наддніпрянське, 73483, e-mail: KolpakovaLesya80@gmail.com

²ДВНЗ «Херсонський державний аграрно-економічний університет»

вул. Стрітенська, 23, Херсон, 73006, e-mail: oksana-vlashyk.Xerson@ukr.net

НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРКУНУ ОДНОРІЧНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБІВ СІВБИ ТА УДОБРЕННЯ

Наведено результати експериментальних досліджень з впливу елементів агротехніки на формування насіннєвої продуктивності буркуну білого однорічного. Метою було встановити вплив ширини міжрядь та доз азотного добрива на врожайність та економічну ефективність вирощування різних сортів культури в незрошуваних умовах Півдня України.

Дослідження проводили протягом 2016–2018 рр. на базі Інституту зрошуваного землеробства НААН згідно із загальноновизнаними методиками проведення польового досліду, методичними рекомендаціями та посібниками. Використовували такі методи: загальнонаукові, спеціальні, порівняльно-аналітичний, регресійний, інформаційно-логічного аналізу та математичного моделювання.

За результатами досліджень найнижчий коефіцієнт водоспоживання (4525 м³/т) визначено в сорту буркуну білого однорічного Південний за використання ширини міжрядь 45 см та внесення дози азотних добрив N₆₀. Максимальні значення цього показника спостерігали на варіантах контролю (7433–8424 м³/т). Встановлено, що на врожайність та економічні показники вирощування буркуну білого однорічного впливають сортовий склад, ширина міжрядь та дози азотного добрива. Застосування азотного добрива дозою N₆₀ сприяло підвищенню врожайності насіння в середньому на 10,4–36,4 %. Загалом цей фактор найбільше впливав на насіннєву продуктивність культури. За період проведення досліджень максимальну середню врожайність насіння буркуну (556 кг/га) відзначено за сівби сорту Південний, використання ширини міжрядь 45 см та дози азотного добрива N₆₀. За результатами аналізу економічних показників виявлено, що найбільшу вартість валової продукції (55 600 грн/га) одержано на посівах буркуну білого однорічного сорту Південний за сівби з шириною міжрядь 45 см та дози внесення азотного добрива N₆₀. Найменшу собівартість 1 т посівного матеріалу (21 174 грн) встановлено також на цьому варіанті. Підсумковий показник економічності

© Лавриненко Ю. О., Влащук А. М., Дробіт О. С.,
Лавренко Н. М., Влащук О. А., 2020

ефективності – рівень рентабельності – при цьому був найвищий і становив 372,0 %, що на 60 % більше, ніж на посівах культури сорту Донецький за сівби з шириною міжрядь 45 см та дози внесення азотного добрива N_{60} . Показники валової продукції сорту Південний порівняно з сортом Донецький більші на 7800 грн/га, а собівартість 1 т насіння культури менша на 3117 грн/га.

Ключові слова: насіння, буркун білий однорічний, сорт, ширина міжрядь, доза азотного добрива, врожайність, рентабельність.

¹Yuriy Lavrynenko, ¹Anatoliy Vlashchuk, ¹Olesia Drobit, ²Nataliya Lavrenko, ²Oksana Vlashchuk

¹Institute of Irrigated Agriculture NAAS

²Kherson state agrarian university

Seed productivity of annual clover depending on the methods of sowing and fertilizing

The results of experimental researches on elements of agrotechnics influence on formation white annual clover seed productivity are presented. The aim was to establish the influence of row spacing and doses of nitrogen fertilizer on the yield and economic efficiency of growing different varieties of crop in non-irrigated conditions of Southern Ukraine.

The research was conducted during 2016–2018 on the basis of the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS in accordance with generally accepted methods of field research, guidelines and manuals. The following methods were used: general scientific, special, comparative-analytical, regression, information-logical analysis and mathematical modeling.

According to the results of research, the lowest water consumption coefficient (4525 m³/t) was determined in the variety of white annual clover "Southern" using a row spacing of 45 cm and applying a dose of nitrogen fertilizers N_{60} . The maximum values of this indicator were observed in the control variants (7433–8424 m³/t). It was found that the yield and economic indicators in growing white annual clover are influenced by varietal composition, row spacing and doses of nitrogen fertilizer. The application of nitrogen fertilizer at a dose of N_{60} contributed to an increase in seed yield by average 10,4–36,4%. In general, this factor had the greatest impact on seed productivity. During the study period, the maximum average yield of clover seeds (556 kg/ha) was observed by sowing the "Southern" variety, use of row spacing 45 cm and dose of nitrogen fertilizer N_{60} . According to the results of the economic indicators analysis, it was found that the highest value of gross output (55,600 UAH/ha) was obtained on crops of white annual cultivar "Southern" by sowing with a row spacing 45 cm and dose of nitrogen fertilizer N_{60} . The lowest cost of 1 ton of seed (21,174 UAH) was also observed in this case. The final indicator of economic efficiency - the level of profitability was the highest and amounted 372,0%, which is 60% more than on crops of "Donetskyj" variety by sowing with a row spacing of 45 cm and a dose of nitrogen fertilizer N_{60} . Indicators of gross production of the "Southern" variety in comparison with the "Donetskyj" variety are higher by 7800 UAH/ha, and the prime cost of 1 ton of culture seeds is lower by 3117 UAH/ha.

Key words: seeds, annual white clover, variety, row spacing, dose of nitrogen fertilizer, productivity, profitability.

Вступ. В умовах сьогодення глобальна зміна клімату – одна з найгостріших екологічних проблем, які стоять перед людством. Згідно з прогнозами провідних міжнародних наукових центрів з дослідження клімату, протягом наступного століття температура повітря підвищиться на 2–5 °C [5, 8, 20, 26].

Найбільш ефективному використанню природно-кліматичних умов нестійкого зволоження Півдня України сприяє розробка та впровадження у виробництво сучасних конкурентоспроможних технологій вирощування сільськогосподарських культур, які обумовлюють максимальну реалізацію їх продуктивного потенціалу [1, 2, 18, 22].

У нашій країні природні угіддя займають 7,84 млн га, розораність земель сягає 90 %, а в окремих районах – 93–96 %. Багато ґрунтів (35–40 % ріллі) зазнають водної ерозії, тому майже 15–20 % найбільш ерозійно небезпечних земель (схилів, балок, ярів) треба тримати переважно під залуженням, тобто включити їх у лучну кормову площу. Це не тільки не призведе до зменшення виробництва валової продукції рільництва, а й сприятиме зростанню загальної продуктивності ріллі і виробництву продукції тваринництва, поліпшенню чистоти сільськогосподарських угідь, водних джерел, збереженню та підвищенню родючості ґрунту [3, 4, 9–11, 14].

У свою чергу перспективним напрямом розвитку кормовиробництва є розширення посівних площ кормових культур із високим вмістом білка. Однією з найцінніших бобових трав є буркун білий однорічний, який широко використовують для поліпшення природних кормових угідь, освоєння польових, кормових і ґрунтозахисних сівозмін [6, 7, 21, 24–25].

Значному поширенню цієї рослини у сільському господарстві України сприяють її виключно корисні біологічні та агротехнічні властивості, а також високі кормові якості, обумовлені високим вмістом у ній білкових речовин. Наразі потребу в насінні буркуну білого однорічного вітчизняне насінництво задовольняє менш ніж наполовину, і зрештою це спричинює високу його вартість [12, 13, 23, 31, 32].

Найбільш надійним шляхом одержання високих врожаїв насіння цієї бобової рослини є удосконалення технології вирощування, що базується на встановленні ефективного способу сівби та застосуванні добрив [17, 28, 30].

Вибір сорту – одна з головних складових урожайності будь-якої культури. Випробовування сортів потрібне для того, щоб визначити їх потенціал та перспективи подальшого застосування в сільгоспвиробництві [27, 29].

Сортовий склад відіграє значну роль у формуванні насінневої продуктивності буркуну білого однорічного. Разом з тим повна реалізація урожайного потенціалу сорту можлива лише за створення сприятливих умов вирощування, виконання всіх заходів, що повністю відповідають вимогам сорту. Для забезпечення виробництва насінням нових сортів буркуну білого однорічного слід розробити технологію вирощування, завданням якої є отримання максимальної насінневої продуктивності [19].

У зв'язку з цим виникла потреба дослідити вплив різних способів сівби та удобрення на формування насінневої продуктивності різних сортів культури.

Метою наших досліджень було встановити вплив ширини міжрядь та доз азотного добрива на врожайність та економічну ефективність вирощування різних сортів буркуну білого однорічного в незрошуваних умовах Півдня України.

Матеріали і методи. Експериментальні дослідження проводили протягом 2016–2018 рр. в умовах дослідного поля Інституту зрошуваного землеробства НААН.

У трифакторному досліді вивчали: фактор А (сорт) – сорти буркуну білого однорічного Південний та Донецький однорічний, фактор В (ширина міжрядь) – 15; 30; 45 та 60 см, фактор С (доза азотного добрива) – без добрив, N_{30} , N_{60} , N_{90} . Дослід закладали методом розщеплених ділянок способом рендомізації у чотириразовій повторності відповідно до методик проведення польових досліджень [15, 16] шляхом удосконалення елементів агротехнічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур.

Ґрунт дослідної ділянки – темно-каштановий середньосуглинковий слабкосолонцюватий з глибоким рівнем залягання ґрунтових вод. Згідно з агрохімічним аналізом, вміст в орному шарі ґрунту основних елементів живлення в середньому становив: нітратного азоту – 21 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 38 та обмінного калію – 33 мг/кг ґрунту. Погодні умови в роки проведення досліджень були типовими для зони Півдня України.

Агротехніка вирощування насіння буркуну білого однорічного була загальноновизнаною для умов Півдня України, крім факторів, які ми вивчали. Восени після збирання попередника проводили оранку на

глибину 25–27 см. Ранньою весною виконували боронування та передпосівну культивуацію на глибину 3–4 см. Сівбу проводили в I декаді квітня за норми висіву 2,5 млн шт./га.

У дослідженнях використовували такі методи: загальнонаукові (аналіз, спостереження, порівняння, вимірювання), спеціальні (польовий, лабораторний), порівняльно-аналітичний, регресійний, інформаційно-логічного аналізу і математичного моделювання.

Результати та обговорення. Дані наших досліджень свідчать, що, залежно від сортового складу, ширини міжрядь та доз азотного добрива, урожайність насіння буркуну білого однорічного була різною (табл. 1). В середньому за 2016–2018 рр., урожайність насіння культури знаходилася в межах 280–556 кг/га.

1. Урожайність насіння буркуну білого однорічного залежно від сортового складу, ширини міжрядь та доз азотного добрива (середнє за 2016–2018 рр.)

середня за 2016-2018 рр.						
Фактор А, сорт	Фактор В, ширина міжрядь, см	Фактор С, доза азотного добрива, кг/га	Урожай- ність, кг/га	За фактором		
				А	В	С
1	2	3	4	5	6	7
Південний	15	Без добрив	280	418	353	301
		N ₃₀	350			398
		N ₆₀	443			473
		N ₉₀	382			424
	30	Без добрив	297		402	
		N ₃₀	402			
		N ₆₀	489			
		N ₉₀	455			
	45	Без добрив	337		439	
		N ₃₀	488			
		N ₆₀	556			
		N ₉₀	502			
	60	Без добрив	314		402	
		N ₃₀	424			
		N ₆₀	511			
		N ₉₀	451			

1	2	3	4	5	6	7
Донецький однорічний	15	Без добрив	281	380		
		N ₃₀	346			
		N ₆₀	408			
		N ₉₀	332			
	30	Без добрив	301			
		N ₃₀	383			
		N ₆₀	457			
		N ₉₀	431			
	45	Без добрив	314			
		N ₃₀	407			
		N ₆₀	478			
		N ₉₀	431			
	60	Без добрив	286			
		N ₃₀	380			
		N ₆₀	444			
		N ₉₀	408			

Оцінка істотності часткових відмінностей

НІР₀₅, кг/га A = 7,34

B = 7,50

C = 6,12

Оцінка істотності середніх (головних) ефектів

НІР₀₅, кг/га A = 1,83

B = 2,65

C = 2,16

За фактором А максимальну середню врожайність насіння буркуну (418 кг/га) отримали за використання сорту Південний, що на 9,1 % перевищує аналогічний показник у сорту Донецький однорічний.

Залежно від фактора В найвищий показник урожайності насіння культури (439 кг/га) спостерігали за ширини міжрядь 45 см, що на 8,4–19,6 % перевищує подібні показники за інших варіантів ширини міжрядь.

Під впливом фактора С максимальну насіннєву продуктивність (473 кг/га) посіви буркуну формували за дози азотного добрива N₆₀, що на 49–172 кг/га перевищує аналогічні показники за інших варіантів удобрення. Оптимальні умови для росту та розвитку рослин культури спостерігали за сівби сорту Південний з шириною міжрядь 45 см та внесення дози азотних добрив N₆₀, коли середня врожайність насіння була максимальною та становила 556 кг/га.

Дослідженнями визначено, що сумарне водоспоживання буркуну білого однорічного змінюється залежно від сортового складу,

ширини міжрядь та доз азотного добрива, тому ці показники на різних ділянках досліді мали суттєві відмінності (табл. 2).

2. Вологозабезпеченість та водоспоживання буркуну однорічного залежно від факторів досліді (середнє за 2016–2018 рр.)

Фактор А, сорт	Фактор В, ширина міжрядь, см	Фактор С, доза азотного добрива, кг/га	Викорис- тана волога, м ³ /га	Опади, м ³ /га	Сумарне водоспожи- вання, м ³ /га	Коефіцієнт водоспожи- вання, м ³ /т
Південний	15	Без добрив	683	1815		
		N ₃₀	688		2498	8921
		N ₆₀	692		2503	7151
		N ₉₀	694		2507	5659
	30	Без добрив	687		2509	6568
		N ₃₀	692		2502	8424
		N ₆₀	697		2507	6236
		N ₉₀	701		2512	5137
	45	Без добрив	690		2516	5530
		N ₃₀	696		2505	7433
		N ₆₀	701		2511	5145
		N ₉₀	704		2516	4525
	60	Без добрив	693		2519	5018
		N ₃₀	699		2508	7987
		N ₆₀	705		2514	5929
		N ₉₀	709		2520	4932
Донецький однорічний	15	Без добрив	687		2524	5596
		N ₃₀	692		2502	8904
		N ₆₀	697		2507	7246
		N ₉₀	699		2512	6157
	30	Без добрив	689		2514	7572
		N ₃₀	695		2504	8319
		N ₆₀	700		2510	6554
		N ₉₀	703		2515	5503
	45	Без добрив	693		2518	5842
		N ₃₀	699		2508	7987
		N ₆₀	705		2514	6177
		N ₉₀	709		2520	5272
	60	Без добрив	696		2524	5856
		N ₃₀	703		2511	8780
		N ₆₀	709		2518	6626
		N ₉₀	713		2524	5685

Дані таблиці свідчать, що сумарне водоспоживання сорту Донецький однорічний було дещо більшим, ніж аналогічний показник у сорту Південний (фактор А).

Із збільшенням ширини міжрядь (фактор В) та доз азотного добрива (фактор С) спостерігали прямо пропорційне зростання показників сумарного водоспоживання у обох досліджуваних сортів.

За результатами досліджень 2016–2018 рр. найнижчий коефіцієнт водоспоживання ($4525 \text{ м}^3/\text{т}$) встановлено в сорту буркуну білого однорічного Південний за використання ширини міжрядь 45 см та внесення дози азотних добрив N_{60} . Максимальні значення цього показника спостерігали на варіантах контролю (7433–8424 $\text{м}^3/\text{т}$). Аналізом елементів водного балансу посівів культури встановлено, що основна частина вологи припадає на атмосферні опади, частка яких у 2016–2018 рр. коливалася за варіантами досліду з 71,8 до 72,7 %; використаної вологи – від 27,3 до 28,2 %. Виявлено, що значний вплив на водоспоживання має ширина міжрядь. Максимальну кількість використаної вологи (в середньому за варіантами досліду 27,9 %) та мінімальну кількість опадів (у середньому 72,1 %) споживають рослини буркуну за використання ширини міжрядь 60 см.

За результатами економічного аналізу встановлено, що всі фактори досліду впливали на економічну ефективність вирощування буркуну білого однорічного, тому її показники на різних варіантах досліду мали певні відмінності (табл. 3). Враховуючи виробничі витрати на вирощування насіння культури, можна відзначити, що найменш затратним агрозаходом виявився такий фактор, як ширина міжрядь. Максимальну вартість валової продукції (55 600 грн/га) одержано на посівах сорту Південний за використання ширини міжрядь 45 см та дози внесення азотного добрива N_{60} . Найменшу собівартість 1 т посівного матеріалу (21 174 грн) встановлено також на цьому варіанті. Підсумковий показник економічної ефективності – рівень рентабельності – при цьому був найвищий і становив 372,0 %, що на 60 % більше, ніж на посівах сорту буркуну Донецький за сівби з шириною міжрядь 45 см та дози внесення азотного добрива N_{60} . Показники валової продукції сорту Південний порівняно з сортом Донецький більші на 7 800 грн/га, а собівартість 1 т менша на 3 117 грн/га.

3. Економічна ефективність вирощування сортів буркуну білого однорічного залежно від ширини міжрядь та доз азотного добрива (середнє за 2016–2018 рр.)

Ширина міжрядь, см	Доза азотного добрива, кг/га	Виробничі витрати, грн/га	Умовно чистий прибуток, грн/га	Собівартість насіння, грн/т	Рівень Рентабельності, %
Сорт Південний					
15	Без добрив	8737	19 263	31 205	220
	N ₃₀	10 145	24 855	28 986	245
	N ₆₀	11 539	32 761	26 046	284
	N ₉₀	12 613	25 587	33 018	203
30	Без добрив	8773	20 927	29 538	239
	N ₃₀	10 253	29 947	25 504	292
	N ₆₀	11 634	37 266	23 791	320
	N ₉₀	12 764	32 736	28 053	256
45	Без добрив	8856	24 844	26 278	281
	N ₃₀	10 431	38 369	21 375	368
	N ₆₀	11 773	43 827	21 174	372
	N ₉₀	12 862	37 338	25 621	290
60	Без добрив	8808	22 592	28 051	256
	N ₃₀	10 298	32 102	24 288	312
	N ₆₀	11 679	39 421	22 856	338
	N ₉₀	12 756	32 344	28 284	254
Сорт Донецький однорічний					
15	Без добрив	8740	19 360	31 102	222
	N ₃₀	10 137	24 463	29 297	241
	N ₆₀	11 466	29 334	28 103	256
	N ₉₀	12 509	20 691	37 679	165
30	Без добрив	8781	21 319	29 173	243
	N ₃₀	10 213	28 087	26 667	275
	N ₆₀	11 568	34 132	25 312	295
	N ₉₀	12 715	30 385	29 500	239
45	Без добрив	8808	22 592	28 051	256
	N ₃₀	10 263	30 437	25 216	297
	N ₆₀	11 611	36 189	24 291	312
	N ₉₀	12 715	30 385	29 500	239
60	Без добрив	8750	19 850	30 594	227
	N ₃₀	10 207	27 793	26 861	272
	N ₆₀	11 541	32 859	25 992	285
	N ₉₀	12 667	28 133	31 046	222

Таким чином, за рахунок регулювання факторів впливу на продуктивність буркуну білого однорічного та доведення їх до оптимальних параметрів було отримано максимальний в досліді умовно чистий прибуток – 43 827 грн/га на посівах сорту Південний за сівби з шириною міжрядь 45 см та дози внесення азотного добрива N_{60} , що дозволяє рекомендувати цей варіант виробництву.

Висновки

1. Встановлено, що сорт буркуну білого однорічного Південний порівняно з сортом Донецький однорічний в умовах Півдня України формує вищу врожайність насіння на 38 кг/га, або на 9,1 %.

2. Максимальна середня врожайність насіння (на рівні 439 кг/га) була сформована за ширини міжрядь 45 см, що більше за показники інших варіантів використання міжрядь на 8,4–19,6 %.

3. Застосування азотного добрива дозою N_{60} сприяло підвищенню врожайності насіння в середньому на 10,4–36,4 %. Загалом цей фактор найбільше впливав на насінневу продуктивність культури.

4. Максимальну врожайність насіння (556 кг/га) спостерігали на посівах сорту Південний за ширини міжрядь 45 см та дози азотного добрива N_{60} .

5. Найбільше водоспоживання ($2528 \text{ м}^3/\text{га}$) відзначено у сорту Донецький однорічний за ширини міжрядь 60 см та внесення азотного добрива дозою N_{90} . Виявлено тенденцію до зростання водоспоживання у міру збільшення ширини міжрядь та доз азотного добрива. Найменший коефіцієнт водоспоживання ($4525 \text{ м}^3/\text{т}$) – у сорту Південний за ширини міжрядь 45 см та застосування дози азотного добрива N_{60} . Максимальні значення цього показника спостерігали на варіантах контролю ($7433\text{--}8424 \text{ м}^3/\text{т}$).

6. Економічним аналізом визначено, що найбільш доцільним є вирощування буркуну сорту Південний за сівби з шириною міжрядь 45 см та дози внесення азотного добрива N_{60} . На цьому варіанті отримали максимальний умовно чистий прибуток – 43 827 грн/га, найменшу собівартість насіння – 21 174 грн/т та найвищий рівень рентабельності – 372 %.

Список використаної літератури

1. Бойко П. І. Методичні основи польових дослідів з визначення ефективності систем сівозмін. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2009. Вип. 50. С. 12–20.

References

1. Boiko P. I. Methodical bases of the field experiments with determination of crop rotations systems efficiency. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria*. 2009. Issue 50. P. 12–20.
2. Holosov O. O. Features of the competitive position formation of the grain

2. Голосов О. О. Особливості формування конкурентної позиції виробника зерна на світовому товарному ринку. *Культура народів Причорномор'я*. 2013. № 50. С. 54–56.
3. Господаренко Г. М., Кравець І. С. Вплив землекористування на вміст і якість гумусу в чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. *Науковий вісник НАУ*. 2000. № 24. С. 122–127.
4. Господаренко Г. М., Трус О. М. Вплив тривалого застосування добрив на показники родючості чорнозему опідзоленого та продуктивність польової сівозміни. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 1. С. 17–21.
5. Демидов О. А., Дем'янюк О. С. Вплив агроекологічних чинників на вміст мікробної біомаси у ґрунті. *Таврійський науковий вісник*. Сільськогосподарські науки. 2017. Вип. 97. С. 39–44.
6. Зернові бобові. Рекомендації з вирощування / Компанія BASF Agro. 2017. 63 с.
7. Кірілеску О. Л., Мовчан К. І. Формування врожайності зернобобових культур в умовах Західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 127–132.
8. Коваленко Н. П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок XXI ст.). Київ : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.
9. Лабораторний практикум з ґрунтознавства / укладач М. Ф. Бережний. Київ, 2012. С. 39–49.
10. Лихочвор В. В., Матковська М. В. Урожайність сортів озимого ячменю залежно від норм добрив, морфорегуляторів та фунгіцидів в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. Вип. 62. С. 91–101.
11. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Мінеральні добрива та їх застосування. 2-ге вид., виправ., допов. Львів : Українські технології, 2012. 324 с.
- manufacturer on the world commodity market. *Kultura narodov Prychernomor'ya*. 2013. No 50. P. 54–56.
3. Hospodarenko H. M., Kravets I. S. Influence of land-tenure on humus content and quality in black-earth of Ukrainian Right-bank Foreststeppe. *Naukovyi visnyk NAU*. 2000. No 24. P. 122–127.
4. Hospodarenko H. M., Trus O. M. Influence of the protracted fertilizers application on the indexes of fertility of black-earth and productivity of the field crop rotation. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2011. No 1. P. 17–21.
5. Demydov O. A., Demianuk O. S. Influence of agri-environmental factors on the content of microbial biomass in soil. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Siiskohospodarski nauky*. 2017. Issue 97. P. 39–44.
6. Cereal legumes. Growing recommendations / Kompaniia BASF Agro. 2017. 63 p.
7. Kirilesku O. L., Movchan K. I. Yield formation in grain-legume crops under the conditions of the Western Foreststeppe of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2016. Issue 82. P. 127–132.
8. Kovalenko N. P. Becoming and development of scientifically-organizational bases of application of home crop rotations in the systems of agriculture (second half of XIX - beginning of XXI of century). Kyiv : TOV «Nilan-LTD», 2014. 490 p.
9. Laboratory practical work in soil science / ed. M. F. Berezhniak. Kyiv, 2012. P. 39–49.
10. Lykhochvor V. V., Matkovska M. V. Yield of different varieties of winter barley depending on fertilizer rates, growth regulators and fungicides under conditions of the western Foreststeppe. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2017. Issue 62. P. 91–101.
11. Lykhochvor V. V., Petrychenko V. F. Fertilizers and their application. 2nd edition. Lviv : Ukrainski tekhnolohii, 2012. 324 p.
12. Liakh N. M. Influence of the protracted application of mineral fertilizers on physical-chemical properties of alcalated black-earth. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo*.

12. Лях Н. М. Влияние длительного применения минеральных удобрений на физико-химические свойства чернозема выщелоченного. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2018. Вип. 1. С. 147–148.
13. Малік М. Й. Методичні підходи до організації маркетингу інновацій наукоємного ринку агропромислового виробництва. *Економіка АПК*. 2016. Вип. 8. С. 22–26.
14. Медведєв В. В. Нормативи утворення і збереження структури ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 3. С. 9–13.
15. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях : навч. посіб. / Р. А. Вожегова та ін. Херсон : Грін Д. С., 2014. 244 с.
16. Методика польового досліду : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Грін Д. С., 2014. 372 с.
17. Новітні агротехнології в рослинництві : підручник / В. А. Мазур та ін. Вінниця : ФОП Рогальська І. О., 2017. 588 с.
18. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування сільськогосподарських культур. 5-те вид., виправ., допов. Львів : Українські технології, 2019. 806 с.
19. Рослинництво : навч. посіб. / С. М. Каленська та ін. Київ, 2005. 502 с.
20. Рудніченко Н. Природні ліки для ґрунту і джерело білка для людства. *Пропозиція*. 2019. № 1. С. 24–29.
21. Селекція та насінництво однорічних і багаторічних кормових трав: теоретичні та практичні аспекти / А. В. Кохан та ін. Полтава : Астроя, 2018. 196 с.
22. Системи сучасних інтенсивних технологій : навч. посіб. / В. Д. Паламарчук та ін. 2-ге вид., випр. і доп. Вінниця : ФОП Рогальська І. О. 2012. 370 с.
23. Чердніченко І. В. Агрофізичні показники чорнозему типового за різних систем удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2015. № 1. С. 113–117.
24. Чинчик О. С. Вплив системи удобрення та способів основного 2018. Issue 1. P. 147–148.
25. Malik M. I. Methodical approaches to the organization of innovations marketing in the knowledge-based market of agro-industrial production. *Ekonomika APK*. 2016. Issue 8. P. 22–26.
26. Medvediev V. V. Norms of creation and maintenance of soil structure. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2010. No 3. P. 9–13.
27. Methodology of the field and laboratory researches on irrigable soils : navch. posib. / R. A. Vozhehova et al. Kherson : Hrin D. S., 2014. 244 p.
28. Methods of field experiment : textbook / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Hrin D. S., 2014. 372 p.
29. The latest agrotechnology in crop production: textbook / V. A. Mazur et al. Vinnytsia : FOP Rohalska I. O., 2017. 588 p.
30. Petrychenko V. F., Lykhochvor V. V. Plant growing. New technologies of crops cultivation. 5th edition. Lviv : Ukrainski tekhnolohii, 2019. 806 p.
31. Plant growing : navch. posib. / S. M. Kalenska et al. Kyiv, 2005. 502 p.
32. Rudnichenko N. Natural remedies for soil and a source of protein for humanity. *Propozytsiia*. 2019. No 1. P. 24–29.
33. Breeding and seed production of annual and perennial fodder grasses: theoretical and practical aspects / A. V. Kokhan et al. Poltava : Astraia, 2018. 196 p.
34. Systems of modern intensive technologies: textbook / V. D. Palamarchuk et al. 2nd edition. Vinnytsia : FOP Rohalska I. O., 2012. 370 p.
35. Cherednychenko I. V. Agrophysical indexes of typical black-earth at the different fertilizing systems. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2015. No 1. P. 113–117.
36. Chynchyk O. S. Influence of the fertilization system and methods of soil treatment on the formation of pea varieties plant structure. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2013. Issue 77. P. 123–127.
37. A global perspective on agroecosystem nitrogen cycles after returning crop residue / W. Min et al. *Agriculture*,

- обробітку ґрунту на формування структури рослин сортів гороху. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 77. С. 123–127.
25. A global perspective on agroecosystem nitrogen cycles after returning crop residue / Min W. et al. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2018. Vol. 266. P. 49–54.
26. Antonova E. V., Shoeva O. Yu., Khlestkina E. K. Biochemical and genetic polymorphism of *Bromopsis inermis* populations under chronic radiation exposure. *Planta*. 2019. V. 249, № 6. P. 1977–1982.
27. Armin M. J., Asgharipour M. R., Yazdi S. K. Effects of different plant growth regulators and potting mixes on micro-propagation and mini-tuberization of potato plantlets. *Advances in Environmental Biology*. 2011. Vol. 5, № 4. P. 631–638.
28. Denisow B., Malinowski D. P. Climate change and the future of our world – implications for plant phenology, physiology, plant communities, and crop management. *Acta Agrobotanica*. 2016. Vol. 69, No 2. P. 1–4. DOI: 10.5586/aa.1683.
29. Long-term time series of legume cycles in a semi-natural montane grassland: evidence for nitrogen-driven grass dynamics? / T. Herben et al. *Functional Ecology*. 2017. Vol. 31. P. 1430–1440.
30. Tristram G. L. Functional group dominance and identity effects influence the magnitude of grassland invasion. *Journal of Ecology*. 2013. Vol. 101. P. 1114–1124.
31. 16-Year fertilization changes the dynamics of soil oxidizable organic carbon fractions and the stability of soil organic carbon in soybean-corn agroecosystem / Liu H. et al. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2018. Vol. 265. P. 320–330.
32. Özköse A., Tamkoç A. Determination of Agricultural Characteristics of Smooth Bromegrass (*Bromus inermis* Leyss) Lines under Konya Regional Conditions. *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*. 2016. Vol. 10, № 11. P. 681–684.
33. Antonova E. V., Shoeva O. Yu., Khlestkina E. K. Biochemical and genetic polymorphism of *Bromopsis inermis* populations under chronic radiation exposure. *Planta*. 2019. Vol. 249, No 6. P. 1977–1982.
34. Armin M. J., Asgharipour M. R., Yazdi S. K. Effects of different plant growth regulators and potting mixes on micro-propagation and mini-tuberization of potato plantlets. *Advances in Environmental Biology*. 2011. Vol. 5, No 4. P. 631–638.
35. Denisow B., Malinowski D. P. Climate change and the future of our world – implications for plant phenology, physiology, plant communities, and crop management. *Acta Agrobotanica*. 2016. Vol. 69, No 2. P. 1–4. DOI: 10.5586/aa.1683.
36. Long-term time series of legume cycles in a semi-natural montane grassland: evidence for nitrogen-driven grass dynamics? / T. Herben et al. *Functional Ecology*. 2017. Vol. 31. P. 1430–1440.
37. Tristram G. L. Functional group dominance and identity effects influence the magnitude of grassland invasion. *Journal of Ecology*. 2013. Vol. 101. P. 1114–1124.
38. 16-Year fertilization changes the dynamics of soil oxidizable organic carbon fractions and the stability of soil organic carbon in soybean-corn agroecosystem / H. Liu et al. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2018. Vol. 265. P. 320–330.
39. Özköse A., Tamkoç A. Determination of agricultural characteristics of smooth bromegrass (*Bromus inermis* Leyss) lines under Konya regional conditions. *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*. 2016. Vol. 10, No. 11. P. 681–684.

Отримано 03.06.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-10

УДК635.21:631.86/87:631.872

С. А. ЛЯЩЕНКО, Т. М. ОЛІЙНИК, кандидати сільськогосподарських наук

Н. А. ЗАХАРЧУК, кандидат біологічних наук

Інститут картоплярства НААН

вул. Чкалова, 22, смт. Немішаєве Бородянського р-ну Київської обл., 07853,

e-mail: sofiyalya@gmail.com

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ УДОБРЕННЯ КАРТОПЛІ В КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ НА СУПЩАНИХ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ҐРУНТАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

У статті висвітлено результати трирічних досліджень, які проводилися в Інституті картоплярства НААН у 2016–2018 рр. на базі стаціонару в короткоротаційній сівозміні. У результаті проведених досліджень встановлено, що заробка в ґрунт сидеральної маси позитивно впливає на його агрофізичні властивості, поліпшує структуру і вологоємність. Забезпечує отримання 17,7 т/га бульб картоплі ранньостиглого сорту Скарбниця.

Встановлено, що у 2016–2018 рр. погодні умови та строки проведення основних технологічних операцій склалися так, що і добрива, і способи їх внесення деякою мірою впливали на проходження основних фаз розвитку рослин картоплі. Сходи картоплі на усіх варіантах з'являлись одночасно, проте позакореневе підживлення рослин препаратами Ferticare, 2,0 кг/га і Вуксал Комбі, 3,0 л/га, Вимпел К, 2,0 л/га та Вимпел, 2,0 л/га на 1–4 дні подовжувало міжфазні періоди сходи-бутонізація-цвітіння, а відмирання картоплиння у цих варіантах розпочалося на 3–5 днів пізніше.

Встановлено, що за три роки досліджень отримані сходи рослин картоплі відрізнялися у розрізі варіантів дослідів. Так, найкращі сходи були отримані у варіантах 6, 7 та 9 – 47,3, 47,3 та 47,3 тис. шт./га; найменшим цей показник був у варіантах 5 та 3 – 45,4, 45,6 тис. шт./га. Польова схожість коливалася в межах 63,5–66,2 %. Середня польова схожість у варіантах становила 65,0 %. У середньому, за роки досліджень у варіанті 7, при внесенні найвищої норми добрив $N_{90}P_{90}K_{120}$ отримана найбільша величина листової поверхні – 31,1 тис. m^2 /га. Дещо нижчою вона була у варіанті 8 (фон + $N_{45}P_{45}K_{70}$ + Ferticare, 2,0 кг/га) – 29,7 тис. m^2 /га. На решті варіантів цей показник був нижчий і коливався від 24,5 до 32,4 тис. m^2 /га.

Найбільший урожай в середньому за три роки досліджень 25,9 т/га бульб отримано при внесенні 40 т/га гною на фоні подвійного сидерального пару та застосуванні двох обробок рослин картоплі препаратом ФітоДоктор (Спорофіт), п., 3 кг/га.

© Лященко С. А., Олійник Т. М.,
Захарчук Н. А., 2020

Найкращий економічний ефект спостерігався у варіанті, де на фоні сидерального пару вносили 40 т/га органічних добрив і проводили позакореневе підживлення препаратом Ferticare, 2,0 кг/га (позакоренево); умовно чистий прибуток становив 63296 грн при собівартості 1 тонни бульб 1292 грн.

Ключові слова: картопля, сівозміна, технологічні прийоми, удобрення, ріст, регулюючі речовини, урожайність.

Sofiya Lyashchenko, Tetiana Oliynyk, Nataliya Zakharchuk

Institute for Potato Research NAAS

Technological methods of potato fertilization in short rotation on sandy sod-podzolic soils of Polisia of Ukraine

The article highlights the results of three-year research conducted at the Institute for Potato Research in 2016–2018 within the station in short rotation. As a result of the conducted research it is established that the embedding in the soil of green manure mass has a positive influence on its agrophysical properties, improves structure and moisture capacity. It provides 17,7 t/ha of tubers of early-ripening potato variety Skarbnytsia.

It is established that in 2016-2018 the weather conditions and terms of the main technological operations were such that both fertilizers and methods of their application to some extent influenced the main development phases of potato plants. Potato seedlings appeared simultaneously in all variants, but foliar feeding of plants with Ferticare, 2,0 kg/ha and Wuxal Combi, 3,0 l/ha, Vympel K, 2,0 l/ha and Vympel, 2,0 l/ha extended the interphase periods of germination-budding-flowering for 1-4 days, and top necrosis in these variants began 3–5 days later.

It was found that for three years of research the obtained seedlings of potato plants differed in terms of experimental variants. Thus, the best seedlings were obtained in variants 6, 7 and 9 – 47,3, 47,3 and 47,3 thousand pcs/ha; this indicator was the lowest in variants 5 and 3 – 45,4, 45,6 thousand pcs/ha. Field germination ranged from 63,5 to 66,2 %. The average field germination in the variants was 65,0 %. On average, over the years of research in variant 7, when applying the highest rate of fertilizer $N_{90}P_{90}K_{120}$ the largest value of the leaf surface – 31,1 thousands m^2/ha was obtained. It was slightly lower in variant 8 (background + $N_{45}P_{45}K_{70}$ + Ferticare, 2,0 kg/ha) – 29,7 thousands m^2/ha . In other variants, this figure was lower and ranged from 24,5 to 32,4 thousands m^2/ha .

The highest yield on average in three years of research 25,9 t/ha of tubers was obtained by applying 40 t/ha of manure against the background of double green-manured fallow and the use of two treatments of potato plants with the drug FitoDoctor (Sporofit), p., 3 kg/ha.

The best economic effect was observed in the variant where against the background of green-manured fallow 40 t/ha of organic fertilizers were applied and foliar fertilization with Ferticare, 2,0 kg/ha (in a foliar way) was carried out; net operating profit amounted to UAH 63296 at cost price of 1 ton of tubers amounting to UAH 1292.

Key words: potatoes, crop rotation, technological methods, fertilizers, growth, regulating substances, yield.

Вступ. На сьогодні картопля є основною продовольчою, кормовою і технічною культурою. На перспективу виробництво картоплі слід проводити на базі інноваційного розвитку галузі, не тільки шляхом прямого збільшення капіталовкладень на одиницю посівної площі, а й із застосуванням науково обґрунтованих систем сівозмін з урахуванням регіональних особливостей, добрив, гербіцидів, вчасної сортозаміни та сортооновлення [2, 9, 10, 11, 18].

Сучасні економічні умови в аграрному секторі спонукають до пошуку технологій, побудованих на мобілізації дешевих місцевих мінеральних та органічних ресурсів. Перспективним у цьому аспекті є залучення в біологічний кругообіг вторинної продукції рослинництва сидератів та виготовлення на їх основі нового покоління органо-мінеральних біоактивних добрив, які, застосовані в дозах на порядок нижчих у порівнянні з рекомендованими дозами традиційних органічних добрив, не поступаються, а то й перевищують їх за ефективністю [5, 27].

Порівняно з іншими культурами картопля більш вимоглива до наявності поживних речовин, у зв'язку з чим вона потребує застосування значної кількості добрив. Вирішенням цього питання є використання нових сучасних органо-мінеральних добрив, які містять не тільки основні елементи живлення, а й цілий арсенал мікроелементів (мідь, молібден, марганець, цинк, бор, селен, кремній та ін.). Застосування їх найбільш ефективне в оптимальних умовах для процесів, які вони регулюють [1, 12, 16, 17].

За таких умов застосування добрив повинно забезпечувати потреби рослин в макро- та мікроелементах на всіх етапах їх органогенезу. Теперішні стимулятори росту рослин на ринку України наявні у вигляді хімічних сполук та гумінових препаратів, виділених із природних речовин органічного походження [13, 14, 15]. Позитивний вплив позакоренових підживлень на врожайність та якість бульби картоплі доведений результатами численних експериментальних досліджень у різних ґрунтово-кліматичних умовах [3, 4, 6, 21, 24, 29].

Одним із способів підвищення ефективності застосування мінеральних добрив за зменшення їх норм є використання стимуляторів росту. Завдяки синтетичним препаратам підвищуються врожайність, стійкість рослин до несприятливих погодних умов, до ураження їх шкідниками і хворобами тощо [8, 20, 22, 23, 26, 30].

Матеріали та методи. Дослідження проводилися в Інституті картоплярства в смт Немішаєве Бородянського району Київської області в стаціонарному досліді на базі чотирирічної сівозміни з основною культурою картоплі. Ґрунт дослідної ділянки – дерново-підзолистий супіщаний, типовий для зони Полісся України. Вміст гумусу в ґрунті орного шару становить 1,4 %, гідролітична кислотність рН-2,21, азот легкогідролізований – 98, рухомий фосфор – 72, обмінний калій – 100 мл/кг, кальцій і магній відповідно 4,4 та 0,5 мг екв на 100 г ґрунту, рН – 4,8 (середня кислотність).

Метеоумови весняного періоду 2016 р. були сприятливі для початку польових робіт. Підготовку ґрунту і садіння картоплі провели в оптимальні строки 17–19 квітня, що забезпечило дружню появу сходів. Травень був жаркий (15,4°C проти 14,2°C середньобогаторічної) та вологий (опадів випало на 45 мм більше у порівнянні із середньо богаторічними даними), що позитивно вплинуло на ріст і розвиток картоплі. Червень характеризувався більш посушливим періодом, оскільки опадів випало лише половинна норма. Проте на початку липня пройшли дощі, що виправили становище і дали змогу рослинам картоплі після цвітіння формувати бульби та нарощувати урожай, який в цьому році характеризувався високими показниками продуктивності.

Метеоумови весняного періоду 2017 р. були сприятливі для початку польових робіт. Підготовку ґрунту і садіння картоплі провели в оптимальні строки 5–7 квітня, що забезпечило дружню появу сходів. Травень був жаркий (14,5°C проти 14,2°C середньобогаторічної) та сухий (опадів випало на 28 мм менше у порівнянні із середньо богаторічними даними), що негативно вплинуло на початковий ріст і розвиток рослин картоплі. Червень характеризувався ще більш посушливим періодом, оскільки опадів випало лише 37 мм проти 80 мм середньобогаторічних.

Метеоумови вегетаційного періоду 2018 р. були дуже несприятливі як для початку польових робіт, садіння картоплі і особливо для росту та розвитку рослин, що також значно позначилося на величині врожайності та якісних показників бульб ранньостиглого сорту Скарбниця. Травень був дуже жаркий (19,6°C проти 14,2°C середньобогаторічної) та сухий (опадів випало на 37 мм менше у порівнянні із середньо богаторічними даними), що негативно вплинуло на початковий ріст і розвиток рослин картоплі. Червень характеризувався також посушливим періодом, оскільки опадів випало лише 57 мм проти 80 мм середньобогаторічних, а температура повітря

була вища на 4,5°C у порівнянні з середньобагаторічною. Проте вже в липні пройшли дощі (74 мм проти середньобагаторічних 85 мм), що деякою мірою виправили становище і дали змогу рослинам картоплі після цвітіння формувати бульби та нарощувати урожай, який в цьому році був значно менший у порівнянні з 2016 і 2017 рр., характеризувався високим виходом насінневої фракції бульб та низькими якісними показниками бульб.

Дослідження проводилися з ранньостиглим сортом Скарбниця.

Дослід загальною площею 0,25 га було закладено в чотирьох повтореннях, розмір посівної ділянки 60, облікової – 36 м², ділянки 8-рядкові.

Схема досліду

1. Сидеральний пар (фон) – контроль.
2. Фон + регулятор росту Вимпел К к.р. (обприскування рослин після сходів та перед бутонізацією, 2,0 л/га).
3. Фон + регулятор росту Вимпел к.р. (обприскування рослин після сходів та перед бутонізацією, 2,0 л/га).
4. Фон + гній 40 т/га.
5. Фон + гній 40 т/га + позакореневе підживлення рослин препаратом Ferticare, 2,0 кг/га.
6. Фон + гній 40 т/га + позакореневе підживлення рослин препаратом Вуксал Комбі В, 3,0 л/га.
7. Фон + N₉₀P₉₀K₁₂₀.
8. Фон + N₄₅P₄₅K₇₀ + позакореневе підживлення рослин препаратом Ferticare, 2,0 кг/га + Фітодоктор, 1,0 л/га по вегетації.
9. Фон + N₃₀P₃₀K₄₅ + позакореневе підживлення рослин препаратом Вуксал Комбі, 3,0 л/га + Фітоцид, 1,0 л/га по вегетації.

Догляд за посівами картоплі загальноприйнятий для зони Полісся [25]. Попередник картоплі – подвійний люпиновий пар. Із сидеральною масою в ґрунт надійшло азоту 45,0, фосфору 31,1, калію 72,7 кг та 1557 кг/га вуглецю.

Позакореневе підживлення рослин водорозчинними добривами проводили у фазу повних сходів та в період бутонізації картоплі. Комплексне добриво Ferticare виробництва Фінляндії у своєму складі містить 14 % азоту, 11,5 % фосфору, 25 % калію та комплекс мікроелементів (магній, сірка, бор, мідь, залізо, марганець, цинк, молібден, кобальт). Комплексне добриво Вуксал виробництва фірми «Аглюкон» Німеччина містить 7,5 % азоту, 15 калію, 4,5 магнію, 24 кальцію та мікроелементи: бор, мідь, цинк, залізо, марганець і молібден. Гній ВРХ підстилковий вносили восени згідно зі схемою

досліді і заробляли в ґрунт важкою дисковою бороною. За даними аналізу Київського обласного державного проєктно-технологічного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції, гній мав такий склад: азот нітратний 475 мг/кг, азот амонійний 0,085 %, фосфор загальний 0,60 %, калій загальний 1,69 %, органічна речовина 35 %, зола 65 %, рН 8,6. З гноєм у ґрунт внесено по 27 кг/га азоту нітратного, 38 кг/га азоту амонійного, 88 кг/га фосфору і 120 кг/га калію. Урожай картоплі збирали подільно, результати досліджень обробляли методом дисперсійного аналізу.

Результати та обговорення. Дерново-підзолисті ґрунти характеризуються досить високою щільністю. У нашому досліді щільність ґрунту визначалася методом ріжучого циліндра в модифікації М. О. Качинського в кожному 0–10 см шарі до глибини 30 см.

Результати досліджень показують, що в умовах 2016–2018 рр. температурний режим, опади, добрива та способи їх внесення суттєво впливали на запаси продуктивної вологи в ґрунті. До сходів картоплі ці запаси в шарі 0–20 см становили від 21,8 до 24,4 мм, а в шарі 0–50 см – від 63,1 до 81,9 мм. Протягом вегетації цей показник змінювався і на період відмирання картоплиння варіант 1 (сидеральний пар), варіант 4 (фон + гній, 40 т/га) та варіант 8 (фон + $N_{45}P_{45}K_{70}$) найкраще утримували продуктивну вологу у шарі 0–20 см, її вміст становив відповідно 13,2; 11,4 та 11,4 мм; а у шарі 0–50 см варіант 4 (фон + гній, 40 т/га), варіант 7 (фон + $N_{90}P_{90}K_{120}$) та варіант 8 (фон + $N_{45}P_{45}K_{70}$) – 32,5; 32,2 та 32,0 мм. Отже, в середньому за три роки досліджень найвищий вміст продуктивної вологи був у контрольному варіанті та варіанті із застосуванням органічних добрив. У 2016–2018 рр. погодні умови та строки проведення основних технологічних операцій склалися так, що і добрива, і способи їх внесення деякою мірою впливали на проходження основних фаз розвитку рослин картоплі (табл. 1).

Сходи картоплі на усіх варіантах з'являлись одночасно, проте позакореневе підживлення рослин препаратами Ferticare, 2,0 кг/га і Вуксал Комбі, 3,0 л/га, Вимпел К, 2,0 л/га та Вимпел, 2,0 л/га на 1–4 дні подовжувало міжфазні періоди сходів-бутонізація-цвітіння, а відмирання картоплиння у цих варіантах розпочалося на 3–5 днів пізніше.

Зрідженість посівів часто є основною причиною низьких урожаїв картоплі. Ніякими агротехнологічними прийомами не можна компенсувати недобору урожаю від недостатньої густоти насаджень.

1. Вплив агротехнологічних прийомів на проходження міжфазних періодів розвитку рослин картоплі сорту Скарбіння, 2016–2018 рр.

Варіанти дослідів	Кількість днів від садіння до:			
	сходів	буто-нізації	цвітіння	відмирання
1. Сидеральний пар (фон) – контроль	33	59	64	112
2. Фон + РР Вимпел К, 2,0 л/га (позакоренево)	33	60	65	117
3. Фон + РР Вимпел, 2,0 л/га (позакоренево)	33	60	66	115
4. Фон + гній, 40 т/га	33	60	65	112
5. Фон + гній, 40 т/га + Ferticare, 2,0 кг/га (позакоренево)	33	63	66	115
6. Фон + гній, 40 т/га + Вуксал Комбі, 3,0 л/га (позакоренево)	33	62	65	115
7. Фон + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	33	62	67	115
8. Фон + N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀ + Ferticare, 2,0 кг/га (позакоренево)	33	60	67	115
9. Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₄₅ + Вуксал Комбі, 3,0 л/га (позакоренево)	33	62	67	115

В нашому досліді густота сходів рослин, а також польова схожість більшою мірою залежала від якості підготовленого садивного матеріалу, справності садивних механізмів та погодних умов року.

Отримані у 2016 році дані підтвердили, що сходи рослин картоплі відрізнялися за варіантами дослідів. Так, на варіантах 2 і 5 було отримано найбільшу кількість сходів, що відповідно становила 47,7 та 47,8 тис. шт./га. Польова схожість у цих варіантах теж була найбільшою (95,4 та 95,6 %). Зріджені сходи отримали у 3 та 4 варіантах – 44,2 та 43,8 тис. рослин на 1 га. Відповідно і польова схожість тут була найнижчою і становила 88,4 та 87,6 %. Середня густота сходів рослин картоплі у досліді становила 46,1 тис. шт./га, а середня польова схожість по варіантах – 92,1 %.

2017 рік характеризувався такими показниками: у варіантах 2 та 6 спостерігалася найбільша густота насаджень картоплі – 45,2 та 45,0 тис. шт./га при польовій схожості бульб 75,3 та 75,0 %. Найменшим цей показник був у варіанті 5 і становив 42,7 тис. шт./га при польовій схожості 71,2 %. Середня густота сходів рослин картоплі

за варіантами дослідів становила 44,1 тис. шт./га, а середня польова схожість – 73,5 %.

У 2018 р. найвищу густоту отримано на варіантах 4 та 7, що склала 50,7 і 51,0 тис. шт./га, при польовій схожості 70,9 та 71,3 %, а найменшу на варіанті 8–46,0 тис. шт./га при польовій схожості 64,3 %. Середня густина сходів рослин картоплі у досліді становила 48,8 тис. шт./га, а середня польова схожість по варіантах – 68,2 % (табл. 2).

2. Вплив агротехнологічних прийомів на густоту рослин та польову схожість картоплі сорту Скарбіння.

Варіанти дослідів	Середнє, 2016–2018 рр.	
	густина рослин тис. шт./га	польова схожість, %
1. Сидеральний пар (фон) – контроль	46,2	64,6
2. Фон + РР Вимпел К, 2,0 л/га (позакоренево)	46,3	64,8
3. Фон + РР Вимпел, 2,0 л/га (позакоренево)	45,6	63,8
4. Фон + гній, 40 т/га	46,1	64,5
5. Фон + гній, 40 т/га + Fertilcare, 2,0 кг/га (позакоренево)	45,4	63,5
6. Фон + гній, 40 т/га + Вуксал Комбі, 3,0 л/га (позакоренево)	47,3	66,2
7. Фон + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	47,3	66,2
8. Фон + N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀ + Fertilcare, 2,0 кг/га (позакоренево)	46,5	65,1
9. Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₄₅ + Вуксал Комбі, 3,0 л/га (позакоренево)	47,3	66,2

Встановлено, що у 2018 р. в зв'язку із складними погодними умовами отримано зрізнені сходи рослин картоплі. За запланованої густоти 71,5 тис./шт. га отримано в середньому по досліді 37,2 тис./шт. га. Найвищим цей показник спостерігався у варіанті 6 (фон + гній, 40 т/га + Вуксал Комбі, 3,0 л/га) і становив відповідно 40,5 тис./шт. га.

Встановлено, що за три роки досліджень отримані сходи рослин картоплі відрізнялися у розрізі варіантів дослідів. Так, найкращі сходи були у варіантах 6, 7 та 9 – 47,3, 47,3 та 47,3 тис. шт./га; найменшим

цей показник був у варіантах 5 та 3 – 45,4, 45,6 тис. шт./га. Польова схожість коливалася в межах 63,5–66,2 %. Середня польова схожість у варіантах становила 65,0 %. Важливу роль у формуванні врожаю бульб картоплі відіграє густота стеблостою. Аналіз бульб свідчив, що ранньостиглий сорт Скарбниця утворює в середньому 4,6 продуктивних стебла.

У 2018 р., було відзначено знижену кількість продуктивних стебел у порівнянні з попередніми роками. Слід відзначити, що у варіантах, де на фоні сидерального пару вносили 40 т/га гною, кількість стебел була менша, ніж у варіантах лише із застосування подвійного сидерату (табл. 3).

3. Вплив агротехнологічних прийомів на густоту стеблостою рослин картоплі, сорт Скарбниця, 2016–2018 рр.

Варіанти дослідів	Кількість стебел на 1 рослину, шт.	Густота стеблостою, тис. шт./га
1. Сидеральний пар (фон) – контроль	4,0	182,6
2. Фон + РР Вимпел К, 2,0 л/га (позакоренево)	4,2	192,6
3. Фон + РР Вимпел, 2,0 л/га (позакоренево)	4,3	195,6
4. Фон + гній, 40 т/га	4,1	189,2
5. Фон + гній, 40 т/га + Ferticare, 2,0 кг/га (позакоренево)	4,2	191,4
6. Фон + гній, 40 т/га + Вуксал Комбі, 3,0 л/га (позакоренево)	4,0	189,6
7. Фон + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	4,5	214,0
8. Фон + N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀ + Ferticare, 2,0 кг/га (позакоренево)	4,4	205,9
9. Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₄₅ + Вуксал Комбі, 3,0 л/га (позакоренево)	4,3	202,4

Найвищим цей показник був у варіанті, де на фоні сидерального пару вносили 40 т/га гною і використовували препарат Ferticare, 2,0 кг/га, і становив відповідно 4,0. Така ж тенденція спостерігалася і за густотою стеблостою. Найвищі показники отримано у варіантах 7 та 8 – 144,0 тис. шт./га та 143,2 тис. шт./га. Встановлено, що за три роки досліджень кількість стебел на одну рослину у розрізі варіантів

коливалася від 4,0 до 4,5, а показник густоти стеблостою – 182,6 тис. шт./га (контрольний варіант); 214,0 тис. шт./га (Фон + $N_{90}P_{90}K_{120}$).

Різні агротехнологічні прийоми неоднаково впливали на ріст і розвиток рослин картоплі. За три роки досліджень спостерігалася така динаміка в сторону збільшення висоти рослин картоплі: у перших трьох варіантах, де на фоні сидерального пару проводилося позакореневе підживлення, цей показник становив 53,9 см; у варіантах, де застосовували органічні добрива і підживлення – 58,2 см і у варіантах, де застосовувались різні норми мінеральних добрив та позакореневе підживлення – 66,8 см (табл. 4).

4. Вплив агротехнологічних прийомів на висоту рослин картоплі сорту Скарбниця, см.

Варіанти дослідів	Середнє за 2016–2018 рр.
1. Сидеральний пар (фон) – контроль	50,7
2. Фон + РР Вимпел К, 2,0 л/га (позакоренево)	54,4
3. Фон + РР Вимпел, 2,0 л/га (позакоренево)	56,7
4. Фон + гній, 40 т/га	59,9
5. Фон + гній, 40 т/га + Ferticare, 2,0 кг/га (позакоренево)	59,0
6. Фон + гній, 40 т/га + Вуксал Комбі, 3,0 л/га (позакоренево)	57,4
7. Фон + $N_{90}P_{90}K_{120}$	66,2
8. Фон + $N_{45}P_{45}K_{70}$ + Ferticare, 2,0 кг/га (позакоренево)	66,2
9. Фон + $N_{30}P_{30}K_{45}$ + Вуксал Комбі, 3,0 л/га (позакоренево)	67,3

Слід відзначити, що цей показник залежав не лише від агротехнологічних прийомів, що застосовувались у досліді, а й від погодних умов.

Продуктивність рослин картоплі тісно пов'язана з нагромадженням вегетативної маси, асиміляційної поверхні та періоду її функціонування. Одержані трирічні дані свідчать, що застосовані у досліді прийоми удобрення мали значний вплив на формування листової поверхні рослин картоплі. Оскільки оптимальною площею листя вважається 40–50 тис. м²/га., то лише в окремі роки деякі варіанти (4, 7, 8) відповідали цьому показнику. У 2018 р. ні на одному

з варіантів ми не отримали оптимальної асиміляційної поверхні (показник був в межах 7,5-14,1 тис. м²/га).

У середньому, за роки досліджень у варіанті 7, за внесення найвищої норми добрив N₉₀P₉₀K₁₂₀ відзначена найбільша величина листової поверхні – 31,1 тис. м²/га (табл. 5).

5. Вплив агротехнологічних прийомів на асиміляційну поверхню рослин картоплі сорту Скарбниця, тис. м²/га.

Варіанти дослідів	Середнє за 2016–2018 рр.
1. Сидеральний пар (фон) – контроль	21,1
2. Фон + РР Вимпел К, 2,0 л/га (позакоренево)	23,8
3. Фон + РР Вимпел, 2,0 л/га (позакоренево)	20,3
4. Фон + гній, 40 т/га	28,5
5. Фон + гній, 40 т/га + Ferticare, 2,0 кг/га (позакоренево)	26,3
6. Фон + гній, 40 т/га + Вуксал Комбі, 3,0 л/га (позакоренево)	27,5
7. Фон + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	31,1
8. Фон + N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀ + Ferticare, 2,0 кг/га (позакоренево)	29,7
9. Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₄₅ + Вуксал Комбі, 3,0 л/га (позакоренево)	24,7

Дещо нижчою вона була у варіанті 8 (фон + N₄₅P₄₅K₇₀ + Ferticare, 2,0 кг/га) – 29,7 тис. м²/га. На решті варіантів цей показник був нижчий і коливався від 20,3 до 28,5 тис. м²/га. Отже, позакореневе підживлення було більш ефективне у варіантах із сумісним застосуванням сидерального пару і мінеральних добрив, ніж там, де воно проводилося лише по сидеральному фоні: різниця між варіантами становила відповідно 5,9 та 4,4 тис. м²/га. Аналіз результатів досліджень 2016 р. підтвердив високу ефективність використання органічної маси сидеральних культур. Заробка в ґрунт 31,7 т/га зеленої та кореневої маси сидеральних культур, що відповідає 96 кг/га азоту, 38 кг/га фосфору і 63 кг/га калію, забезпечила отримання на дерново-підзолистому ґрунті в умовах 2016 року 23,0 т/га високоякісних бульб картоплі раннього сорту Скарбниця. Середній вихід насіннєвих стандартних бульб становив 58,0 % за коефіцієнта розмноження 4,1. Застосування на сидеральному фоні препаратів для захисту рослин від хвороб та шкідників мало різнилося між собою і в середньому дали

23,6 т бульб з 1 га, що на 0,6 т/га більше від контрольного варіанта. Гарні результати з урожайності картоплі одержані за внесення органічних добрив на фоні подвійного сидерального пару (вар. 4). За внесення 40 т/га підстилкового гною на фоні 37,1 т/га заробленої в ґрунт органічної маси одержано врожайність 30,4 т/га бульб. Приріст урожаю становив 7,4 т/га або 22,4 %. Обприскування рослин картоплі у фазу повних сходів та в період бутонізації препаратом ФітоДоктор забезпечило приріст урожаю бульб 2,8 т/га (вар. 5). Внесення по вегетації Фітоциду на фоні сидерального пару і внесення 40 т/га гною забезпечило приріст врожайності 1,8 т/га (вар. 6). Приріст урожаю на цих варіантах відносно контролю становив 10,2 та 9,2 т/га. На варіанті 7 отримано 38,5 т/га бульб картоплі. Обробка бульб перед садінням та обприскування рослин по вегетації препаратом ФітоДоктор дало прибавку 1,2 т/га (вар. 8), а препаратом Фітоцид 0,5 т/га (вар. 9). У порівнянні до контролю прибавка становила 6,7 та 5,0 т/га (табл. 6).

6. Врожайність картоплі сорту Скарбниця залежно від застосування сидерального пару, внесення органічних добрив 2016–2018 рр.

Варіанти дослідів	Урожайність бульб, т/га				
	рік			се- редня	± до конт- ролю
	2016	2017	2018		
1. Сидеральний пар (фон) – контроль	23,0	18,1	12,1	17,7	-
2. Фон + РР Вимпел К, 2,0 л/га (позакоренево)	23,7	18,3	13,4	18,5	+0,8
3. Фон + РР Вимпел, 2,0 л/га (позакоренево)	23,5	18,2	13,7	18,5	+0,8
4. Фон + гній, 40 т/га	30,4	25,6	14,5	23,5	+5,8
5. Фон + гній, 40 т/га + Ferticare, 2,0 кг/га (позакоренево)	33,2	28,5	15,9	25,9	+8,2
6. Фон + гній, 40 т/га + Вуксал Комбі, 3,0 л/га (позакоренево)	32,2	27,1	17,7	25,7	+8,0
7. Фон + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	28,5	23,0	13,2	21,6	+3,9
8. Фон + N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀ + Ferticare, 2,0 кг/га (позакоренево)	29,7	24,7	14,5	23,0	5,3
9. Фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₄₅ + Вуксал Комбі, 3,0 л/га (позакоренево)	28,0	21,5	16,4	22,0	+4,3
НІР ₀₅	5,4	7,58	5,21		

Заробка в ґрунт 36,6 т/га зеленої та кореневої маси сидеральних культур, що відповідає 59,7 кг/га азоту, 43,8 кг/га фосфору і 96,8 кг/га калію, забезпечила отримання на дерново-підзолиستому ґрунті в умовах 2017 р. 18,1 т/га високоякісних бульб картоплі раннього сорту Скарбниця. Середній вихід насіннєвих стандартних бульб становив 77,3 %. Застосування на сидеральному фоні препаратів для захисту рослин від хвороб та шкідників мало різнилося як між собою (18,3 та 18,2 т/га), так і в порівнянні з контрольним варіантом і в середньому дали 18,3 т бульб з 1 га, що лише на 0,15 т/га більше від контрольного варіанта. Навіть враховуючи кількість та характер випадання опадів (яких майже не було) впродовж вегетаційного періоду вдалося отримати позитивні результати за врожайністю картоплі з внесенням органічних добрив на фоні подвійного сидерального пару (вар. 4). За внесення 40 т/га підстилкового гною на фоні заробленої в ґрунт органічної маси сидеральних культур одержано врожайність 25,6 т/га бульб. Приріст урожаю становив 7,5 т/га або 22,4 %. Обприскування рослин картоплі у фазу повних сходів та в період бутонізації препаратом ФітоДоктор забезпечило приріст урожаю бульб 2,9 т/га (вар. 5). Внесення по вегетації Фітоциду на фоні сидерального пару і внесення 40 т/га гною забезпечило приріст врожайності 1,5 т/га (вар. 6). Прибавка урожаю на цих варіантах відносно контролю становила 10,4 та 9,0 т/га. На варіанті 7 отримано 23,0 т/га бульб картоплі. Обробка бульб перед садінням та обприскування рослин по вегетації препаратом ФітоДоктор дало прибавку 6,6 т/га (вар. 8), а препаратом Фітоцид 3,4 т/га (вар. 9) (табл. 6).

Результати обліку урожаю підтвердили, що в середньому за три роки досліджень на контрольному варіанті (сидеральний пар) було отримано 17,7 т/га бульб картоплі ранньостиглого сорту Скарбниця. Найвищу врожайність бульб картоплі було отримано у варіанті, де на фоні подвійного сидерального пару вносили 40 т/га гною і проводили обробку ФітоДоктор (Спорофіт), 2 обробки по вегетації, 3 кг/га (вар. 5). Цей показник становив 15,9 т/га, а в середньому за 3 роки – 25,9 т/га. Приріст врожайності відповідно до контролю становив 8,2 т/га. Лише на 0,2 т/га меншу врожайність в середньому за три роки досліджень встановлено на 6 варіанті (Фон + гній 40 т/га + Фітоцид, р., 4 обробки по вегетації, 1,0 л/га) – 25,7 т/га. Внесення 40 т/га гною на фоні подвійного сидерального пару дало приріст у 5,8 т/га при середній врожайності 23,5 т/га (вар. 4) (табл. 6).

Розрахунок економічної ефективності показав, що і умовно чистий прибуток, і норма рентабельності були досить високі. Найбільший умовно чистий прибуток отримано на варіанті 5 – він становив 63296 грн/га за норми рентабельності 171,9 %. Найменші показники отримано на варіанті 3, що становили відповідно 32653 грн./га та 104,4 % рентабельності (табл. 7).

7. Економічна ефективність застосування добрив та позакореневого підживлення за вирощування картоплі

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га	Вартість урожаю, грн./га	Затрати на 1 га, грн	Умовно чистий прибуток з 1 га, грн	Собівартість 1 т урожаю, грн	Норма рентабельності, %
1	17,7	63585	29662	33923	1639	114,4
2	18,5	64288	30900	33388	1689	108,1
3	18,5	63937	31284	32653	1719	104,4
4	23,5	89933	36541	53392	1427	146,1
5	25,9	100121	36825	63296	1292	171,9
6	25,7	95202	37147	58055	1371	156,3
7	21,6	80799	33198	47601	1443	143,4
8	23,0	86771	32590	54181	1319	166,3
9	22,0	75529	32128	43401	1494	135,1

Висновки

1. В результаті проведених досліджень встановлено, що заробка в ґрунт сидеральної маси позитивно впливає на його агрофізичні властивості, поліпшує структуру і вологемність. Забезпечує отримання 17,7 т/га картоплі ранньостиглого сорту Скарбниця.

2. Найбільший урожай в середньому за три роки досліджень 25,9 т/га картоплі отримано за внесення 40 т/га гною на фоні подвійного сидерального пару та застосуванні двох обробок рослин картоплі препаратом ФітоДоктор (Спорофит), 3 кг/га.

3. Найкращий економічний ефект спостерігався у варіанті, де на фоні сидерального пару вносили 40 т/га органічних добрив і проводили позакореневе підживлення препаратом Ferticare, 2,0 кг/га (позакореневе); умовно чистий прибуток становив 63296 грн при собівартості 1 т картоплі 1292 грн.

Список використаної літератури

1. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів / В. П. Патики та ін. ; за ред. В. П. Патики. Київ : Основа. 2005. 300 с.
2. Агроекологічні основи вирощування картоплі / В. М. Положенець та ін. Київ : Свет. 2008. 196 с.
3. Агроекологія : посібник / А. М. Фесенко та ін.; за ред. О. В. Солошенка, А. М. Фесенко. Харків, 2013. 291 с.
4. Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту : навч. посіб. / М. С. Чернілевський та ін. Житомир : ЖНАЕУ. 2012. 84 с.
5. Балюк С. А., Бацула О. О., Тимчук В. М. Органічні добрива. *Посібник українського хлібороба*. Київ, 2010. С. 128–134.
6. Бикін А. В. Вплив позакореневого підживлення на врожайність та якість бульб картоплі чіпсового напрямку вирощування. *Науковий вісник НУБіП України*. 2010. Вип. 149. С. 91–96.
7. Біологічні особливості картоплі : електронна енциклопедія сільського господарства (електронний ресурс). Режим доступу: <http://www.AgroScience.com.ua>. 2008–2009. (дата звернення: 11.09.2019).
8. Биорегуляция микробно-растительных систем / под ред. Г. А. Иутинской, С. П. Пономаренко. Киев : Ничлава. 2010. 464 с.
9. Бондарчук А. А. Наукове забезпечення виробництва картоплі в Україні. *Картоплярство* : міжвід. темат. наук. зб. Київ : Аграрна наука. 2004. Вип. 33. С. 3–9.
10. Бондарчук А. А. Стан та пріоритетні напрямки розвитку галузі картоплярства в Україні. *Картоплярство*. 2008. № 37. С. 7–12.
11. Бондарчук А. А., Колтунов В. А., Кравченко О. А. Картопля: вирощування, якість, збереження. Київ : КИТ. 2009. 232 с.
12. Ботаніка з основами екології : навч. посіб. / М. М. Світельський та ін. ; за заг. ред. М. М. Світельського. 2-ге вид.

References

1. Agroecological assessment of mineral fertilizers and pesticides / V. P. Patyky et al. ; za red. V. P. Patyky. Kyiv : Osnova. 2005. 300 p.
2. Agroecological bases of potato cultivation / V. M. Polozhenets et al. Kyiv : Svit. 2008. 196 p.
3. Agroecology : a guide / A. M. Fesenko et. al. ; za red. O. V. Soloshenka, A. M. Fesenko. Kharkiv, 2013. 291 p.
4. Agrotechnical requirements and assessment of tillage quality : textbook way. / M. S. Chernilevskiy et. al. Zhytomyr : ZNAU. 2012. 84 p.
5. Baliuk S. A., Batsula O. O., Tymchuk V. M. Orhanichni dobryva. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. Kyiv, 2010. P. 128–134.
6. Bykin A. V. Influence of foliar fertilization on yield and quality of potato tubers of chips direction of use. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy*. 2010. Issue. 149. P. 91–96.
7. Biological features of potatoes: electronic encyclopedia of agriculture (electronic resource). Access mode: upu: <http://www.AgroScience.com.ua>. 2008–2009. (date of application: 11.09.2019).
8. Bioregulation of microbial plant systems / pod red. H. A. Yutynskoi, S. P. Ponomarenko. Kyiv : Nychlavaio 2010. 464 p.
9. Bondarchuk A. A. Scientific support of potato production in Ukraine. *Kartopliarstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. Kiev : Aharna nauka. 2004. Issue 33. P. 3–9.
10. Bondarchuk A. A. Status and priority areas of development of the potato industry in Ukraine. *Kartopliarstvo*. 2008. No 37. P. 7–12.
11. Bondarchuk A. A., Koltu-nov V. A., Kravchenko O. A. Kartoplia: vyroshchuvannya, yakist, zberezhenhnia. Kyiv: KYT, 2009. 232 p.
12. Botany with the basics of ecology : textbook way. / M. M. Svitelskyi et al. ; za zah. red. M. M. Svitelskoho. 2-he vyd. Zhytomyr : Ruta. 2015. 376 p.

Житомир : Рута. 2015. 376 с.

13. Брошчак І. С. Під впливом регуляторів росту. *Захист і карантин рослин* : міжвід. темат. наук. зб. Київ, 2005. Вип. 4. С. 21.

14. Брошчак І. С. Регулятори росту – важливий резерв підвищення врожайності і якості картоплі. *Картоплярство* : міжвід. темат. наук. зб. Київ, 2004. Вип. 33. С. 42–49.

15. Брошчак І. С., Ковтунік І. М. Застосування регуляторів росту і розвитку рослин при вирощуванні картоплі. *Захист і карантин рослин* : міжвід. темат. наук. зб. Київ, 2003. Вип. 49. С. 313–316.

16. Бунчак О. М. Вплив органічних добрив універсальної дії (ОДУД) на урожайність і якість бульб картоплі. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. Кам'янець Подільський, 2010. № 18. С. 140–145.

17. Ворона Л. І., Ткачук В. П. Технологія вирощування картоплі на основі засобів біологізації в умовах Полісся. *Посібник українського хлібороба* : науково-виробничий щорічник. 2010. Харків : ТОВ «АКАДЕМПРЕС». 296 с.

18. Вплив добрив у сівозміні на родючість ґрунту і продуктивність культур / С. Е. Дегодіук та ін. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2010. Вип. 4. С. 3–10.

19. Гудзь В. П. Вплив сидерату і способів основного обробітку ґрунту на об'ємну масу та водоспоживання посівів картоплі. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України* : електрон. журн. 2011. № 1 (23). Режим доступу: <http://nd.nubip.edu.ua/2011-1/11krbcsp.pdf>. 2223-1609 (дата звернення: 12.02.2020).

20. Ефективність застосування біологічних препаратів у посівах сільськогосподарських культур і їх сумішей з гербіцидами / З. М. Грицаєнко та ін. *Посібник українського хлібороба. Спецвипуск «Рекомендації з вирощування якісного зерна та підняття його класності»*. Київ :

13. Broshchak I. S. Under the influence of growth regulators. *Zakhyst i karantyn roslyn* : mizhvid. temat. nauk. zb. Kyiv, 2005. Issue 4. P. 21.

14. Broshchak I. S. Growth regulators are an important reserve for increasing the yield and quality of potatoes. *Kartopliarstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. Kyiv, 2004. Issue 33. P. 42–49.

15. Broshchak I. S., Kovtunyk I. M. Application of plant growth and development regulators in potato growing. *Zakhyst i karantyn roslyn* : mizhvid. temat. nauk. zb. Kyiv, 2003. Issue 49. P. 313–316.

16. Bunchak O. M. Influence of organic fertilizers of universal action (ODUD) on yield and quality of potato tubers. *Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnoho ahrarno-tekhnichnoho universytetu*. Kam'ianets Podilskyi, 2010. No 18. P. 140–145.

17. Vorona L. I., Tkachuk V. P. Tekhnolohiia vyroshchuvannia kartopli na osnovi zasobiv biolohizatsii v umovakh Polissia. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba* : naukovo-vyrobnychy shchorichnyk. 2010. Kharkiv : TOV «AKADEMPRES». 296 p.

18. Influence of fertilizers in crop rotation on soil fertility and crop productivity / S. E. Dehodiuk et. al. *Zb. nauk. pr. NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN»*. 2010. Issue 4. P. 3–10.

19. Hudz V. P. Influence of green manure and methods of basic tillage on bulk density and water consumption of potato crops. *Naukovi dopovidi Nats. un-tu biosursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy* : elektron. zhurn. 2011. No 1 (23). Access mode: <http://nd.nubip.edu.ua/2011-1/11krbcsp.pdf>. 2223-1609. (date of application: 12.02.2020).

20. Efficacy of biological preparations in crops and their mixtures with herbicides / Z. M. Hrytsaienko et. al. *Pos. ukrainskoho khliboroba. Spetsvyпуск «Rekomendatsii z vyroshchuvannia yakisnoho zerna ta pidniattia yoho klasnosti»*. Kyiv : AKADEMPRES. 2009. P. 83–94.

21. The effectiveness of biologically effective drugs and fertilizers in growing

- АКАДЕМПРЕС. 2009. С. 83–94.
21. Ефективність застосування біологічно-ефективних препаратів та добрив при вирощуванні картоплі в умовах правобережного Лісостепу України / І. С. Поліщук та ін. *Сільське господарство та лісівництво*. 2015. № 2. С. 18–26.
22. Ільчук Р. В., Ільчук Л. А. Вплив способів і строків застосування регулятора росту вермистим на врожайність і якісні показники сортів картоплі різних груп стиглості. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2010. Вип. 52(2). С. 39–48.
23. Ільчук Р. В., Ільчук Ю. Р. Вплив позакореневого підживлення моно- і мікродобривами та стимулятором росту на врожайність картоплі. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2013. № 55 (1). С. 51–59.
24. Кармазіна Л. С., Петренко А. М. Ефективність позакореневого підживлення під час вирощування картоплі. *Картоплярство*. 2011. № 40. С. 224–232.
25. Картоплярство: методика дослідної справи. / за ред. А. А. Бондарчука, В. А. Колтунова. Вінниця : ТВОРИ. 2019. 652 с.
26. Коваленко О. Л., Коваленко О. А. Застосування регуляторів та стимуляторів росту рослин при розмноженні оздоровленого насіннєвого матеріалу картоплі в умовах Полісся України. *Луб'яні та технічні культури*. 2014. Вип. 3. С. 122–126.
27. Кропивницький Р. Б. Вплив способів основного обробітку ґрунту та елементів біологізації на продуктивність картоплі в умовах правобережного Полісся України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к-та с.-г. наук : спец. 06.01.01 “Загальне землеробство”. Київ, 2013. 21 с.
28. М'ялковський Р. О. Фотосинтетична діяльність рослин ранньої картоплі залежно від різних норм добрив. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків* : зб. наук. праць НААН. Київ, 2013. Вип. 17(1). potatoes in the right-bank forest-steppe of Ukraine / I. S. Polishchuk et. al. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2015. No 2. P. 18–26.
22. Ilchuk R. V., Ilchuk L. A. Influence of methods and terms of application of growth regulator vermistim on productivity and qualitative indicators of grades of potatoes of various groups of ripeness. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2010. Issue 52(2). P. 39–48.
23. Ilchuk R. V., Ilchuk Yu. R. Influence of foliar fertilization with mono- and microfertilizers and growth stimulant on potato yield. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2013. No 55 (1). P. 51–59.
24. Karmazina L. Ye., Petrenko A. M. Efficiency of foliar feeding during potato growing. *Kartopliarstvo*. 2011. No 40. P. 224–232.
25. Kartopliarstvo: metodyka doslidnoi spravy / za red. A. A. Bondarchuka, V. A. Koltunova. Vinnytsia : TVORY. 2019. 652 p.
26. Kovalenko O. L., Kovalenko O. A. Application of plant growth regulators and stimulators in the propagation of healthy potato seed material in the conditions of Polissya of Ukraine. *Lubiani ta tekhnichni kultury*. 2014. Issue 3. P. 122–126.
27. Kropyvnytskyi R. B. Influence of methods of basic tillage and elements of biologization on potato productivity in the conditions of the right-bank Polissya of Ukraine : author's ref. dis. for science. degree to-and s.-g. Science : special. 06.01.01 «General agriculture». Kiev, 2013. 21 p.
28. M'ialkovskiy R. O. Photosynthetic activity of early potato plants depending on different fertilizer rates. *Naukovi pratsi instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv* : zb. nauk. prats NAAN. Kyiv, 2013. Issue 17(1). P. 217–220.
29. Polishchuk V. O. Influence of microfertilizers and biological product on the formation of potato tuber weight. Materials International scientific-practical conference dedicated to the memory of the dean of the faculty of agronomy M. F. Rybaka

C. 217–220.

29. Поліщук В. О. Вплив мікродобрив і біопрепарату на формування ваги бульб картоплі. Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої пам'яті декана агрономічного факультету М. Ф. Рибачка «Інноваційний розвиток АПК: проблеми та їх вирішення» (м. Житомир, 19–20 листоп. 2015 р.). Житомирський національний агроєкологічний університет, 2015. С. 114–118.

30. Поліщук І. С., Поліщук М. І., Палагнюк О. В. Вплив біопрепаратів азотофіт та фітоцид на врожайні властивості сортів картоплі. Матеріали IX Междунар. науч.- практ. интернет-конф. «Наука в информационном пространстве» (10–11 октяб. 2013 г.). Вінницький національний аграрний університет, 2013. Режим доступу: WEB-ресурс НІІК "CONSTANTA" http://www.confcontact.com/2013-nauka-v-informatsionnomprostranstve/sh1_polischuk_vpliv.htm (дата звернення 20.10.2019).

«Innovative development of agro-industrial complex: problems and their solutions» (Zhytomyr, November 19–20, 2015). Zhytomyr National Agroecological University, 2015. P. 114–118.

30. Polishchuk I. S., Polishchuk M. I., Palahniuk O. V. Influence of biological products azotophyte and phytocide on yield properties of potato varieties. Materials IX International. scientific-practical internet conf. «*Science in the information space*» (October 10–11, 2013). Vinnytsia National Agrarian University, 2013. Access mode: WEB-ресурс НІІК "CONSTANTA" http://www.confcontact.com/2013-nauka-v-informatsionnomprostranstve/sh1_polischuk_vpliv.htm (date of application: 20.10.2019).

Отримано 26.07.2020

ПРОДУКТИВНІСТЬ НАСІННЕВОЇ КАРТОПЛІ СОРТІВ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ В УМОВАХ ПІВДЕННО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Висвітлено результати досліджень щодо продуктивності реєстрованих сортів картоплі в умовах південно-західної частини Лісостепу України.

У сучасних умовах сорт став чинником, без якого неможливо реалізувати в землеробстві досягнення науково-технічного прогресу. Проте для забезпечення високої продуктивності при використанні сорту важливим є врахування його адаптивної здатності до певних ґрунтово-кліматичних та фітосанітарних умов.

Вирощування картоплі майже в усіх регіонах України сприяє створенню й впровадженню у виробництво сортів вітчизняної селекції, які належать до різних груп стиглості, напрямів вирощування, мають неоднаковий потенціал адаптивності до ґрунтово-кліматичних умов нашої країни.

Враховуючи зазначене, метою наших досліджень стало визначення насінневої продуктивності та фітовірусологічного стану добазової насінневої картоплі нових сортів у ґрунтово-кліматичних умовах південно-західної частини Лісостепу України.

За роки досліджень найвищу врожайність у ранній групі стиглості встановлено в сорту Кіммерія (33,6 т/га). Високою врожайністю відзначилися сорти Слаута, Щедрик і Скарбниця (32,5–32,9 т/га). В середньоранніх сортів найвищу врожайність встановлено в сорту Струмок (30,1 т/га), середньостиглих – Околиця (33,3 т/га). У середньопізніх сортів Случ та Поліське джерело урожайність становила відповідно 32,5 і 31,5 т/га.

Таку ж закономірність спостерігали щодо маси та кількості бульб з одного куща. Найбільша маса однієї бульби була у сортів Щедрик та Слаута – 80–82 г.

Найвищий вихід насінневої фракції забезпечили сорти Околиця і Мандрівниця – 61–62 %.

Щодо ураженості рослин вірусними хворобами, то вона залежала від властивостей сорту протистояти вірусній інфекції.

За роки досліджень найменше ураження вірусними хворобами відзначено у сорту Кіммерія – 1,2–1,8 %, а найбільше – Летана (2,0 – 2,5 %). Серед легких вірусних хвороб переважала звичайна мозаїка, а серед тяжких – відзначено скручування та закручування листя, зморшкувату мозаїку.

Загальна кількість хворих рослин не перевищувала вимог чинного стандарту щодо добазової насіннєвої картоплі.

Ключові слова: картопля, сорт, продуктивність, урожайність, вірусні хвороби.

Valentina Semenchuk

Bukovinian state agricultural research station of Institute of Agriculture of Carpathian region of NAAS.

Seed potato productivity of varieties of different ripeness groups in condition of south-western part of the Forest-Steppe of Ukraine

The results of research on the productivity of registered varieties of potatoes in the south-western part of the Forest-Steppe of Ukraine are highlighted.

In modern conditions, a variety has become a factor without which it is impossible to realize achievements of scientific and technological progress in agronomy. However, in order to provide high productivity at a variety usage, it is necessary to consider its adaptive capacity to certain soil, climatic and phytosanitary conditions.

The cultivation of potatoes in almost all regions of Ukraine contributes to creation and introduction into production of varieties of domestic selection, which belong to different ripeness groups, directions of cultivation, and have unequal adaptability potential to the soil and climatic conditions of our country.

Considering the above, our research goal became the determination of seed productivity and phyto-virological state of pre-base seed potatoes of new varieties in the soil and climatic conditions of the southwestern part of the Forest-Steppe of Ukraine.

Over the years of research, the highest yield at early ripeness group was established on the Cimmericia variety (33,6 tons/ha). The varieties Slauta, Schedryk and Scarbnytsya were distinguished by high yield (32,5–32,9 t/ha). Among the middle-early varieties, the highest yield was established on the variety Strumok (30,1 t/ha); among the mid-season ones – Okolytsya (33,3 t/ha). On the middle-late varieties Sluch and Poliske Dzhherelo, the yield was 32,5 and 31,5 t/ha, respectively.

The same pattern was observed on one-bush tubers mass and quantity. The largest mass of a single tuber was in the varieties Schedryk and Slauta – 80–82g.

The highest seed fraction yield was provided by the varieties Okolytsya and Mandrivnytsya – 61–62 %.

Regarding the plants' infestation with viral diseases, it depended on the properties of the variety to resist viral infection. Over the years of research, the least infestation with viral diseases was observed on the variety Cimmericia – 1,2–1,8 %; the most one – on Letana (2,0–2,5 %). Among the mild viral diseases, the usual mosaic prevailed, and among the severe ones – leaf curling and distortion, and wrinkled mosaic.

The total number of the diseased plants has not exceeded the current standard requirements for pre-base seed potato.

Key words: potato, variety, productivity, yield, viral diseases.

Вступ. В Україні картопля є однією з основних продовольчих культур. Її вирощують у всіх ґрунтово-кліматичних зонах. Щорічне виробництво картоплі в останні роки становить 20–23 млн т.

За валовим виробництвом картоплі Україна входить у п'ятірку країн світу. Натомість її врожайність залишається ще досить низькою, незважаючи на потенціал сортів [2, 6].

Сорти вітчизняної селекції займають чільне місце серед сортових ресурсів у картоплярстві країни. Більшість із них має переваги щодо зарубіжних аналогів, насамперед, за рівнем адаптивності до умов вирощування, стійкості проти хвороб, вмісту сухої речовини і крохмалю, стабільності показників смакових якостей бульб [11, 12, 17, 21, 22, 24, 25].

Використання у виробництві насіннєвого матеріалу сортів високих категорій дозволить значною мірою реалізувати генетичний потенціал і стабілізувати врожайність картоплі [8, 10, 13, 18, 23, 28, 30–33].

Характерною особливістю сучасного інноваційного розвитку насінництва картоплі є виробництво насіннєвого матеріалу нових перспективних високопродуктивних сортів, які відзначаються підвищеною адаптивною здатністю в певних ґрунтово-кліматичних та фітосанітарних умовах, а також, яким властиві цінні господарські ознаки передумов їхньої комерційної діяльності [3–5, 7, 15, 16, 19, 26, 27, 34].

Разом з тим велика кількість сортів, при створенні яких використовують різні методи та вихідні форми, потребує їх ретельного та багатостороннього вивчення в певному регіоні.

Лісостеп вважають зоною нестійкого зволоження. Надходження і витрати водного балансу майже однакові. Разом з тим на значній частині Лісостепу часто бувають тривалі посухи. Враховуючи, що на більшій частині території відзначається достатня сума активних температур за період активної вегетації сільськогосподарських культур, досягання ранніх та середньостиглих сортів може наступати у червні-липні [9, 29, 35].

Середньомісячні значення сумарної сонячної фотосинтетично-активної радіації сприятливі для одержання стабільно високих урожаїв якісних бульб.

Дослідженнями встановлено, що за сприятливих умов вирощування слід надати перевагу сортам картоплі з високою потенційною продуктивністю, а в несприятливих і екстремальних умовах окрім високої продуктивності сорти мають характеризуватися високою екологічною стійкістю [1, 16].

Зважаючи на зазначене та велику кількість сортів, внесених до Реєстру сортів рослин України з метою раціонального використання їхнього потенціалу, актуальним є визначення сортів, біологічні властивості яких найбільш відповідають певним ґрунтово-кліматичним умовам.

Вивчали 16 сортів картоплі вітчизняної селекції різних груп стиглості, зокрема: 6 – ранньостиглих, 3 – середньоранніх, 5 – середньостиглих, 2 – середньопізніх.

Для посадки використовували бульби категорії еліта.

Дослідження проводили методом накладання. Визначали польову схожість бульб, настання фенологічних фаз, загальну врожайність, структуру врожаю, ураженість вірусними хворобами.

Всі обліки та спостереження проводили згідно з методичними рекомендаціями щодо проведення досліджень з картоплею [20].

Результати та обговорення. Урожайність картоплі значною мірою залежить від погодних умов під час вегетаційного періоду. За період проведення досліджень погодні умови відрізнялися від середньобогаторічних показників як за кількістю опадів, так і за характером їх розподілу (табл. 1).

1. Характеристика погодних умов вегетаційного періоду, 2016–2018 р.

Роки	Кількість опадів, мм					Середньодобова температура повітря, °C				
	Місяці									
	IV	V	VI	VII	VIII	IV	V	VI	VII	VIII
2016	39,3	58,4	110,1	15,4	48,0	13,4	15,7	20,7	22,5	20,9
2017	32,7	54,8	105,1	73,1	24,2	10,6	15,4	19,8	21,1	22,0
2018	19,0	63,8	210,5	87,0	3,8	15,8	19,4	20,9	22,1	23,4
Середньобогаторічна	57	73	89	94	74	8,3	14,5	17,4	19,2	18,6

У 2016 р. протягом квітня, коли проводили садіння картоплі, випало 39,3 мм опадів, що становило 69 % середньобогаторічних показників, а в травні – 58,4 мм (80 %).

Середньодобова температура повітря в квітні – травні була дещо вищою від богаторічного показника. Нестача вологи та високі температури призвели до пізніших та недружних сходів. Вологий червень (123 % від середньобогаторічних показників) позитивно вплинув на формування урожаю. Проте липнева засуха (16 % від середньобогаторічних показників) та високі температури негативно впливали на накопичення врожаю.

Веgetаційний період 2017 р. виявився сухішим та значно теплішим за середньобогаторічні показники. Дефіцит вологи спостерігали в квітні, травні, липні та особливо в серпні. Тільки в червні кількість опадів перевищила середньобогаторічний показник.

У квітні випало 32,7 мм опадів, що становило 57 % середньобогаторічних показників, а в травні – 54,8 мм (75 %). Середньодобова температура повітря в квітні – травні була дещо вищою від богаторічного показника. Нестача вологи та високі температури призвели до пізніших сходів.

105,1 мм опадів у червні (118 % від середньобогаторічних показників) позитивно вплинули на формування урожаю. Перша половина липня місяця була посушливою, з високими температурами повітря та ґрунту, що мало негативний вплив на накопичення врожаю бульб.

Погодні умови 2018 р. також відрізнялися від середньобогаторічних як за кількістю опадів, так і за характером їх розподілу.

У квітні знову ж спостерігали недостачу вологи та підвищення температури повітря, що призвело до пізнішої появи сходів картоплі. Недостатню кількість вологи спостерігали протягом травня та першої декади червня. А сильні проливні дощі в другій – третій декаді червня призвели до ущільнення ґрунту, що в подальшому вплинуло на товарність бульб у врожаї. Проте достатня кількість вологи в червні-липні створила сприятливі умови для формування врожаю картоплі, а невисокі температури привели до меншого руху переносників вірусної інфекції, що в свою чергу сприяло меншому ураженню рослин картоплі вірусними хворобами.

При визначенні продуктивності сортів за роки досліджень у групі ранніх найвищу врожайність встановлено у сорту Кіммерія (33,6 т/га). Високою врожайністю відзначилися сорти Слаута, Щедрик і Скарбниця (32,5–32,9 т/га). В середньоранніх сортів найвищу врожайність забезпечив Струмок (30,1 т/га), середньостиглих – Околиця (33,3 т/га). У середньопізніх сортів Случ та Поліське джерело урожайність становила відповідно 32,5 і 31,5 т/га (табл. 2).

Таку ж закономірність спостерігали щодо маси та кількості бульб з одного куща. Найбільша маса однієї бульби була в сортів Щедрик та Слаута (80–82 г).

Найвищий вихід насіннєвої фракції забезпечили сорти Околиця і Мандрівниця – 61–62 %.

Щодо ураженості рослин вірусними хворобами, то вона залежала від властивостей сорту протистояти вірусній інфекції. За роки досліджень найменше ураження вірусними хворобами відзначено у сорту Кіммерія – 1,2–1,8 %, а найбільше – Летана (2,0–2,5 %) (табл. 3).

2. Урожайність та структура врожаю залежно від сортового складу та груп стиглості картоплі, 2016–2018 рр.

Сорти	Урожай- ність, т/га	Маса бульб з 1 куша, г	Кількість бульб з 1 куша, шт.	Кількість бульб, тис. шт./га	Середня маса 1 бульби, г	Фракційний склад бульб, %		
						< 28 мм	28– 60 мм	> 60 мм
Ранні сорти								
Кіммерія	33,6	728	10,3	506	71	15	42	43
Глазурна	25,0	543	10,1	507	52	18	59	23
Скарбінця	32,9	747	12,6	615	58	15	54	31
Тарас	28,3	645	12,4	601	53	17	52	31
Щедрик	32,6	608	9,2	444	80	13	45	42
Слаута	32,5	716	8,7	435	82	17	41	42
Середньоранні								
Арія	28,6	551	11,5	567	48	22	51	27
Струмок	30,1	621	10,2	489	63	12	45	43
Фактор	28,9	629	10,4	506	61	12	55	33
Середньостиглі								
Околиця	33,3	722	14,0	690	51	15	61	24
Мандрівниця	28,7	629	12,6	627	51	19	62	18
Іванівська рання	33,0	694	11,8	580	60	15	54	31
Гурман	29,1	589	11,2	557	53	17	55	28
Летана	22,8	488	8,0	394	62	15	45	40
Середньопізні								
Случ	32,5	706	13,8	682	54	13	53	34
Поліське джерело	31,5	697	11,6	581	61	15	54	31

3. Ураженість насаджень сортів картоплі вірусними хворобами (2016-2018 рр.), %

Сорти	2016 р.			2017 р.			2018 р.		
	Ураженість вірусними хворобами, %								
	легкими	тяжкими	всього	легкими	тяжкими	всього	легкими	тяжкими	всього
Ранні сорти									
Киммерія	1,2	0	1,2	1,8	0	1,8	1,8	0,0	1,8
Глазурна	1,0	0,5	1,5	0	0,5	0,5	1,8	0,5	2,3
Скарбінця	1,8	0	1,8	2,0	0	2,0	2,0	0,5	2,5
Тирас	2,0	0,5	2,5	1,8	0,5	2,3	1,0	0,5	1,5
Щедрик	1,8	0,5	2,3	1,0	0,5	1,5	1,0	0,0	1,0
Слаута	-	-	-	-	-	-	1,0	0,5	1,5
Середньоранні									
Арія	1,2	0,5	1,7	1,5	0,5	2,0	1,8	0,5	2,3
Струмек	1,5	0,5	2,0	2,0	0,5	2,5	1,8	0,0	1,8
Фактор	1,0	0	1,0	1,2	0,0	1,2	2,0	0,5	2,5
Середньостиглі									
Околиця	1,2	0,5	1,7	2,0	0,5	2,5	2,0	0,5	2,5
Мандрівниця	2,0	0,5	2,5	1,0	0,5	1,5	1,8	0,0	1,8
Іванівська рання	1,5	0	1,5	2,0	0	2,0	1,5	0,5	2,0
Гурман	1,2	0,5	1,7	1,5	0	1,5	1,8	0,0	1,8
Летана	2,0	0,5	2,5	2,0	0	2,0	2,0	0,5	2,5
Середньопізні									
Случ	1,0	0,5	1,5	1,0	0,5	1,5	1,8	0,5	2,3
Поліське джерело	1,2	0,5	1,7	2,0	0	2,0	1,8	0,0	1,8

Серед легких вірусних хвороб переважала звичайна мозаїка, а серед тяжких – відзначено скручування та закручування листя, зморшкувату мозаїку.

Разом з тим загальна кількість хворих рослин не перевищувала вимог чинного стандарту щодо добазової насіннєвої картоплі.

Висновки. В умовах південно-західного Лісостепу України за нестійкого зволоження та нестабільної суми активних температур упродовж вегетаційних періодів за роки досліджень найбільш урожайним у ранній групі був сорт Кіммерія (33,6 т/га). Високою врожайністю відзначилися сорти Слаута, Щедрик і Скарбниця (32,5–32,9 т/га). В середньоранніх сортів найвищу врожайність забезпечив Струмок (30,1 т/га), середньостиглих – Околиця (33,3 т/га). У середньопізніх сортів Случ та Поліське джерело урожайність становила відповідно 32,5 і 31,5 т/га. Ураженість рослин вірусними хворобами залежала від властивостей сорту протистояти вірусній інфекції. За роки досліджень найменше ураження вірусними хворобами відзначено у сорту Кіммерія – 1,2–1,8 %, а найбільше – Летана (2,0–2,5 %).

Доцільно продовжувати визначення продуктивності нових сортів для умов південно-західної частини Лісостепу України, насамперед, їхньої властивості протистояти лімітуючим чинникам природно-кліматичних умов.

Список використаної літератури

1. Анисимов Б. В., Чагунов В. С. Инновационная схема оригинального семеноводства картофеля. *Картофель и овощи*. 2014. № 6. С. 25–27.
2. Анічин Л. М., Гуторова О. О., Демидок Н. С. Основні напрямки підвищення ефективності галузі картоплярства в сільськогосподарських підприємствах України. *Вісник ХНАУ*. Серія : Економічні науки. 2013. № 11. С. 3–9.
3. Бондарчук А. А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні. Біла Церква, 2010. С. 264–286.
4. Бондарчук А. А. Перспективи розвитку картоплярства в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2009. № 4. С. 21–23.
5. Бондарчук А. А., Каліцький П. Ф., Мороз І. Х. Проблеми технології виробництва картоплі в Україні. *Картоплярство України*. 2007. № 2 (7). С. 4–7.
6. Бондарчук А. А., Верменко Ю. Я.

References

1. Anisimov B. V., Chagunov V. S. Innovation scheme of original potato seed production. *Kartofel i ovoshchi*. 2014. No 6. P. 25–27.
2. Anichyn L. M., Gutorova O. O., Demydok N. S. The main directions of increasing the efficiency of potato production industry at agricultural enterprises of Ukraine. *Visnyk KhNAU*. Series : Ekonomichni nauky. 2013. No 11. P. 3–9.
3. Bondarchuk A. A. Scientific bases of potato seed production in Ukraine. Bila Tserkva, 2010. P. 264–286.
4. Bondarchuk A. A. Perspectives of potato production development in Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2009. No 4. P. 21–23.
5. Bondarchuk A. A., Kalitskyi P. F., Moroz I. Kh. Problems of potato production technologies in Ukraine. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2007. No 2 (7). P. 4–7.
6. Bondarchuk A. A., Vermenko Yu.

- Сортвые ресурсы и перспективы инновационного развития семеноводства картофеля в Украине. *Картофелеводство* : сб. науч. тр. РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодово-овощеводству». 2010. Т. 18. С. 207–218.
7. Верменко Ю. Я., Демкович Я. Б. Продуктивність сортів картоплі в умовах південної частини Полісся України. *Картоплярство*. 2006. Вип. 34/35. С. 93–108.
8. Відтворення оригінального насіння та еліти сортів картоплі в умовах гірської зони Карпат / В. М. Шуста та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. Вип. 54, ч. I. С. 79–83.
9. Вітенко В. А., Осипчук А. А., Кучко А. А. Селекція і насінництво картоплі. Київ : Урожай, 1988. 240 с.
10. Вишневецька О. В. Вплив добрив на підвищення врожайності сучасних сортів картоплі в умовах Полісся. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 11. С. 22–25.
11. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2017 рік. URL: <http://www.minagro.gov.ua/rating/files/r3.pdf> (дата звернення: 14.07.2018).
12. Ермантраут Е. Р. Екологічна стабільність і пластичність сортів картоплі на Поліссі. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин* : наук. журн. 2015. № 3/4 (28/29). С. 12–17.
13. Жученко А. А. За адаптивной системой селекции и семеноводства – будущее. *Картофель и овощи*. 2012. № 8. С. 5.
14. Изменение климатических условий и продуктивность картофеля / Л. С. Федотова и др. *Современные тенденции и перспективы инновационного развития картофелеводства* : сб. материалов науч.-практ. конф., Чебоксары, 11-12 сент. 2011. Чебоксары: КУП ЧР «Агроинновации», 2011. С. 132–134.
15. Кармазіна Л. С., Купріянова Т. М., Вишневецька О. В. Вплив комбінованої системи удобрення на продуктивність та вихід бульб насінневої фракції нових сортів картоплі. *Картоплярство України* : наук.-вироб. журн. 2013. № 3/4. С. 40–44.
- Ya. Variety resources and perspectives of innovation development of potato seed production in Ukraine. *Kartofelevodstvo* : sb. nach. tr. RUP «Nauchno-prakticheskiy tsentr Natsionalnoy akademii nauk Belarusi po kartofelevodstvu i plodovovoshevodstvu». 2010. Vol. 18. P. 207–218.
7. Vermenko Yu. Ya., Demkovych Ya. B. Potato varieties productivity in condition of southern part of Polissya of Ukraine. *Kartopliarstvo*. 2006. Issue 34/35. P. 93–108.
8. Reproduction of original seeds and elite of potato varieties in mountainous conditions of Carpathian region / V. M. Schusta et all. *Predhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2012. Issue 54, Part I. P. 79–83.
9. Vitenko V. A. Osipchuk A. A., Kuchko A. A. Potato breeding and seed productivity. Kyiv : Urozay. 1988. 240 p.
10. Vyshnevskya O. V. Influence of fertilizers upon increase of productivity of modern cultivars of potato in conditions of Polissia. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2013. No 11. P. 22–25.
11. State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine for 2017. URL: <http://www.minagro.gov.ua/rating/files/r3.pdf> (last accessed: 14.07.2018).
12. Ermantraut E. R. Ecologic stability and plasticity of potato varieties in Polissya. *Sortovyvchennya ta okhorona prav na sorty roslyn* : nauk. zhurn. 2015. No 3/4 (28/29). P. 12–17.
13. Zhuchenko A. A. The future is behind the adaptive system of selection and seed production. *Kartofel i ovoshchi*. 2012. No 8. P. 5.
14. Climatic conditions changes and potato productivity / L. S. Fedotova et al. *Sovremennye tendentsii i perspektivy innovatsionnogo razvitiya kartofelevodstva* : sb. materialov nach.-pract. conf., Cheboksary 11–12 sent. 2011, Cheboksary.KUP ChR «Agroinnovatsii», 2011. P. 132–134.
15. Karmazina L. Ye., Kupriyanova T. M., Vyshnevskya O. V. The effect of combined system of fertilization on tubers

16. Картопля / за ред. В. В. Кононученка, М. Я. Молоцького. Біла Церква. 2002. Т. 1. С. 379–405.
17. Каталог мировой коллекции ВИР : Картофель / сост.: Л. И. Костина и др. СПб. : ВИР, 2016. Вып. 829. 43 с.
18. Кириченко В. В. Методические проблемы адаптивной селекции растений. *Адаптивная селекция растений, теория и практика* : сб. тез. Междунар. конф., Харьков, 10–14 нояб. 2002 г. Харьков, 2002. С. 3–5.
19. Коваль В. М. Продуктивність вітчизняних сортів картоплі в умовах Правобережного Лісостепу України. *Картоплярство України*. 2011. № 1/2 (22/23). С. 21–24.
20. Методичні рекомендації щодо досліджень з картоплею / Куценко В. С. та ін. ; Інститут картоплярства. Немішаєве, 2002. 182 с.
21. Осипчук А. А. Результаты та завдання селекції картоплі в Україні. *Картоплярство*. 2002. Вип. 31. С. 15–21.
22. Остренко М. В. Оцінка вітчизняних сортів картоплі за вмістом у бульбах вітамінів. *Картоплярство України*. 2006. № 1/2 (2/3). С. 13–15.
23. Пискун Г. И. Роль сорта в инновационном развитии картофелеводства. *Картофелеводство* : сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодово-овощеводству». 2010. Т. 17. С. 66–75.
24. Подгаецкий А. А. Проблемы адаптивного картофелеводства и их решение. *Адаптивное растениеводство: проблемы и решения* : мат. Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Минск, 15 июня 2004 г. Минск, 2004. С. 3–7.
25. Подгаєцький А., Коваленко В. Продуктивність сортів картоплі селекції Інституту картоплярства НААН України. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Сер. : Агрономія. 2013. № 17 (2). С. 196–202.
26. Поліщук І. С., Дячук В. В. Формування врожайності сортів картоплі залежно від норм садіння та удобрення в productivity and yield of new potato varieties seed fraction. *Kartopliarstvo Ukrainy* : nauk.-vyrob. zhirn. 2013. No 3/4. P. 40–44.
16. Potato / Ed by V. V. Kononuchenko, M. Ya. Molotskiyi. Bila Tserkva, 2002. Vol. 1. P. 379–405.
17. World WPI collection catalogue : Potato / coll.: L. I. Kostina et al. SPb. : WPI, 2016. Issue 829. 43 p.
18. Kirichenko V. V. Methodological problems of plants adaptive selection. *Adaptivnaya selektsiya rastenii, teoriya i praktika* : sb. tez. Mezhdunar. conf. Kharkov, 10–14 Nov. 2002. Kharkov, 2002. P. 3–5.
19. Koval V. M. Domestic potato varieties productivity in conditions of right-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2011. No 1/2 (22/23). P. 21–24.
20. Methodologic recommendations on potato research / Kutsenko V. S. et al. Instytut kartopliarstva. Nemishaieve, 2002. 182 p.
21. Osypchuk A. A. Potato selection results and tasks in Ukraine. *Kartopliarstvo*. 2002. Issue 31. P. 15–21.
22. Ostrenko M. V. Estimation of domestic potato varieties by vitamins content in tubers. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2006. No 1/2 (2/3). P. 13–15.
23. Piskun G. I. A variety part in potato production innovational development. *Kartofelevodstvo*: sb. nauch. tr. / RUP «Nauchno-practicheskiiy tsentr Natsionalnoi akademiyi nauk Belarusi po kartofelevodstvu i plodoovoshhevodstvu». 2010. Vol. 17. P. 66–75.
24. Podgaetskii A. A. Problems of adaptive potato production and their solution. *Adaptivnoe rastenievodstvo: problemy i resheniya* : materialy Mezhdunar. nauch.-pract. conf. molodyh uchyonykh. Minsk, 15 iun. 2004. Minsk, 2004. P. 3–7.
25. Podhaietskiy A., Kovalenko V. The productivity of potato varieties by Institute of Potato production of NAAS of Ukraine. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Ser. : Agronomia. 2013. No 17 (2). P. 196–202.
26. Polishchuk I. S., Diachuk V. V.

умовах Вінниччини. *Картоплярство України*. 2011. № 3/4 (24/25). С. 42–45.

27. Симаков Е. А. Приоритеты развития селекции и семеноводства картофеля. *Картофель и овощи*. 2006. № 8. С. 4–5.

28. Склярова Н. П., Жарова В. А. Характеристика новых сортов картофеля по параметрам пластичности и стабильности. *Селекция и семеноводство*. 1989. № 2, С. 18–23.

29. 125 років досліджень з картоплярства в Україні: наукові статті / П. С. Теслюк та ін. Луцьк : АРТ студія, 2015. 156 с.

30. Технологический процесс производства оригинального, элитного и репродукционного семенного картофеля : практическое руководство / ФГБУ «Россельхозцентр», ФГБНУ ВНИИКС ; под общ. ред. А. М. Малько, Б. В. Анисимова. Москва, 2017. 64 с.

31. Тимко Л. В., Фурдига М. М., Верменко Ю. Я. Адаптивні властивості різних сортів картоплі в умовах Правобережного Полісся України. *Plant Varieties Studying and protection*. 2018. № 2. С. 224–229.

32. Федотова Л. С., Кравченко А. В., Тимошина Н. А. Перспективные направления развития картофелеводства в современных агроэкологических условиях Центрального Нечерноземья России. *Картоплярство України*. 2011. № 3/4 (24/25). С. 33–35.

33. Федуняк І. О. Стан та перспективи розвитку галузі картоплярства в Україні. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Сер. : Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. 2013. Вип. 181 (1). С. 79–84.

34. Чернохатов Л. В., Верменко Ю. Я. Продуктивность сортов картопли в Умовах степової зони України. *Картоплярство України*. 2011. №1/2 (22/23). С. 29–32.

35. Шпаар Д. Картофель. Москва : ИД ООО «DLV Агродело», 2010. 458 с.

Formation of potato varieties yield depending on planting- and fertilization norms in condition of Vinnytsya region. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2011. No 3/4 (24/25). P. 42–45.

27. Simakov Ye. A. Priorities of potato selection and seed production development. *Kartofel i ovoshhi*. 2006. No 8. P. 4–5.

28. Sklyarova N. P., Zharova V. A. Characteristics of new potato varieties by parameters of plasticity and stability. *Selektsiya i semenovodstvo*. 1989. No 2. P. 18–23.

29. 125 years of potato production research in Ukraine : naukovy statii / P. S. Tesliuk et al. Lutsk : ART studiia, 2015. 156 p.

30. Technological process of original, elite, and reproductive seed potato production : Practicheskoe rukovodstvo / FGBU «Rosselkhoztsentr», FGBNU VNIKKh ; under gen. ed. A. M. Mal'ko, B. V. Anisimova. Moscow, 2017. 64 p.

31. Tymko L. V., Fudryha M. M., Vermenko Yu. Ya. Adaptive properties of various potato varieties in conditions of Right-bank Polissya of Ukraine. *Plant Varieties Studying and protection*. 2018. No 2. P. 224–229.

32. Fedotova L. S., Kravchenko A. V., Timoshyna N. A. Perspective directions of potato production development in modern agro-ecologic conditions of Central Nechernosyemya of Russia. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2011. No 3/4 (24/25). P. 33–35.

33. Feduniak I. O. Status and prospects of potato production industry development in Ukraine. *Naukovy visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. Ser. Ekonomika, agrarnyi menedzhment, biznes. 2013. Issue 181 (1). P. 79–84.

34. Chernokhatov L. V., Vermenko Yu. Ya. Potato varieties productivity in condition of Steppe zone of Ukraine. *Kartopliarstvo Ukrainy*. 2011. No 1/ 2 (22/23). P. 29–32.

35. Shpaar D. Potato. Moscow : ID ООО «DLV Агродело», 2010. 458 p.

Отримано 03.06.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-12

УДК 632.937

¹**М. П. СОЛОМІЙЧУК**, кандидат сільськогосподарських наук

¹**Ю. В. КОРДУЛЯН**, молодший науковий співробітник

¹**А. Т. МЕЛЬНИК**, науковий співробітник

²**М. Й. ПІКОВСЬКИЙ**, кандидат біологічних наук

¹Українська науково-дослідна станція карантину рослин

Інституту захисту рослин НААН

вул. Наукова, 1, с. Бояни Новоселицького р-ну Чернівецької обл.,
60321, e-mail: ukrndskr.zam@gmail.com

²Національний університет біоресурсів та природокористування України
вул. Героїв Оборони, 13, м. Київ, 03041, e-mail: mprmir@ukr.net

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ТА БІОСТИМУЛЮЮЧИХ РЕЧОВИН НА РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН СОЇ В ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Наведено результати досліджень ефективності препаратів біологічного походження при вирощуванні рослин сої. Вивчено їх вплив на морфометричні показники рослин сої та захист від різних грибних хвороб.

За результатами досліджень встановлено, що найкращі показники відзначено при обробці насіння комплексом препаратів біомаг Соя (4 л/т) + фітодоктор (1 л/т) + біофосфорин (1 л/т) + урожай Старт (1 л/т). Після його застосування спостерігали збільшення кореневобактеріального комплексу на 32,3 %. Технічна ефективність комбінації проти хвороб на сорті Георгіна становила 57,9 %, Чернівецька 9 – 59,1 %.

Використання різних біопрепаратів при вегетаційній обробці рослин показало, що кількість бобів на одній рослині найбільшою була в сорту Чернівецька 9 (221 шт./рослину) у варіанті досліді із застосуванням препаратів триходермін (2 л/га) + гаубсин (1,5 л/га). Відзначено, що найбільший вплив на грибні інфекції мали комбінації препаратів триходермін (2 л/т) + гаубсин (1,5 л/т) та фітодоктор (1,0 л/т) + триходермін (2 л/т). Їх технічна ефективність становила 81,36 та 83,87 % відповідно для сорту Чернівецька 9 та 77,68 і 79,31 % для сорту Георгіна. Використання інших біопрепаратів та стимулюючих речовин показало теж достатню ефективність, яка була в межах 66,12 – 69,86 % для сорту Чернівецька 9 та 68,51–70,78 % для сорту Георгіна.

Внаслідок проведеного аналізу поєднань різних біологічних препаратів встановлено, що вегетаційні показники сої та стійкість рослин до хвороб чітко формувалися залежно від комбінування досліджуваних препаратів. Найкращий результат у першій серії дослідів отримано при

Соломійчук М. П., Кордулян Ю. В.,
Мельник А. Т., Піковський М. Й., 2020

застосуванні комплексу *обробка насіння*: біомаг Соєа + екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + біофосфорин (1,0 л/т) + фітодоктор (1,0 л/т); *обробка по вегетації*: гаубсин FORTE (1,5 л/га), урожай Бор (1,5 л/га), аміностим (1,0 л/га), актарофіт (0,4–0,6 л/га), FitoNiss (0,5 л/га), урожай Со – Мо (0,35 л/га). У другій серії дослідів найвищі показники отримано при застосуванні комплексу *обробка насіння*: біомаг Соєа + екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + біофосфорин (1,0 л/т) + фітодоктор (1,0 л/т); *обробка по вегетації*: гаубсин FORTE (1,5 л/га), урожай Бор (1,5 л/га), біомаг (1,0 л/га), актарофіт (0,4–0,6 л/га), біоМаг (0,5 л/га), урожай Со – Мо (0,35 л/га).

Ключові слова: соєа, біостимулятори, біологічні фунгіциди, бактерії *Pseudomonas fluorescens*, технічна ефективність, урожайність.

¹Mykhailo Solomijchuk, ¹Yulia Kordulyan, ¹Aliona Melnyk, ²Myroslav Pikovskyi

¹Ukrainian Scientific Research Plant Quarantine Station of Plant Protection Institute NAAS

²National university of life and environmental science of Ukraine

Influence of biological complexes and biostimulating substances on the growth and development of soybean plant in the western forest-steppe of Ukraine

It was presented the researches results about biological preparations efficiency during the soybean plants growing. Their impact was studied on the morphometric indexes and protection from different fungi diseases. It was established the efficiency of different combinations of stimulators and biological fungicides in complexes for the soybean treating. The results of biological preparations efficiency during the soybean plants growing have been proposed. Their impact on plant's morphometric indexes and protection from different fungi diseases have been studied.

The best indexes were determined while treating seeds with preparations set of biomag Soya (4 l/t) + phytodocor (1 l/t) + biophosphoryn (1 l/t) + urozhay Start (1 l/t). The root bacterial complex have increased on 32,3 % after it's usage. This set's technical efficiency against diseases have been consisted of 57,9 % for variety Georgina and 59,1% and for variety Chernivetska 9.

The biological set's usage during the vegetative cultivation has showed that the best beans quantity on one plant was in variety Chernivetska 9 (221 pcs/plant). It was in variant with the following preparations usage – trichodermin (2 l/ha) + gaubsin (1,5 l/ha). It was determined that the following preparations combinations – trichodermin (2 l/t) + gaubsin (1,5 l/t) and phytodocor (1,0 l/t) + trichodermin (2 l/t) had the biggest impact on fungi diseases. Their technical efficiency consisted of 81,36 % and 83,87 % respectively to variety Chernivetska 9 and 77,68 % and 79,31% for variety Georgina. The other biological preparations usage and stimulating agents has showed enough efficiency too. This efficiency was 66,12 - 69,86 % for variety Chernivetska 9 and 68,51 % - 70,78% for variety Georgina.

The soybean vegetative indicators and plant's resistance to diseases were dependent from different researched preparations combinations that have been determined by results analysis of different agents combination sets. The best result have been received during the first series of studies with set *seed treating*: biomag Soya + extender (2,0 + 1,0 l/t) + biophosphorin (1,0 l/t) + phitodctor (1,0 l/t); *treating after vegetation*: gaubsin FORTE (1,5 l/ha), urozhay Bor (1,5 l/ha), aminostym (1,0 l/ha), actarophit (0,4 – 0,6 l/ha), FitoNiss (0,5 l/ha), urozhay Co – Mo (0,35 l/ha). The highest indexes have been received during the second series of study in following way *seed treating*: biomag Soya + extender (2,0 + 1,0 l/t) + biophosphorin (1,0 l/t) + phitodctor (1,0 l/t); *treating after vegetation*: gaubsin FORTE (1,5 l/ha), urozhay Bor (1,5 l/ha), bioMag (1,0 l/ha), aktarophit (0,4 – 0,6 l/ha), bioMag (0,5 l/ha), urozhay Co – Mo (0,35 l/ha).

Key words: soy, biostimulants, biological fungicides, *Pseudomonas fluorescens* bacteria, technical efficiency, yield.

Вступ. Значна частина сучасних систем захисту сої базується на максимальному застосуванні хімічних засобів. Але сільське господарство має на меті збереження навколишнього природного середовища, і зокрема раціональне використання ґрунтів та відтворення природних ресурсів [2, 14, 17].

Тому особливістю стратегії захисту сільськогосподарських культур має бути її екологізація, внаслідок чого потрібно регулювати чисельність популяцій шкідливих видів на рівні економічного порогу шкідливості з використанням їх природних антагоністів та біологічних засобів [3, 5, 30].

Поряд з хімічним, агротехнічним та механічним методами регулювання чисельності шкідників збільшується використання біологічного методу, а саме використання біологічних препаратів. Вони мають ряд переваг над пестицидами, серед яких безпечність для ентомофагів і комах-запилювачів [4, 16, 24].

Використання біологічних препаратів дає можливість оптимізувати обсяги застосування хімічних засобів та забезпечення мінімального негативного впливу на зовнішнє середовище [5, 19, 26]. Окрім того, застосування комбінацій біологічних препаратів з стимулюючими речовинами значно підвищує їх дію та забезпечує кращий результат, що дає можливість активної конкуренції [16, 17, 24].

Зараз в Україні почали впроваджувати західні технології вирощування сої, що створює передумови для проникнення та поширення на території нашої держави хвороб, тим більше, що кліматичні умови для їх розвитку цілком сприятливі. У зв'язку з тим,

що вирощування сої набирає все більших темпів у нашій країні, це питання потребує вивчення [4, 11, 17].

Соя – провідна високобілкова культура світового рослинництва – є однією серед найпоширеніших зернобобових і олійних рослин, що відіграє вирішальну роль у сільському господарстві, технічній промисловості та медицині. Соя набуває особливого значення при формуванні вітчизняного ринку високопротеїнових кормів, збалансованих за поживними речовинами та амінокислотами. У зерні сої міститься в середньому 36–45 % білка, 19–22 % жиру, 23–28 % вуглеводів, значний вміст вітамінів, ферментів, мінеральних та інших речовин [11, 21, 22].

Збільшення посівних площ під цією культурою, завезення в Україну насіння адвентивних сортів неминує приводить до великого навантаження сівозмін соєю, тобто збільшення її питомої ваги в структурі посівних площ, а це в свою чергу зумовлює інтенсивний розвиток збудників різних хвороб, особливо в сприятливих агроекологічних зонах, до яких належить Західний Лісостеп. Широка інтеграційні зв'язки із зарубіжними країнами, ввезення в Україну різних підкарантинних матеріалів, і зокрема насіння, не виключає поширення карантинних організмів – бур'янів, шкідників та хвороб, які можуть нанести значних екологічних та економічних збитків рослинним ресурсам [8, 14, 29].

Важливим резервом забезпечення високих стабільних урожаїв сої та підвищення якості зерна є захист від шкідників, хвороб і бур'янів, особливо за розширення посівних площ та підвищення рівня врожайності на основі широкого впровадження індустріальної технології вирощування. Вже на сучасному етапі в багатьох господарствах одержують урожай зерна 2,0–2,5 т/га і більше [22, 30].

Ефективне застосування заходів захисту від шкідливих організмів на посівах сої дасть змогу підвищити продуктивність культури в умовах вирощування в різних природно-кліматичних зонах [8, 17, 20, 22].

Збільшення обсягів імпорту насіння сої є реальною передумовою ввезення в Україну ряду небезпечних регульованих захворювань. Для запобігання проникненню та поширенню по території України регульованих шкідливих організмів слід мати чітке уявлення про цього збудника, володіти певним блоком даних про нього. Він має містити аналіз різнобічної інформації з біології, екології, систематики, географічного поширення, шкідливості,

економічного значення захворювання, можливостей завезення, методики виявлення, ідентифікації тощо [14, 18, 25, 29].

Із грибних захворювань поширеними в Україні є: церкоспороз, антракноз, аскохітоз, септоріоз, пероноспороз та ін. Однак є ряд грибних інфекцій, які знаходяться на обмеженій території або відсутні в державі, але несуть значну економічну загрозу посівам сої [16, 18, 25, 28].

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2017–2019 рр. в Українській науково-дослідній станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН на сірому лісовому опідзоленому важкосуглинковому ґрунті, що має середню забезпеченість рухомими формами фосфору (148,4 мг/кг) і калію (185,4 мг/кг) та низьку – азотом (83,0 мг/кг). Рівноважна щільність ґрунту – 1,46 г/см³ [1, 10].

Для досліджень використовували сорти сої Чернівецька 9, Георгіна, Ксенія. Сівбу проводили звичайним рядковим способом.

Для досліджень застосовували біологічні препарати, стимулюючі речовини, їх комбінації та системні комплекси.

БіоМаг Соя + екстендер – двокомпонентний рідкий препарат (інокулянт + екстендер) для передпосівної інокуляції насіння сої на основі культури бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* штаму LZ 21 та LZ18-ГМ з титром не менше 5x10⁹ КУО/мл та продуктів їх метаболізму (фітогормони, амінокислоти, вітаміни).

Біофосфорин – живі клітини та спори бактерій *Bacillus megaterium* штаму BM 206 з титром не менше 5x10⁸ КУО/мл та продукти їх метаболізму: фітогормони ауксинового, гіберелінового і цитокінінового рядів, амінокислоти, вітаміни.

Фітодоктор – живі клітини та спори бактерій *Bacillus subtilis* вдосконаленого штаму BS 323 з титром живих клітин не менше 5x10⁹ КУО/мл та продукти їх метаболізму: фітогормони, амінокислоти, антибіотики.

БіоМаг – живі клітини бактерій *Azotobacter chroococcum* поліпшеного штаму AC 39 з титром не менше 1x10⁹ КУО/мл та продукти їх метаболізму: фітогормони ауксинового, гіберелінового і цитокінінового рядів, амінокислоти, вітаміни.

Гаубсин FORTE – бактерії *Pseudomonas aureofaciens* B-111 та B-306, титр життєздатних клітин 1x10⁴ /мкг препарату.

Урожай Старт – рідке комплексне мікродобриво, призначене для позакореневого підживлення плодово-ягідних культур. Має підвищений вміст азоту (150 г/л) і кальцію (170 г/л), сприяє зростанню і поліпшенню якості плодів.

Урожай Бор – вміст елементів живлення у препараті: Бор – 150 г/л.

Урожай Со – Мо – вміст елементів живлення у препараті: Со – 10 г/л, Мо – 100 г/л.

Актарофіт – комплекс природних авермектинів груп В₁ і В₂, які продукує корисний ґрунтовий гриб *Streptomyces avermitilis* (не менше 1,8 %).

FitoNiss – бактерії роду *Bacillus subtilis* з титром не менше 1×10^7 КУО/мл, амінокислоти, органічні кислоти, мікроелементи, стимулятори росту, ПЕГ, ад'юванти.

Аміностим – біологічний стимулятор рослин з високим вмістом вільних амінокислот рослинного походження (отриманих шляхом ферментативного гідролізу) та інших біологічно активних речовин.

Триходермін – міцелій і продукти метаболізму гриба-антагоніста *Trichoderma lignorum* штами LZ 15 з титром від 5×10^8 КУО/мл.

Планриз – бактерії *Pseudomonas fluorescens*, штам AP 33, титр життєздатних клітин $3,0 \times 10^9$ КУО/см³ препарату. Бактерії *Pseudomonas fluorescens* досліджували у поєднанні з катіогенними похідними метоксикарбонілдігідропіримідину у низьких концентраціях, які виявляють достатньо високу антиоксидантну властивість [7, 22, 31].

Препарати досліджували окремо та в комплексах за передпосівної обробки насіння та обробок у період вегетації. Основними показниками, за якими проводили дослідження, були: висота рослин, розвиток бульбочок на кореневій системі, середня кількість стебел, кількість сформованих бобів на рослині та технічна ефективність [8, 15]. При визначенні та ідентифікації грибних інфекцій використовували загальноприйняті методики і визначники хвороб сої. Закладання дослідів, проведення обліків та спостережень здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик [6, 9, 15].

Результати та обговорення. При вивченні ефективності біологічних препаратів та їх впливу на розвиток рослин сої в 2017–2018 рр. відзначено, що обробка насіння позитивно впливає як на морфометричні, так і на фізіологічні показники рослин. Ця закономірність простежувалася як для сорту Чернівецька 9, так і для сорту Георгіна. Біологічною особливістю сої як бобової культури є здатність утворювати високоефективні азотфіксуючі симбіози з бульбочковими бактеріями, внаслідок функціонування яких ґрунти збагачуються доступними для рослин формами азоту [12, 13, 27]. За

результатами аналізу впливу біологічних речовин на розвиток рослин сої при обробці насіння, найкращі показники відзначено за застосування комплексу препаратів біоМаг Соя (4 л/т) + фітодоктор (1 л/т) + біофосфорин (1 л/т) + урожай Старт (1 л/т). Після його застосування спостерігали збільшення кореневобактеріального симбіозу на 32,3 % (табл. 1).

При обробці насіння різними біологічними препаратами відзначено зниження ураження рослин грибними хворобами. Так, при застосуванні комбінації препаратів біоМаг Соя (4,0 л/т) + біофосфорин (1,0 л/т) + фітодоктор (1,0 л/т) + урожай Старт (0,1 л/т) відзначено не тільки збільшення морфометричних показників та урожайності, але і певну фунгіцидну та імуностабілізуючу дію. Технічна ефективність цього комплексу на сорті Георгіна становила 57,9 %, Чернівецька 9 – 59,1 % (табл. 1, 2).

Дослідження ефективності різних біологічних фунгіцидів та їх застосування в комплексах обробки сої по вегетації показало, що використання ряду комбінацій приводить до підвищення морфометричних та фізіологічних показників [4, 8, 16, 20]. Використання біофунгіцидних комплексів за вегетаційної обробки рослин показало, що найбільшу кількість бульбочок на кореневій системі відзначено при застосуванні суміші препаратів триходермін (2 л/га) + гаубсин (1,5 л/га) – 109,3 шт./рослину. Найбільшу кількість бульбочок на сорті Георгіна відзначено у варіантах досліді із застосуванням комплексу біологічних препаратів триходермін (2 л/га) + гаубсин (1,5 л/га) – 53,3 шт./рослину, а найменшу кількість бульбочок (23,3 шт./рослину) виявлено у варіанті з використанням комбінацій препаратів на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens*.

Кількість бобів найбільшою була на сорті Чернівецька 9 (221 шт./рослину) у варіанті досліді із застосуванням біологічних препаратів триходермін (2 л/га) + гаубсин (1,5 л/га). Найменшу кількість бобів відзначали у варіанті досліді із застосуванням препаратів планриз (5 л/га) + КОЕДФ, 0,004 %. Кількість бобів на сорті Георгіна коливалася від 45,5 шт./рослину при застосуванні планриз (5 л/га) + КОЕДФ, 0,004 % до 178 шт./рослину – триходермін (2 л/га) + гаубсин (1,5 л/га).

1. Вплив біологічних комплексів на інтенсивність прояву грибних хвороб сої та розвиток рослин (сорт Чернівецька 9, УкрНДСКР ІЗР, 2017–2018 рр.)

Варіанти дослідів	Кількість бульбочок на кореневій системі, шт.	Кількість сформованих бобів на рослині, шт.	Маса 100 насінин, г	Урожайність, т/га	Інтенсивність хвороби, %			Технічна ефективність, %
					пліснявіння (<i>Mucor hiemali</i>)	фузаріоз (<i>Fusarium oxysporum</i>)	аскохітоз (<i>Ascochyta sojaecola</i>)	
Контроль (без обробок)	48,6	107,3	13,3	2,7	38,5	52,1	56,3	
Обробка насіння								
Контроль – біоМаг Соя (4 л/т)	33,8	103,5	15,0	3,4	21,3	35,2	37,4	36,1
БіоМаг Соя (4 л/т) + фітодоктор (1 л/т) + біофосфорин (1 л/т) + урожай Старт (1 л/т)	64,3	109,2	15,1	3,6	16,5	23,4	20,1	59,1
Обробка рослин								
Триходермін (2,0 л/га) + гаубсин, р. (1,5 л/га)	109,3	221,0	16,3	3,7	10,3	9,7	7,4	81,36
Фітодоктор (1,0 л/га) + триходермін, р. (2,0 л/га)	68,3	146,6	16,8	3,7	5,2	8,4	10,1	83,87
Планриз, в.с. (5,0 л/га) + янтарна кислота, 0,003 %	59,4	176,0	16,1	3,7	16,3	14,2	13,8	69,86
Планриз, в.с. (5,0 л/га) + п-гідрокси, 0,0005 %	39,0	116,5	16,0	3,5	15,9	15,6	14,2	68,91
Планриз, в.с. (5,0 л/га) + сполуки Біджімелі, 0,0005 %	39,0	139,0	13,3	3,0	16,4	14,6	14,7	68,91
Планриз, в.с. (5,0 л/га) + КОЕДФ, 0,004 %	45,5	103,3	14,3	3,1	15,8	14,9	14,5	69,25

НІР₀₅

4,1

1,2

0,6

0,12

2. Вплив біологічних комплексів на інтенсивність прояву грибних хвороб сої та розвиток рослин (сорт Георгіна, УкрНДСКР ІЗР, 2017–2018 рр.)

Варіанти дослідів	Кількість бульбочок на кореневій системі, шт.	Кількість сформованих бобів на рослині, шт.	Маса 100 насінин, г	Урожайність, т/га	Інтенсивність хвороби, %			Технічна ефективність, %
					пліснявіння (<i>Mucor hiemalis</i>)	фузаріоз (<i>Fusarium oxysporum</i>)	аскохітоз (<i>Ascochyta sojaecola</i>)	
Контроль (без обробок)	39,7	79,3	12,1	2,5	36,2	49,3	55,2	
Обробка насіння								
Контроль – біоМаг Соя 4 л/т)	28,4	97,0	14,0	3,2	25,4	38,2	41,1	25,58
БіоМаг Соя (4 л/т) + фітодоктор (1 л/т) + біофосфорин (1 л/т) + урожай Старт (1 л/т)	42,0	110,0	10,9	3,6	14,5	22,5	22,1	57,99
Обробка рослин								
Триходермін (2,0 л/га) + гаубсин (1,5 л/га)	53,3	178,0	13,1	3,4	10,9	10,2	10,3	77,68
Фітодоктор (1,0 л/га) + триходермін (2,0 л/га)	32,0	110,6	16,1	3,6	8,3	9,6	11,2	79,31
Планриз, в.с. (5,0 л/га) + янтарна кислота, 0,003 %	29,1	103,5	15,0	3,4	14,2	13,4	13,5	70,78
Планриз, в.с., 5,0 л/га + п-гідрокси, 0,0005 %	23,2	111,2	15,0	3,4	14,7	15,2	14,6	68,37
Планриз, в.с., 5,0 л/га + сполуки Біджімелі, 0,0005 %	23,3	68,0	12,1	3,1	15,6	14,8	13,9	68,51
Планриз, в.с., 5,0 л/га + КОЕДФ, 0,004 %	29,5	45,5	12,0	3,0	15,2	14,1	13,2	69,79

НІР₀₅

1,5

3,2

1,5

0,2

Найбільший вплив на грибні інфекції мали комбінації препаратів триходермін (2 л/т) + гаубсин (1,5 л/т) та фітодоктор (1,0 л/т) + триходермін (2 л/т). Їх технічна ефективність становила 81,36 та 83,87 % відповідно для сорту Чернівецька 9 та 77,68 і 79,31 % для сорту Георгіна (табл. 1, 2). Проте використання інших комбінацій біопрепаратів та стимулюючих речовин теж показало достатню ефективність, яка була в межах 66,12–69,86 % для сорту Чернівецька 9 та 68,51–70,78 % для сорту Георгіна.

Впродовж 2018–2019 рр. проведено дослідження впливу комплексів біопрепаратів та стимулюючих речовин на ріст і розвиток сої. Для забезпечення якісного аналізу було сформовано дві серії дослідів, в яких повторювалися чотири варіанти обробки насіння, які відрізнялися комбінаціями препаратів обробки по вегетації. Внаслідок проведеного аналізу різних комплексів речовин встановлено, що вегетаційні показники сої та стійкість рослин до хвороб чітко формувалися залежно від комбінування досліджуваних препаратів.

Дослідження симбіотичних властивостей за дії різних комплексів біопрепаратів для обробки насіння свідчить про позитивний вплив бактеризації на вірулентність бульбочкових бактерій. Утворення найбільшої кількості бульбочок (72,3–76,3 шт./рослину) забезпечували варіанти досліджень з використанням біопрепаратів біомаг Соя + екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + біофосфорин (1,0 л/т) + фітодоктор (1,0 л/т) (табл. 3).

Визначено вплив досліджуваних комбінацій на формування якості зерна, зокрема маси 100 насінин. Встановлено, що цей показник під дією комбінцій мікробіологічних препаратів збільшувався щодо контролю на 28,0–31,0 % і мав значний вплив на врожайність, забезпечивши 3,68–3,70 т/га на дослідних ділянках. Найкращий результат у першій серії дослідів отримано при застосуванні комплексу *обробка насіння*: біоМаг Соя + екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + біофосфорин (1,0 л/т) + фітодоктор (1,0 л/т); *обробка по вегетації*: гаубсин FORTE (1,5 л/га), урожай Бор (1,5 л/га), аміностим (1,0 л/га), актарофіт (0,4–0,6 л/га), FitoNiss (0,5 л/га), Урожай Со – Мо (0,3 л/га). У другій серії дослідів найвищі показники отримано при застосуванні комплексу *обробка насіння*: біоМаг Соя + екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + біофосфорин (1,0 л/т) + фітодоктор (1,0 л/т); *обробка по вегетації*: гаубсин FORTE (1,5 л/га), урожай Бор (1,5 л/га), біоМаг (1,0 л/га), актарофіт (0,4–0,6 л/га), біоМаг (0,5 л/га), урожай Со – Мо (0,35 л/га).

3. Дослідження впливу комплексів біопрепаратів та стимулюючих речовин на ріст та розвиток сої (сорт Ксенія, УкрНДСКР ІЗР, 2018–2019 рр.)

Варіанти досліджу	Кількість бульбочок на кореневій системі, шт.	Маса 100 насінин, г	Урожайність, т/га	Фузаріоз (<i>Fusarium oxysporum</i>)		Аскохітоз (<i>Ascochyta sojaecola</i>)		Септоріоз (<i>Septoria glycines</i>)	
				Інтенси́вність хвороби, %	Ефективність, %	Інтенси́вність хвороби, %	Ефективність, %	Інтенси́вність хвороби, %	Ефективність, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Контроль (без обробок)	32,6	11,9	2,29	32,1		33,1		29,6	
Серія комбінацій 1									
Обробка насіння: біоМаг Соя + екстендер (2,0 + 1,0 л/т). Обробка по вегетації: гаубсин FORTE (1,5 л/га), урожай Бор (1,5 л/га), біоМаг (1,0 л/га), актарофіт – (0,4–0,6 л/га), біоМаг (0,5 л/га), урожай Со–Мо (0,35 л/га).	52,0	14,0	3,25	10,5	67,3	9,8	70,4	10,6	64,2
Обробка насіння: біоМаг Соя + екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + біофосфорин (1,0 л/т) + фітодоктор (1,0 л/т). Обробка по вегетації: гаубсин FORTE (1,5 л/га), урожай Бор (1,5 л/га), біоМаг (1,0 л/га), актарофіт (0,4–0,6 л/га), біоМаг (0,5 л/га), урожай Со–Мо (0,35 л/га).	72,3	15,2	3,68	6,7	79,1	8,7	73,7	7,2	75,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Обробка насіння:</i> біоМаг Соя + екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + біофосфорин (1,0 л/т). <i>Обробка по вегетації:</i> гаубсин FORTE (1,5 л/га), урожай Бор (1,5 л/га), біоМаг (1,0 л/га), актарофіт (0,4–0,6 л/га), біоМаг (0,5 л/га), урожай Со – Мо (0,35 л/га).	50,4	14,9	3,45	10,2	68,2	8,9	73,1	9,7	67,2
<i>Обробка насіння:</i> біоМаг Соя + екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + фітодоктор (1,0 л/т). <i>Обробка по вегетації:</i> гаубсин FORTE (1,5 л/га), урожай Бор (1,5 л/га), біоМаг (1,0 л/га), актарофіт (0,4–0,6 л/га), біоМаг (0,5 л/га), урожай Со – Мо (0,35 л/га).	46,2	15,0	3,15	8,3	74,1	8,9	73,1	9,2	68,9
Серія комбінацій 2									
<i>Обробка насіння:</i> біоМаг Соя + екстендер (2,0 + 1,0 л/т). <i>Обробка по вегетації:</i> гаубсин FORTE (1,5 л/га), урожай Бор (1,5 л/га), аміностим (1,0 л/га), актарофіт (0,4–0,6 л/га), FitoNiss (0,5 л/га), урожай Со – Мо (0,35 л/га).	54,0	13,0	3,28	10,9	66,8	13,9	60,7	11,4	59,9
<i>Обробка насіння:</i> біоМаг Соя + екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + біофосфорин (1,0 л/т) + фітодоктор (1,0 л/т). <i>Обробка по вегетації:</i> гаубсин FORTE (1,5 л/га), урожай Бор (1,5 л/га), аміностим (1,0 л/га), актарофіт (0,4–0,6 л/га), FitoNiss (0,5 л/га), урожай Со – Мо (0,35 л/га).	76,3	16,1	3,70	8,6	73,8	10,6	70,1	7,9	72,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Обробка насіння: біоМаг Соя + екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + біофосфорин (1,0 л/т). Обробка по вегетації: гаубсин FORTE (1,5 л/га), урожай Бор (1,5 л/га), аміностим (1,0 л/га), актарофіт (0,4–0,6 л/га), FitoNiss (0,5 л/га), урожай Со – Мо (0,35 л/га)	52,4	15,0	3,47	9,2	72,0	12,2	65,5	9,2	67,6
Обробка насіння: біоМаг Соя + екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + фітодоктор (1,0 л/т). Обробка по вегетації: гаубсин FORTE (1,5 л/га), урожай Бор (1,5 л/га), аміностим (1,0 л/га), актарофіт (0,4–0,6 л/га), FitoNiss (0,5 л/га), урожай Со – Мо (0,35 л/га)	48,2	14,7	3,20	10,2	68,9	11,2	68,4	10,8	62,0

Використання цих систем забезпечило зниження інтенсивності розвитку таких хвороб, як фузаріоз (*Fusarium oxysporum*), аскохітоз (*Ascochyta sojaecola*) та септоріоз (*Septoria glycines*), та показало технічну ефективність вище 70 %.

Висновки. За результатами досліджень встановлено, що підвищення врожайності та зменшення прояву комплексу грибних хвороб сої можна досягнути за допомогою правильного підбору системи біофунгіцидів та стимуляторів росту без застосування препаратів хімічного походження. За результатами дослідів можна рекомендувати застосування комплексу *обробка насіння*: біоМаг Соя + екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + біофосфорин (1,0 л/т) + фітодоктор (1,0 л/т); *обробка по вегетації*: гаубсин FORTE (1,5 л/га), урожай Бор (1,5 л/га), аміностим (1,0 л/га), актарофіт (0,4–0,6 л/га), FitoNiss (0,5 л/га), урожай Со – Мо (0,35 л/га), а також комплексу *обробка насіння*: біоМаг Соя + екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + біофосфорин (1,0 л/т) + фітодоктор (1,0 л/т); *обробка по вегетації*: гаубсин FORTE (1,5 л/га), урожай Бор (1,5 л/га), біоМаг (1,0 л/га), актарофіт (0,4–0,6 л/га), біоМаг (0,5 л/га), урожай Со – Мо (0,35 л/га).

Список використаної літератури

1. Агроекологія / за ред. М. М. Горднього. Київ : Вища шк., 1993. 416 с.
2. Алехин В. Т. Проблемы перехода к органическому земледелию. *Защита и карантин растений*. 2019. № 3. С. 10–12.
3. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ : Аграрна наука, 2011. 548 с.
4. Березина Н. В., Уваров В. Н. Биопрепараты. Система эффективного применения для защиты овощных культур. *Вестник овощевода*. 2009. № 2. С. 49–51.
5. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин / В. П. Карпенко та ін. ; за ред. В. П. Карпенка. Умань : Сочинський, 2012. 357 с.
6. Вергунова І. М. Основи математичного моделювання в захисті рослин. Київ : Нора-прінт, 2006. 236 с.
7. Горбунов О. П. Совершенствование препаратов на основе *Pseudomonas aureofaciens*. *Защита и карантин растений*. 2011. № 5. С. 35–36.
8. Долженко В. И., Захаренко В. А. Научные достижения в области защиты растений в 2012 г. *Защита и карантин растений*. 2013. № 2. С. 54–59.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
10. Експериментальна ґрунтова мікробіологія / В. В. Волкогон та ін. ; за наук. ред. В. В. Волкогона. Київ : Аграр. наука, 2010. С. 154–156.
11. Жеребко В. М. Вплив бур'янів і гербіцидів на амінокислотний склад насіння сої. *Карантин і захист рослин*. 2016. № 2/3. С. 22–23.
12. Кириченко О. В. Комплексна оцінка модуляційної здатності бульбочкових бактерій та особливості формування симбіотичних систем сої за інocuляції насіння мікробними композиціями. *Мікробіологічний журнал*. 2016. Т. 78, № 4. С. 90–101.

References

1. Agroecology / za red. M. M. Horodnoho. Kyiv : Vyscha shk., 1993. 416 p.
2. Alehin V. T. Challenges of the transition to organic farming. *Zaschita i karantin rasteniy*. 2019. No 3. P. 10–12.
3. Babych A. O., Babych-Poberezhna A. A. Selection, production, trade and use of soybeans in the world. Kyiv : Ahrarna nauka, 2011. 548 p.
4. Berezhina N. V., Uvarov V. N. Biological preparations. Systems of effective usage for vegetable crops. *Vestnik ovoshchevoda*. 2009. No 2. P. 49–51.
5. Biological basis for herbicides integrated actions and plant growth regulators / V. P. Karpenko et al. ; ed. by V. P. Karpenko. Uman : Sochinsky, 2012. 357 p.
6. Verhunova I. M. Basics for mathematic modelling in plant protection. Kyiv : Nora-print, 2006. 236 p.
7. Gorbunov O. P. The preparations improvement on the base of *Pseudomonas aureofaciens*. *Zaschita i karantin rasteniy*. 2011. No 5. P. 35–36.
8. Dolzhenko V. I., Zaharenko V. A. Scientific advances in plant protection in 2012. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2013. No 2. P. 54–59.
9. Dospekhov B. A. The field experiment technique (with basis of statistical treatment of researches results). 5th ed. Moscow : Agropromizdat, 1985. 351 p.
10. Experimental soil microbiology / V. V. Volkohon et al. ; ed. by V. V. Volkohon. Kyiv : Ahrarna nauka, 2010. P. 154–156.
11. Zherebko V. M. Influence of weeds and herbicides on the amino acid composition of soy. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2016. No 2/3. P. 22–23.
12. Kyrychenko O. V. The complex estimate of the Rhizobium nodulation ability and the features of soybean symbiotic systems formation at the microbial compositions seed inoculation. *Mikrobiolohichniy zhurnal*. 2016. Vol. 78, No 4. P. 90–101.
13. Kots S. Ya. Current state of

13. Коць С. Я. Сучасний стан досліджень біологічної фіксації азоту. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2011. Т. 43, № 3. С. 212–225.
14. Кулешов А. В., Билик М. О., Довгань С. В. Фітосанітарний моніторинг і прогноз : навч. посіб. Харків : Еспада, 2011. 608 с.
15. Методичні рекомендації до проведення лабораторних занять для підготовки студентів із напрямку "Захист рослин". Київ : НУБіПУ, 2011. 54 с.
16. Миколаєвський В. П., Сергієнко В. Г., Титова Л. В. Вплив інокулянтів на формування симбіотичних систем, розвиток хвороб та продуктивність сої різних сортів. *Мікробіологія і біотехнологія*. 2016. № 3. С. 57–68.
17. Петриченко В. Ф., Тихонович С. Я., Коць М. В. Сільськогосподарська мікробіологія і збалансований розвиток агроєкосистем. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 8. С. 5–11.
18. Петриченко В. Ф., Патица В. П., Пасічник Л. А. Хвороби сої: моніторинг, діагностика, захист. Вінниця, 2016. 106 с.
19. Попов Ю. В., Рукин В. Ф., Хрюкина Е. И. Особенности борьбы с вредными организмами на картофеле в ЦЧР. *Защита и карантин растений*. 2015. № 4. С. 31–36.
20. Сергієнко В. Г., Ткаленко Г. М., Борзих О. І. Оптимізація захисту овочевих культур в Лісостепу України. *Карантин і захист рослин*. 2012. № 3. С. 9–14.
21. Сергієнко В. Г., Ткаленко А. Н., Титова Л. В. Использование биопрепаратов для защиты овощных культур от болезней. *Защита и карантин растений*. 2010. № 7. С. 28–30.
22. Соя / В. Ф. Петриченко та ін. ; за ред. В. Ф. Петриченка. Вінниця : Діло, 2016. 392 с.
23. Спосіб одержання 1,6-діоксо-8-арил-1,3,4,6,6,7,8-гексагідро-2-Н-піразино : пат. 48943 Україна: МПК: C07D 241/00, C07D 487/00, C07D 239/00; № u200910851 ; заявл. 27.10.2009 ; опубл. 12.04.2010, Бюл. № 7.
- biological nitrogen fixation studies. *Phiziologiya i biokhimiya kulturnykh rastenii*. 2011. Vol. 43, No 3. P. 212–225.
14. Kuleshov A. V., Bilyk M. O., Dovgan S. V. Phytosanitary monitoring and prognosis : manual. Kharkiv : Espada, 2011. 608 p.
15. Methodical recommendations for laboratory classes to prepare students in the field of "Plant Protection". Kyiv : NUBiPU, 2011. 54 p.
16. Mykolayevky V. P., Serhienko V. H., Tytova L. V. Inoculants influence on the symbiotic systems formation, diseases development and productivity of different soy varieties. *Microbiologia i biotekhnologia*. 2016. No 3. P. 57–68.
17. Petrychenko V. F., Tichono-vich S. I., Kots M. V. Agricultural microbiology and balanced development of agroecosystems. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2012. No 8. P. 5–11.
18. Petrychenko V. F., Patyka V. P., Pasichnyk L. A. Soybean diseases: monitoring, diagnostics, protection. Vinnytsia, 2016. 106 p.
19. Popov Ju. V., Rukin V. F., Hryukina E. I. Features of the fight against pests on potatoes in the Central black-earth Region. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2015. No 4. P. 31–36.
20. Serhienko V. H., Tkalenko H. M., Borzykh O. I. Optimization of vegetable crop protection in the Forest-Steppe of Ukraine. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2012. No 3. P. 9–14.
21. Sergienko V. G., Tkalenko A. N., Titova L. V. Biological preparations' usage for protection vegetable crops. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2010. No 7. P. 28–30.
22. Soybean / V. F. Petrychenko et al. ; ed. by V. F. Petrychenko. Vinnytsia : Dilo, 2016. 392 p.
23. The way for receiving 1,6-dioxo-8-aryl-1,3,4,6,6,7,8-hexahydro-2 H-pyrazine (1,2-c)-pyrimidine-9-carboxylate : pat. 48943 Ukraine. МПК: C07D 241/00, C07D 487/00, C07D 239/00; № u200910851 ; publ. 12.04.2010, Bul. No 7.
24. Strategy and tactic for plant protection. Strategy / edited V. P. Fedorenko.

24. Стратегія і тактика захисту рослин. Стратегія / під ред. В. П. Федоренка. Київ : Альфа-стевія, 2012. Т. 1. 500 с.
25. Ткаленко А. Н., Федоренко В. П., Конверская В. П. Достижения и перспективы развития биологического метода защиты растений в Украине. *Защита и карантин растений*. 2010. № 4. С. 12–15.
26. Frans J. de Bruijn. Biological Nitrogen Fixation. 2 Volume Set. Wiley–Blackwell. 2015. 1260 p. URL: <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-1118637046.html> (last accessed: 19.05.2019).
27. Oldroy G. E., Downie J. A. Coordinating nodule morphogenesis with rhizobial infection in legumes. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2008. V. 59. P. 1169–1180.
28. Patyka V. H., Pasichnyk L. A. Phytopathogenic bacteria in the system of modern agriculture. *Microbiol. J.* 2014. V. 76, N 1. P. 21–26.
29. Patyka V. P. Phytopathogenic Bacteria in Contemporary Agriculture. *Microbiologichny zhurnal*. 2016. V. 78, N 6. P. 71–83.
30. Soybean metabolites regulated in root hairs in response to the symbiotic bacterium *Bradyrhizobium japonicum* / Brechenmacher L. et al. *Plant Physiol.* 2010. V. 153. P. 808–1822.
31. Voloshchuk O. N., Kushnir O. V., Marchenko M. M. Synthesis and oxidant activity of 2-thioxo-1.2.3.4-tetrahydropyrimidine-5-carbamides. *Pharm. Chem. J.* 2014. V. 48, N 4. P. 246–248.
- Kyiv : Alfa-stevia, 2012. Vol. 1. 500 p.
25. Tkachenko A. N., Fedorenko V. P., Konverskaja V. P. Achievements and prospects for the development of a biological method of plant protection in Ukraine. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2010. No 4. P. 12–15.
26. Frans J. de Bruijn. Biological Nitrogen Fixation. 2 Volume Set. Wiley–Blackwell. 2015. 1260 p. URL: <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-1118637046.html> (last accessed: 19.05.2019).
27. Oldroy G. E., Downie J. A. Coordinating nodule morphogenesis with rhizobial infection in legumes. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2008. Vol. 59. P. 1169–1180.
28. Patyka V. H., Pasichnyk L. A. Phytopathogenic bacteria in the system of modern agriculture. *Microbiol. J.* 2014. Vol. 76, No 1. P. 21–26.
29. Patyka V. P. Phytopathogenic Bacteria in Contemporary Agriculture. *Microbiologichny zhurnal*. 2016. Vol. 78, No 6. P. 71–83.
30. Soybean metabolites regulated in root hairs in response to the symbiotic bacterium *Bradyrhizobium japonicum* / Brechenmacher L. et al. *Plant Physiol.* 2010. Vol. 153. P. 808–1822.
31. Voloshchuk O. N., Kushnir O. V., Marchenko M. M. Synthesis and oxidant activity of 2-thioxo-1.2.3.4-tetrahydropyrimidine-5-carbamides. *Pharm. Chem. J.* 2014. Vol. 48, No 4. P. 246–248.

Отримано 03.06.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-13

УДК 632.51:632.931

¹М. П. СОЛОМІЙЧУК, ¹Р. О. КОРДУЛЯН, ¹В. М. ГУНЧАК, кандидати с.-г. наук

²О. І. БОРЗИХ, доктор сільськогосподарських наук

¹Українська науково-дослідна станція карантину рослин ІЗР

вул. Наукова, 1, с. Бояни Новоселицького р-ну Чернівецької обл.,

60321, e-mail: ukrndskr.zam@gmail.com

²Інститут захисту рослин НААН

вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, e-mail: plant_prot@ukr.net

ОСОБЛИВОСТІ СТАТУСУ БОРЩІВНИКА СОСНОВСЬКОГО В УКРАЇНІ ТА СИСТЕМНИЙ ПІДХІД У БОРОТЬБІ ТА ЛІКВІДАЦІ НЕБЕЗПЕЧНОГО ВИДУ БУР'ЯНУ

Проведено Аналіз фітосанітарного ризику (АФР) для борщівника Сосновського з визначенням здатності виду бути карантинним об'єктом шляхом аналізу наявних наукових даних. За результатами АФР борщівник Сосновського можна віднести до категорії регульованих бур'янів і соціально небезпечних для здоров'я людей і тварин, високоагресивних у поширенні, але надзвичайно важких у викориненні видів рослин на територіях багатьох областей, де він поширений у незначній кількості. Борщівник Сосновського може претендувати на статус регульованого об'єкта для територій, на яких він не має широкого поширення, що дозволяє застосовувати щодо нього заходи як для будь-якої карантинної рослини – контролювати його появу і повністю знищувати осередки заносу. Фітосанітарні заходи будуть мінімальними при застосуванні ефективного захисту тільки на територіях зони заносу.

Представлено результати впровадження способу боротьби з борщівником Сосновського, який полягає у використанні біодеструктора після скошування для засихання рослин та знищення насіннєвого матеріалу, а також у застосуванні по молодих рослинах оптимальних хімічних засобів у формі комплексу гербіцидів. Комплекс включає застосування гербіцидів на основі діючої речовини гліфосат у вигляді кислоти, 500 г/л, у нормі 8 л/га з препаратом дикамба, 480 г/л, у нормі 0,3 л/га. Також рекомендовано використання біодеструктора в нормі 2 л/га по скошених та засохлих рослинах, що забезпечує знищення їх маси та запобігає дозріванню насіння, знижуючи ймовірність його проростання.

Представлено результати проведених робіт з застосуванням розробленого методу на прикладі міста Чернівці. У ряді вогнищ густота стояння рослин зменшилася від 47,8 і 43,5 шт/м² до 4,8 та 1,2 шт/м². Це дало можливість скоротити чисельність борщівника Сосновського у деяких вогнищах більше ніж у 25 разів.

© Соломійчук М. П., Кордулян Р. О.,
Гунчак В. М., Борзих О. І., 2020

За результатами впровадження розробки в 2016–2019 рр. на дослідних полігонах можна говорити про зменшення площі, забур'яненої борщівником Сосновського, в місті Чернівці на 19 га та отримання значних територій, де кількість рослин бур'яну становить менше 1 шт./м².

Ключові слова: регульований шкідливий організм, Аналіз фітосанітарного ризику, бур'ян, борщівник Сосновського, гербіциди, деструктор, ефективність.

¹Michailo Solomiichuk, ¹Roman Kordulyan, ¹Volodymir Gunchak,
²Oleksandr Borzykh

¹Ukrainian Scientific Research Plant Quarantine Station of Plant Protection
Institute NAAS

² Plant Protection Institute NAAS

Features of the status of Sosnovsky's hogweed in Ukraine and a systematic approach in the fight and elimination of a dangerous weed species

The pest risk analysis (PRA) was carried out for Sosnovsky's hogweed to determine the ability of the species to be a quarantine object by analyzing the available scientific data. According to the results of the PRA, Sosnovsky's hogweed can be classified as a regulated weed and socially dangerous to human and animal health, highly aggressive in spread, and extremely difficult to eradicate in many areas, where it is widespread in small numbers. Sosnovsky's hogweed can claim the status of a regulated object for territories where it is not widespread. It allows to apply measures to it as for any quarantine plant: to control its appearance and completely eradicate its entry source.

The phytosanitary measures will be minimal, if effective protection is applied only in the areas of the weed introduction

The results of the introduction of the control method of Sosnovsky's hogweed are presented. This method is based on the application of biodestructor after cutting plants for drying and destroying seed material, as well as on the use of optimal chemical agents in the form of a complex of herbicides on young plants. The complex includes application of herbicides based on the active substance glyphosate in the form of acid (500 g/l) at a rate of 8 l/ha with the preparation dycamba (480 g/l) at a rate of 0.3 l/ha. It is also recommended to use 2 l/ha of biodestructor on mown and dried plants, which ensures their destruction and prevents seed maturation, reducing the likelihood of germination.

The results of developed method have been proposed using the example of town Chernivtsi. Weed density have decreased from 47,8 and 43,5 plants to 4,8 and 1,2 plants on 1 m² in a number of hotbeds. These measures allowed to decrease the quantity of Sosnovsky's hogweed in some hotbeds by more than 25 times.

According to the results of the method implementation in 2016-2019 at the research sites, we can talk about reducing the area weeded by Sosnovsky's hogweed in the city of Chernivtsi by 19 hectares and obtaining large areas where the number of weeds is less than 1 plant per m².

Key words: regulated pest, phytosanitary risk analysis, weeds, Sosnovsky's hogweed, herbicides, destructor, efficiency.

Вступ. Борщівник Соснівського (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) – багаторічна рослина родини зонтичних (Apiaceae). Інтродукований в Україну, борщівник Соснівського несе значну загрозу як для сільського господарства, так і для здоров'я людей [5, 6, 8, 11, 17, 25, 26]. Захоплюючи нову площу, він пригнічує іншу рослинність, порушує нормальне природне функціонування місцевих екологічних систем і створює навколо себе власну екосистему, неприйнятну для природи тої чи іншої місцевості. Великі і широкі листки борщівника розпускаються навесні раніше за інші рослини (трави), затінюючи поверхню ґрунту, на якій після його заселення інші види більше не ростуть. Одна монокарпічна рослина здатна щороку давати від 15–20 тис., а в окремі роки і до 100 тис. життєздатного насіння. У ґрунті насіння борщівника може зберігати життєздатність 3–5, іноді 10–15 років [1, 16, 25].

При контакті людини з рослиною спричиняються опіки, які важко загоюються. Особливо небезпечними є ураження у ділянці суглобів, які постійно перебувають у русі. Це поглиблює опік, може приєднуватися інфекція, і тоді процес одужання триває довше. Причина опіків фурукумарини – речовини, які різко підвищують чутливість організму до ультрафіолетових променів. Найсильніші опіки загрожують при контакті рослини з вологим тілом у спекотні сонячні дні [1, 9, 15, 20].

Поширення борщівника Соснівського в Україні останнім часом набуває безконтрольного та хаотичного характеру. Експансія цього інвазійного бур'яну охоплює значні території Західної та Центральної України. Завезений в 40–х роках минулого століття як кормова культура борщівник Соснівського вийшов за межі сільськогосподарських угідь та швидко поширився по берегах річок, узліссях, обабіч доріг, на пасовищах. Вторинний ареал цього виду щороку розширюється, проте він ще не досяг своєї екологічної межі. Таке поширення може вплинути на розвиток місцевих громад, особливо в західноукраїнських регіонах, які часто спеціалізуються на туристичному бізнесі [2, 22, 25, 28].

Фактором, що може стримати подальше поширення цього адвентивного для флори України бур'яну, могло б стати надання йому статусу карантинного об'єкта. Потенційна небезпека цього виду дає всі підстави відносити борщівник Соснівського до категорії карантинних бур'янів на територіях багатьох областей, де він відсутній або не має значного поширення.

За кордоном, у країнах, схильних до експансії борщівника Сосновського (Польщі, Німеччині, Естонії, Латвії), відповідно до Міжнародної конвенції з карантину та захисту рослин цей вид зарахований до карантинних об'єктів, отже, є бур'яном, що підлягає повному знищенню [7, 10, 12, 30]. Є ряд країн Європи, де він не входить до переліків карантинних організмів, проте має статус інвазивного виду. Поняття «інвазивний (інвазійний) вид» – це чужорідний вид, який має велику здатність до розселення, розповсюджується природним шляхом або за допомогою людини й становить значну загрозу для флори й фауни певних екосистем, конкуруючи з аборигенними видами за екологічні ніші, а також спричиняючи загибель місцевих видів. Борщівник Сосновського внесений до Об'єднаного переліку інвазивних чужорідних видів Європейського Союзу, а також Списку A2 ЄОКЗР/EPPO, розділу «Інвазивні рослини» [7, 10, 11, 15, 27]. У нашій країні, незважаючи на те, що вже тривалий час борщівник Сосновського є надзвичайно проблемним видом, він не має статусу карантинного об'єкта.

У ряді країн СНД борщівник Сосновського, починаючи з 40-х років, є сільськогосподарською культурою та включений до класифікаторів сільськогосподарської продукції, що унеможливило його внесення в переліки бур'янів. Проте впродовж останніх 5–10 років у деяких з них його вилучили з цих переліків та перевели в статус шкідливого організму в ряді країн [6, 7, 12, 25, 30].

Знаючи біологічні особливості борщівника, можна розробляти заходи боротьби з цими небажаними рослинами. Проте, як показує практика, повної картини масштабів поширення борщівника Сосновського в регіонах немає або ці показники значно занижені. Житлово-комунальні підприємства та сільгосппідприємства використовують звичайні механічні або хімічні заходи знищення цього бур'яну [4, 22, 29], якими рекомендовано скошування рослин борщівника Сосновського або внесення гербіцидів на основі солей гліфосату.

Хибами вказаних заходів є:

- відсутність системного підходу у боротьбі з бур'яном, зосереджуючись на знищенні вегетативної маси рослини;
- відсутність боротьби з насіннеутворенням та дозріванням насіння навіть при скошуванні рослин;
- не гарантують значного зниження чисельності борщівника Сосновського на одиницю площі наступного року [4, 18, 21, 22].

З огляду на згадане вище основною метою роботи було проаналізувати борщівник Сосновського як об'єкт регулювання з визначенням здатності виду бути карантинним об'єктом шляхом аналізу наявних наукових даних, а також розробити оптимальну схему застосування різних методів боротьби з шкідливим організмом.

Матеріали і методи. АФР проводили згідно зі Стандартами Європейської і Середземноморської організації карантину і захисту рослин (ЄОКЗР/ЕРРО) та Міжнародними стандартами з фітосанітарних заходів (МСФЗ) [19, 23, 24, 32].

Дослідження проводили у 2016–2019 рр. у вогнищах борщівника Сосновського міста Чернівці. У осередках борщівника Сосновського було закладено послідовність різних комбінацій препаратів та заходів у боротьбі з бур'яном. Дослід включав 10 ділянок по 0,1 га.

Застосування комбінацій хімічних препаратів розпочинали на початку вегетаційного періоду бур'яну, а також весь період росту рослини після її механічного скошування при висоті до 50 см.

При проведенні хімічних заходів знищення борщівника Сосновського було використано суміш препаратів: ураган Форте та пріма.

Ураган Форте – неселективний післясходовий системний гербіцид суцільної дії для знищення однорічних і багаторічних бур'янів.

Пріма має широкий спектр дії проти однорічних і багаторічних дводольних бур'янів.

Для визначення забур'яненості посівів використовували кількісний метод, який ґрунтується на підрахунку кількості бур'янів на облікових майданчиках. При цьому користувалися рамками розміром 2х2 м. Після підрахунку кількості бур'янів у рамках визначали їх середню кількість на одну рамку і на 1 м².

Визначення ефективності дії препаратів проводили згідно із загальноприйнятими методиками [14]. Статистичну обробку результатів досліджень проводили за Доспеховим Б. А., за допомогою пакета комп'ютерних програм.

Результати та обговорення. Як відомо з офіційних даних, щороку до Держпродспоживслужби надходять звернення щодо карантинного статусу інвазивної рослини – борщівника Сосновського (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) та віднесення його до Переліку регульованих шкідливих організмів. Ще в 2015 р., на той час Державна ветеринарна і фітосанітарна служба України, провела Аналіз

фітосанітарного ризику (АФР) для визначення відповідності борщівника Сосновського критеріям карантинного організму та можливого включення його до Переліку регульованих шкідливих організмів [18, 23, 24].

Загальний висновок проведення АФР: вид борщівник Сосновського не відповідає критеріям карантинного шкідливого організму або регульованого некарантинного шкідливого організму для зони АФР (України) і не може бути включений до національного Переліку регульованих шкідливих організмів. Результати проведеного АФР оприлюднено на офіційному сайті Держпродспоживслужби [19].

Останній аналіз офіційних обстежень територій для виявлення рослин борщівника Сосновського в усіх областях України було проведено до початку його АФР, у 2014 р. Внаслідок обстежень осередки борщівника Сосновського виявлено в 15 областях України на площі 2470,95 га, в основному на землях несільськогосподарського призначення (85 %). Проте, як показують дослідження, ці дані давно застаріли і значно різняться з фактичними площами. Так, як приклад, згідно з даними Державної фітосанітарної служби в Чернівецькій області, площа борщівника Сосновського у місті Чернівці в 2015 р. становила 8,5 га. Фактичні обстеження міста Чернівці в рамках дослідження показали, що борщівник Сосновського займав у 2016–2018 р. територію площею 83,1 га. При підрахунку кількості наявних рослин бур'яну на одиницю площі виявлено вогнища, де густота стояння рослин сягала більше 40 шт./м². Аналогічна ситуація характерна і для інших регіонів України.

Не претендуючи на «твердження останньої інстанції», ми спробували визначити здатність виду бути карантинним об'єктом шляхом аналізу наявних наукових даних та застосування згаданої вище термінології.

На підготовчому етапі АФР об'єкт всебічно вивчають за такими напрямками: наявність або відсутність об'єкта в ареалі АФР; походження і географічне поширення; біологічні особливості та морфологічна будова; виявлення та ідентифікація; можливі шляхи поширення; шкідливість і економічне значення [18, 23, 24]. За цими пунктами борщівник Сосновського вивчений досить глибоко і широко. Як раніше говорилося, цей вид свідомо занесено на територію держави, де його вирощували як кормову культуру. Після невдалого культивування вид сформував у цих регіонах вторинні осередки поширення, з яких став широко розселятися за межі сільськогосподарських угідь, проявивши значне домінування в

екосистемах, а також проявив високу фітотоксичність та загрозу здоров'ю людини.

Оцінка потенціалу конкурентоспроможності і можливості проникнення на нові території рослини включає 16 пунктів [24, 25], 8-ми з яких борщівник Сосновського відповідає: швидке досягнення репродуктивної зрілості, регулярне і рясне плодоношення, швидке нарощування великої вегетативної маси, стійкість до агротехнічних заходів (наприклад, скошування), розповсюдження плодів і насіння вітром, водою і тваринами, а також часте виявлення виду на нових територіях.

Оцінка потенційної можливості акліматизації і розширення ареалу адвентивного бур'яну включає визначення меж потенційного ареалу, яке проводять на основі принципу лімітуючого фактора, шляхом порівняння індексів агрокліматичних зон наявного і потенційного ареалів. Для дуже багатьох областей він набирає за цим показником 5 балів з 6 можливих. Це наявність кліматичних умов в ареалі АФР, які збігаються з кліматичними умовами ареалу цієї рослини; частий занос розглянутого бур'яну за межу його первинного ареалу.

Оцінка потенційної економічної шкодочинності від занесення включає 9 пунктів, з яких борщівник Сосновського відповідає 6: погіршення технологічних якостей врожаю при засміченні (посіви кормових багаторічних трав); зниження продуктивності пасовищ і лугів, садів (витісняє аборигенні лугові види рослин); негативний вплив на здоров'я тварин (проблеми з вигодовуванням молодняку в корів, що харчуються силосом з борщівника); негативний вплив на здоров'я людей (травми або опіки при контакті з рослинами); можливість бути рослиною-господарем для шкідників культурних рослин; зміна складу природного біоценозу (сприяє зміні видового складу природних рослинних угруповань з заміщенням аборигенних видів борщівником Сосновського), знецінення земель.

Підсумкову оцінку потенційної небезпеки рослини проводять з урахуванням всіх наведених вище оцінок за сумою балів: потенціал конкурентоспроможності виду і можливості проникнення його на нові території (8 балів); потенціальна можливість акліматизації та розширення ареалу (5 балів); потенційна економічна шкідливість (6 балів). Таким чином, борщівник Сосновського набирає 19 балів. Відповідно до Методики проведення Аналізу фітосанітарного ризику сума балів 15,5 і вище відповідає високим показникам потенційної конкурентоспроможності, розселення та економічної шкодочинності

виду. Отже, є всі підстави відносити борщівник Сосновського до категорії регульованих бур'янів і соціально небезпечних для здоров'я людей і тварин, високоагресивних у поширенні, але надзвичайно важких у викоріненні видів рослин на територіях багатьох областей, де він наявний в невеликій кількості.

Згідно з літературними даними, в практиці боротьби з борщівником Сосновського використовують найрізноманітніші агротехнічні та хімічні прийоми [3, 13, 18, 31]. За результатами дослідження встановлено, що скошування та підкопування бур'яну не забезпечує знищення рослин, оскільки коренева система борщівника може забезпечувати відростання впродовж цілого року, а на скошених чи підкопаних рослинах в період цвітіння відбувається дозрівання насіння. Тому ефективність таких методів не перевищує 45 % (табл. 1). Проте ці заходи можуть забезпечити зниження чисельності бур'яну на одиницю площі, за рахунок скорочення накопичення насіннєвого матеріалу в ґрунті. При застосуванні біодеструктора по скошених та підкопаних рослинах відзначено зменшення чисельності проростання рослин на наступний рік порівняно з контролем. Це зумовлено тим, що біодеструктор прискорює розкладання рослинних залишків та не дає можливості дозрівати насінню на скошених рослинах. Це значно знижує попадання насіннєвого матеріалу в ґрунт та забезпечує більш ніж на 20 % ефективність боротьби з борщівником Сосновського в системі агротехнічних заходів.

Використання системних гербіцидів, дозволених до застосування проти бур'янів, наприклад, раундап ВР (360 г/л гліфосату) і його аналогів, рекомендоване на різних фазах розвитку борщівника Сосновського аж до цвітіння [4, 16, 18]. Проте на площах із високим навантаженням рослин та при досягненні їх висоти вище 45–50 см використання навіть найвищих рекомендованих доз гербіцидів на основі гліфосатів не забезпечує повного знищення рослин та їх кореневої системи. За результатами досліджень ефективність використання гербіцидів з діючою речовиною (д.р.) гліфосату у вигляді кислоти, 500 г/л, за норм використання в межах 4–8 л/га коливається в межах 50–75 %, що є недостатнім для боротьби з бур'яном та не забезпечує знищення насіннєвого матеріалу (табл. 1).

Проте оптимальною схемою застосування є комбінація препаратів з д.р. гліфосат у вигляді кислоти, 500 г/л у нормі 8 л/га та д.р. дикамба, 480 г/л у нормі 0,3 л/га, що забезпечила до 87 % ефективності знищення рослин борщівника Сосновського за один рік щодо наявного навантаження бур'яну.

1. Вплив комбінацій хімічних та механічних заходів боротьби на розвиток борщівника Сосновського, 2016–2018 рр.

Комбінація дослідів	Кількість рослин борщівника Сосновського, шт./м ²		Ефективність, %
	до застосування заходів	після застосування заходів, на наступний рік	
Контроль	29,8	33,3	
Діюча речовина гліфосат у вигляді кислоти, 500 г/л, норма 4 л/га	27,3	10,7	49,8
Діюча речовина гліфосат у вигляді кислоти, 500 г/л, норма 6 л/га	26,1	6,2	59,8
Діюча речовина гліфосат у вигляді кислоти, 500 г/л, норма 8 л/га	28,9	3,8	75,4
Діюча речовина гліфосат у вигляді кислоти, 500 г/л, норма 4 л/га + дикамба, 480 г/л, норма 0,3 л/га	38,5	17,0	64,6
Діюча речовина гліфосат у вигляді кислоти, 500 г/л, норма 6 л/га + дикамба, 480 г/л, норма 0,3 л/га	35,8	12,3	70,6
Діюча речовина гліфосат у вигляді кислоти, 500 г/л, норма 8 л/га + дикамба, 480 г/л, норма 0,3 л/га	37,7	8,7	87,1
Скошування рослин	33,2	20,0	39,6
Скошування рослин + біодеструктор, норма 2 л/га	32,4	12,2	60,7
Підкопування рослин	36,7	22,3	43,2
НР ₀₅	0,9	1,2	

За результатами досліджень сформовано оптимальний спосіб застосування комбінації заходів, який полягає в тому, що при застосуванні хімічних заходів використовується комплекс гербіцидів на основі діючої речовини гліфосат у вигляді кислоти, 500 г/л, у нормі 8 л/га з препаратом дикамба, 480 г/л, у нормі 0,3 л/га, а також застосовується біодеструктор у нормі 2 л/га по скошених та засохлих рослинах, що забезпечує знищення вегетативної та кореневої маси

рослин і запобігає дозріванню насіння, знижує ймовірність його проростання.

Цей спосіб впроваджено у більшості вогнищ борщівника Сосновського в місті Чернівці.

За період щорічного моніторингу вогнищ борщівника Сосновського, проведено підрахунок кількості наявних рослин бур'яну на одиницю площі. Для ведення контролю за навантаженням ценозів бур'яном ці показники проаналізовано в динаміці за чотири роки.

За результатами роботи в напрямі знищення вогнищ борщівника Сосновського у місті Чернівці, за даними моніторингу, можна стверджувати про ефективність методу, що проходив апробацію. Так, на територіях вул. О. Вільшини (ТЦ «Метро»), вул. Річна (кінєць), вул. Карбулицького (школа № 34), вул. Красіна (район УТОГ), вул. Дунайська, 48 рослин бур'яну у 2019 р. не виявлено, а на територіях вул. В. Александрі (військова частина), вул. Хотинська (шиномонтаж, навпроти ТЦ «Епіцентр»), вул. Хотинська (ТЦ «Ашан»), вул. Ткачука (цвинтар), вул. І. Підкови (геріатричний пансіонат) виявлено поодинокі рослини, які вирости з наявного в ґрунті насіння. Слід відзначити, що за період моніторингу на територіях всіх вогнищ, де проводили роботу, значно зменшилася густота стояння рослин (від 47,8 і 43,5 шт./м² до 4,8 та 1,2 шт./м²). Це дало можливість скоротити чисельність борщівника Сосновського у деяких вогнищах більше ніж у 25 разів (табл. 2).

За результатами роботи в 2016–2019 р. та за показниками регулярних обстежень можна стверджувати, що виявлені раніше вогнища (вул. О. Вільшини (ТЦ «Метро»), вул. Красіна (район УТОГ), вул. Дунайська, вул. Річна (кінєць), вул. Карбулицького (школа № 34), вул. Хотинська (ТЦ «Ашан»), вул. Ткачука) ліквідовані або мають поодинокі рослини борщівника Сосновського. Для цих ділянок у наступні роки можна рекомендувати регулярний моніторинг та знищення бур'яну за його наявності, що забезпечить повний контроль бур'яну.

Слід відзначити і те, що відбулося не тільки значне зменшення кількості рослин на одиницю площі, а і скорочення площ ряду вогнищ або повна їх ліквідація.

2. Результати знищення вогнищ борщівника Сосновського, виявлених в м. Чернівці

Координати точки	Назва	Густота стояння рослин на 1 м ²				Зменшено густоту рослин, (рази)
		2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	
N48 20.890 E25 55.561	Район вул. Верховинська – Каштанова	43,5	19,7	1,2–18,4	1,2–10,6	4,1
N48 18.901 E26 00.321	Район вул. Лукіяновича	47,8	22,2	2,6–7,8	0,9–4,8	9,8
N48 20.407 E25 57.573	Вул. В. Александрі	15,3	0,7	0,2	0	—
N48.333972 E25.938384	Вул. П. Лумумби	12,5	4,2	2,7	4,5	3,4
N48 18.977 E25 58.797	Вул. Ткачука	11,1	14,8	8,9–18,7	9,4	1,2
N48 21.162 E25 57.067	Вул. І. Підкови	8,7	2,3	1,1	0,4	21,7
N48 19.249 E25 54.323	Вул. О. Вільшини	5,3	0	0	0	—
N48 20.890 E25 55.561	Вул. Каштанова	19,6	17,2	21,4	19,7	—
N48 19.181 E25 56.408	Вул. Хотинська	10,2	0	0	0,1	—
N48 20.034 E25 57.200	Вул. Красіна	6,3	0	0	0	—
N48 19.101 E25 58.494	Вул. Ткачука	9,3	1,6	0,4	0,1	—
N48 18.912 E25 58.013	Вул. Річна	8,6	2,1	0,6	0	—
N48 21.005 E25 58.129	Вул. Дунайська	7,7	0	0	0	—
N 48 19.249 E 25 57.139	Вул. Хотинська – Лугова	7,8	6,5	3,1	1,9	4,1
N 48 20.35225 E25 56.495	Вул. Карбулицького	13,7	0,4	0,1	0	—
N 48 21.165 E25 56.541	Вул. А. Чужбинського	16,4	7,3	1,2	1,3	12,6
N 48 35.3721 E25 938100	Район вул. Учителівської	—	—	—	6,4	—

Згідно з проведенням моніторингом площі, забур'янені борщівником Сосновського, зменшилися на 19 га (табл. 3).

3. Зміна площ вогнищ борщівника Сосновського, виявлених у м. Чернівці

Координати точки	Назва	Площа виявленої території в 2016 р., га	Площа виявлених територій в 2019 р., га	Зменшення площі, га
N48 20.890 E25 55.561	Район вул. Верховинська – Каштанова	15,1991	10,7	-4,4991
N48 18.901 E26 00.321	Район вул. Лукіяновича	28,8615	17,2	-11,6615
N48 20.407 E25 57.573	Вул. В. Александрі	0,7359	0,02	-0,7159
N48.333972 E25.938384	Вул. П. Лумумби	6,1051	6,1051	
N48 18.977 E25 58.797	Вул. Ткачука	4,3446	4,3446	
N48 19.247 E25 56.854	Вул. Хотинська	0,1808	0,054	-0,1268
N48 21.162 E25 57.067	Вул. І. Підкови	0,37	0,05	-0,32
N48 19.249 E25 54.323	Вул. О. Вільшини	1,3195	—	
N48 19.181 E25 56.408	Вул. Хотинська	0,055	—	
N48 20.034 E25 57.200	Вул. Красіна	0,0024	—	
N48 19.969 E25 57.214	Вул. Красіна	0,0028	—	
N48 19.101 E25 58.494	Вул. Ткачука	0,1324	—	
N48 18.912 E25 58.013	Вул. Річна	0,0025	—	
N48 21.005 E25 58.129	Вул. Дунайська, 48	0,0068	—	
N 48 19.249 E 25 57.139	Вул. Хотинська – Лугова	0,1310	0,1310	
N4820.3522 E25 56.495	Вул. Карбулицького	0,2289	—	
N 48 21.165 E25 56.541	Вул. А. Чужбинського	0,0249	0,014	-0,0109
N48 35.3721 E25 938100	Район вул. Учительської	0,256	1,1243	+0,8683
Загальна площа		83,2631	64,1786	-19,0845

У період моніторингу районів міста Чернівці з виявлення борщівника Сосновського було проведено роботу щодо формування

карт поширення з прив'язкою до системи координат GPS. Це дало змогу чітко фіксувати точки вогнищ, їх площу з межами ділянок та контролювати динаміку зміни площі.

Висновки. За результатами Аналізу фітосанітарного ризику можна стверджувати, що економічний збиток, який обумовлює зниження продуктивності пасовищ і луків, знецінення земель і зміна видового складу природних біоценозів, а також ефект, який наносить борщівник Сосновського здоров'ю населення, – дуже високий, особливо в перспективі експансії цього інвазивного виду на більшу частину території.

Незважаючи на те, що остаточний висновок про включення аналізованого інвазивного виду в перелік карантинних об'єктів є прерогативою державних служб, все-таки можна стверджувати, що є всі передумови вважати за доцільне присвоєння борщівнику Сосновського статусу регульованого об'єкта для територій, на яких він не має на теперішній час значного поширення, і застосовувати щодо нього заходи як для будь-якої карантинної рослини – контролювати його появу і повністю знищувати осередки заносу. При цьому фітосанітарні заходи будуть мінімальними, при вчасному застосуванні на визначених територіях, для забезпечення лише необхідного ефективного захисту зони заносу.

За результатами проведених досліджень встановлено, що максимальний ефект у боротьбі з борщівником Сосновського досягається при застосуванні хімічних заходів у комплексі гербіцидів на основі діючої речовини гліфосат у вигляді кислоти, 500 г/л, у нормі 8 л/га з препаратом дикамба, 480 г/л, у нормі 0,3 л/га, а також за використання біодеструктора в нормі 2 л/га по скошених та засохлих рослинах, що забезпечує знищення вегетативної та кореневої маси рослин та запобігає дозріванню насіння, знижуючи ймовірність його проростання. При апробуванні цього комплексу у ряді вогнищ густота стояння рослин бур'яну зменшилася від 47,8 і 43,5 шт./м² до 4,8 та 1,2 шт./м². Це дало можливість скоротити чисельність борщівника Сосновського у деяких вогнищах більше ніж у 25 разів. Регулярне застосування системи в місті Чернівці впродовж 2016–2019 рр. забезпечило зменшення площ, забур'янених борщівником Сосновського, на 19 га, а також отримання значних територій, де кількість рослин бур'яну становить менше 1 шт./м².

Список використаної літератури

1. Богданов В. Л. Николаев Р. В., Шмелева И. В. Биологическое загрязнение

References

1. Bodganov V. L., Nickolayev R. V., Shmeleva I. V. Biological pollution of the

территории экологически опасным растением борщевиком Сосновского. *Фундаментальные медико-биологические науки и практическое здравоохранение* : сб. науч. тр. 1-й Международной телеконференции. Томск, 20 янв. – 20 февр., 2010 г. Томск : СибГМУ, 2010. С. 27–29.

2. Вихор Б. І., Проць Б. Г. Борщівник Сосновського (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) на Закарпатті. Екологія, поширення та вплив на довкілля. *Біологічні студії*. 2012. № 3. С. 185–196.

3. Влияние различных способов удаления розетки листьев на последующий рост и развитие растений борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.). *Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов* : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. Сб. науч. работ / под общ. ред. В. И. Парфенова. Минск : Минсктиппроект, 2012. С. 536.

4. Егоров А. Б., Бубнов А. А., Павлюченкова Л. Н. Гербициды для борьбы с борщевиком Сосновского. URL: http://proborshevsk.ru/wp-content/uploads/2017/09/Egorov_et_al_2010.pdf (дата обращения: 04.05.2012).

5. Келдыш М. А., Помазков Ю. И. Об использовании борщевика Сосновского. *АГРО XXI*. 2009. № 7–9. С. 12–15.

6. Кисельов Ю. О., Суханова І. П., Парахненко В. Г. Адвентивна флора України: географічні особливості поширення. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020. Т. 30, № 1. С. 9–12. DOI: 10.36930/40300101.

7. Койнова І. Б. Запобігання розповсюдженню шкідливих бур'янів на українсько-польському пограниччі. *Львівська область – регіон сучасного управління комунальними послугами* : матеріали Міжнар. науково-практичного семінару. Перемишль, 2013 р. Львів-Перемишль, 2013. С. 45–49.

8. Койнова І. Б., Штойко Р. І. Геоекологічні загрози поширення борщівника Сосновського на території Турківського району Львівської області.

territory with an ecologically dangerous plant of Sosnovsky's hogweed. *Fundamental medical-biological sciences and applied medicine* : collection of scientific papers 1-st International conference, Tomsk, January 20th – February 20th, 2010. Tomsk : SibGMU, 2010. P. 27–29.

2. Vychor B. I., Prots F. G. Sosnowsky's hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) in Transcarpathia: ecology, spread and impact on environment. *Biologichni studii*. 2012. No 3. P. 185–196.

3. Impact of different ways of removing the rosette of leaves on the following growing and development of Sosnowsky hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden.). *Problems of conservation of biological diversity and use of biological resources* : papers of II international science-practical conference : collection of scientific papers / edited by Parfenov V. I. Minsk : Minsktipproekt, 2012. P. 536.

4. Egorov A. B., Bubnov A. A., Pavluchenkova L. N. Herbicides to control Sosnowsky's hogweed. URL: http://proborshevsk.ru/wp-content/uploads/2017/09/Egorov_et_al_2010.pdf (last accessed: 04.05.2012).

5. Keldysh M. A., Pomazkov Yu. I. About usage of Sosnowskyi hogweed. *AGRO-XXI*. 2009. No 7/9. P. 12–15.

6. Kyseliov Yu. O., Sukhanova I. P., Parakhnenko V. H. Adventive flora of Ukraine: geographical features of distribution. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*. 2020. Vol. 30, No 1. P. 9–12. DOI: 10.36930/40300101.

7. Koynova I. B. Preventing harmful weeds spread in Ukrainian-Polish border. *Lviv region – region of modern management of public services* : materials of International science-practical workshop. Peremyshl, 2013. Lviv-Peremyshl, 2013. P. 45–49.

8. Koynova I. B., Shtoyko R. I. Geoecological the threat spreading of *Heracleum sosnowskyi* on the territory in Turkevskiy district of Lviv region. *Lyudyna ta dovkillya. Problemy neoekolohiyi*. 2015. No 1/2. P. 115–122.

9. Kushakova A. S., Tkachenko K. G., Zenkevich I. G. Determination of the

Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2015. № 1/2. С. 115–122.

9. Кушакова А. С., Ткаченко К. Г., Зенкевич И. Г. Определение компонентного состава эфирных масел борщевиков *Heracleum* с использованием хромато-распределительного метода. *Химия растительного сырья*. 2010. № 4. С. 111–114.

10. Ламан Н. А., Прохоров В. Н., Масловский О. М. Гигантские борщевики – опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси / Ин-т эксперимент. ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси. Минск, 2009. 40 с.

11. Лепешкина Л. А., Серикова В. И., Моисеева Е. В. Изучение инвазий борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) в центрах интродукции на примере ботанического сада Воронежского госуниверситета. *Сборник научных трудов SWorld*. 2013. Т. 44, № 3. С. 32–38.

12. Лунева Н. Н. Борщевик Сосновского в Российской Федерации. *Защита и карантин растений*. 2014. № 3. С. 12–18.

13. Макух Я. П., Ременюк С. О., Мошківська С. В. Біологічні особливості та шляхи контролювання борщівника Сосновського. *Карантин і захист рослин*. 2014. № 10/11. С. 31–32.

14. Методика випробування і застосування пестицидів / за ред. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 с.

15. Мошківська С. В. Вплив алелопатичних властивостей борщівника Сосновського на проростання насіння пшениці озимої та гороху. *Карантин і захист рослин*. 2015. № 8. С. 11–12.

16. Мошківська С. В. Контролювання рослин борщівника Сосновського, що проросли з насіння. *Карантин і захист рослин*. 2015. № 11. С. 9–10.

17. Особливо небезпечні рослини України : навч. посіб. / І. А. Шувар, В. П. Гудзь, А. І. Шувар ; за ред. І. А. Шуvara. Київ : Центр учбової літератури, 2013. 189 с.

18. Соломіїчук М. П. Системний

component composition of *Heracleum hogweed* essential oils using the chromatographic distribution method. *Khimija rastitelnogo sir'ja*. 2010. No 4. P. 111–114.

10. Laman N. A., Prochorov V. N., Maslovsky O. M. Giant hogweeds-dangerous invasive species for natural sets and population of Belarus / Institute of experimental botanics named after V. F. Kuprevich. Minsk, 2009. 40 p.

11. Lepeshkina L. A., Serikova V. I., Moiseev E. V. Study of invasions of Sosnovsky hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) in the centers of introduction on the example of the Botanical Garden of Voronezh State University. *Collection of scientific papers SWorld*. 2013. Vol. 44, No 3. P. 32–38.

12. Luneva N. N. Sosnowskyi hogweed in Russian federation. *Zaschita i karantin rasteniy*. 2014. No 3. P. 12–18.

13. Makukh Ya. P., Remenuk S. O., Moshkivska S. V. Biological features and ways for Sosnowskyi hogweed management. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2014. No 10/11. P. 31–32.

14. Testing technique and pesticide usage / edited by S. O. Trybelya. Kyiv : Svit, 2001. 448 p.

15. Moshkivska S. V. Influence of allelopathic properties of Sosnowski's hogweed on germination of winter wheat and pea seeds. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2015. No 8. P. 11–12.

16. Moshkivska S. V. Control of *Heracleum Sosnowskyi* plants, sprouting from seeds. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2015. No 11. P. 9–10.

17. Very dangerous plants of Ukraine. training manual / I. A. Shuvar, V. P. Gudz, A. I. Shuvar ; edited by I. A. Shuvar. Kyiv : Centr uchbovoi literatury, 2013. 189 p.

18. Solomiichuk M. P. A systematic approach to protection against a dangerous species of weeds – Sosnovsky's hogweed. *Zakhyst i karantyn roslyn* : interdepartmental thematic scientific collection. 2017. No 63. P. 156–164.

19. Brief report on phytosanitary risk

підхід у захисті від небезпечного виду бурянів – Борщівника Сосновського. *Захист і карантин рослин* : міжвід. темат. наук. зб. 2017. № 63. С. 156–164.

19. Стислий звіт про аналіз фітосанітарного ризику, проведений по відношенню до шкідливого організму – борщівника Сосновського (*Heracleum sosnowskyi*) / Департамент фітосанітарної безпеки Держветфітослужби України. Київ, 2015. 2 с. URL: (дата звернення: 13.06.2019).

20. Хом'як І. В. Вплив інвазій видів-трансформерів на динаміку рослинності перелогів Українського Полісся. *Біоресурси та природокористування*. 2018. Т. 10, № 1/2. С. 29–35. DOI: 10.31548/bio2018.01.004.

21. Хом'як І. В., Демчук Н. С., Коцюба І. Ю. Еколого-ценотична характеристика популяції *Heracleum sosnowskyi* Manden на території Центрального Полісся. *Екологічні науки*. 2019. № 1 (24). С. 126–129. DOI: 10.32846/2306-9716-2019-1-24-2-25.

22. Hejda M., Pyšek P., Jarošík V. Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. *Ecology*. 2009. № 97. P. 393–400.

23. ISPM 11: Pest risk analysis for quarantine pests, including analysis of environmental risks and living modified organisms / FAO. Rome, 2004. 40 p. URL: <http://www.fao.org/3/a-j1302e.pdf> (last accessed: 06.03.2018).

24. ISPM 21: Pest risk analysis for regulated non-quarantine pests / FAO. Rome, 2004. 22 p. URL: <http://www.fao.org/3/a-y5722e.pdf> (last accessed: 06.03.2018).

25. Jahodová Š., Fröberg L., Pyšek P. Taxonomy, identification, genetic relationships and distribution of large *Heracleum* species in Europe. *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*. CAB International Wallingford, UK. 2007. P. 1–19. DOI: 10.1079/9781845932060.0001.

26. Jakubowicz O., Zaba C., Nowak G. *Heracleum sosnowskyi* Manden. *Annals of*

analysis conducted in relation to the pest – Sosnowski's hogweed (*Heracleum sosnowskyi*) / Department of Phytosanitary Safety of the State Veterinary and Phytosanitary Service of Ukraine. Kyiv, 2015. 2 p. URL: <http://www.consumer.gov.ua> (last accessed: 13.06.2019).

20. Khomyak I. V. Influence of species-transformers invasion on the vegetation dynamics for fallow land Ukrainian Polissya. *Bioresursy ta pryrodokorystuvannya*. 2018. Vol. 10, No 1/2. P. 29–35. DOI: 10.31548/bio2018.01.004.

21. Khomyak I. V., Demchuk N. S., Kotsyuba I. Yu. Ecological-cenotic population characteristic *Heracleum sosnowskyi* in the territory of Central Polissya. *Ekolohichni nauky*. 2019. No 1 (24). P. 126–129. DOI: 10.32846/2306-9716-2019-1-24-2-25.

22. Hejda M., Pyšek P., Jarošík V. Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. *Ecology*. 2009. No 97. P. 393–400.

23. ISPM 11: Pest risk analysis for quarantine pests, including analysis of environmental risks and living modified organisms / FAO. Rome, 2004. 40 p. URL: <http://www.fao.org/3/a-j1302e.pdf> (last accessed: 06.03.2018).

24. ISPM 21: Pest risk analysis for regulated non-quarantine pests / FAO. Rome, 2004. 22 p. URL: <http://www.fao.org/3/a-y5722e.pdf> (last accessed: 06.03.2018).

25. Jahodová Š., Fröberg L., Pyšek P. Taxonomy, identification, genetic relationships and distribution of large *Heracleum* species in Europe. *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*. CAB International Wallingford, UK. 2007. P. 1–19. DOI: 10.1079/9781845932060.0001.

26. Jakubowicz O., Zaba C., Nowak G. *Heracleum sosnowskyi* Manden. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 2012. Vol. 19, No 2. P. 327–328. URL: <http://www.aem.pl/Heracleum-sosnowskyi-Manden,71782,0,2.html> (last accessed: 02.03.2018).

27. Kaminski K., Steinmüller S.,

- Agricultural and Environmental Medicine*. 2012. Vol. 19, № 2. P. 327–328. URL: <http://www.aem.pl/Heracleum-sosnowskyi-Manden,71782,0,2.html> (last accessed: 02.03.2018).
27. Kaminski K., Steinmüller S., Schrader G. Common strategic phytosanitary research agenda: assuring the future of plant health in Europe through coordinated research EC 6th Framework programme ERA. *Net scheme EUPHRESKO*. deliverable 5.1. 2010. URL: <https://secure.fera.defra.gov.uk/euphresco/public/publications/index.cfm?id=117> (last accessed: 19.05.2019).
28. Khomiak I., Harbar O., Demchuk N. Above-ground phytomas dynamics in autogenic succession of an ecosystem. *Forestry ideas*. 2019. Vol. 25, № 1 (57). P. 136–146.
29. Khomiak I., Onishchuk I., Demchuk N. Phytoindicators of ecosystem dynamics in Ringbanc Ukrainian Polissia. *Science Rise: Biological Science*. 2018. No 4 (13). P. 25–30.
30. Mežaka A., Zvaigzne A., Tripāne E. *Heracleum sosnowskyi* Manden. Monitoring in protected areas – a case study in Rēzekne municipality, Latvia. *Acta Biol. Univ. Daugavp.* 2016. No 16 (2). P. 181–189.
31. Panasenko N. N. On certain issues of biology and ecology of Sosnowsky's hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden). Russian Journal of Biological Invasions. 2017. No 8. P. 272–281. URL: <https://link.springer.com/article/10.1134%2FS2075111717030110> (last accessed: 23.04.2019).
32. PM 5/3 (5) Guidelines on pest risk analysis (PRA). No. 3. *Pest risk assessment scheme* / EPPO. Paris, 2011. 44 p. URL: https://www.eppo.int/media/uploaded_images/RESOURCES/eppo_standards/pm5/pm5-03-05-en.pdf (last accessed: 06.03.2018).
- Schrader G. Common strategic phytosanitary research agenda: assuring the future of plant health in Europe through coordinated research EC 6th Framework programme ERA. *Net scheme EUPHRESKO*. deliverable 5.1. 2010. URL: <https://secure.fera.defra.gov.uk/euphresco/public/publications/index.cfm?id=117> (last accessed: 19.05.2019).
28. Khomiak I., Harbar O., Demchuk N. Above-ground phytomas dynamics in autogenic succession of an ecosystem. *Forestry ideas*. 2019. Vol. 25, No 1 (57). P. 136–146.
29. Khomiak I., Onishchuk I., Demchuk N. Phytoindicators of ecosystem dynamics in Ringbanc Ukrainian Polissia. *Science Rise: Biological Science*. 2018. No 4 (13). P. 25–30.
30. Mežaka A., Zvaigzne A., Tripāne E. *Heracleum sosnowskyi* Manden. Monitoring in protected areas – a case study in Rēzekne municipality, Latvia. *Acta Biol. Univ. Daugavp.* 2016. No 16 (2). P. 181–189.
31. Panasenko N. N. On certain issues of biology and ecology of Sosnowsky's hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden). Russian Journal of Biological Invasions. 2017. No 8. P. 272–281. URL: <https://link.springer.com/article/10.1134%2FS2075111717030110> (last accessed: 23.04.2019).
32. PM 5/3 (5) Guidelines on pest risk analysis (PRA). No. 3. *Pest risk assessment scheme* / EPPO. Paris, 2011. 44 p. URL: https://www.eppo.int/media/uploaded_images/RESOURCES/eppo_standards/pm5/pm5-03-05-en.pdf (last accessed: 06.03.2018).

Отримано 03.06.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-14

УДК 634.51:632.4

А. М. СКОРЕЙКО, кандидат біологічних наук

Т. О. АНДРІЙЧУК, старший науковий співробітник

Р. М. БЛИК, О. Я. КУВШИНОВ, молодші наукові співробітники

Українська науково-дослідна станція карантину рослин

Інституту захисту рослин НААН

вул. Наукова, 1, с. Бояни Новоселицького р-ну Чернівецької обл., 60321,

e-mail: askoreiko50@gmail.com

ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН НАСАДЖЕНЬ ГОРІХА ГРЕЦЬКОГО У ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

Наведено результати досліджень з оцінки фітосанітарного стану насаджень горіха грецького на виявлення ураження хворобами у Західному регіоні України. Дослідження проводили на базі Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин (УкрНДСКР ІЗР) впродовж 2018–2019 рр. В Україні площі, зайняті під садами горіха грецького, на сьогодні становлять близько 20 тис. га. Найбільша площа в структурі всіх горіхоплідних насаджень знаходиться у Чернівецькій (10,2 %), Вінницькій (7,8 %), Закарпатській (6,6 %), Львівській (6,6 %) і Черкаській (6,0 %) областях. Цей агроєкологічний район характеризується сприятливими кліматичними умовами для росту і розвитку горіха грецького. Серед факторів ризику, яким піддаються горіхові насадження, – шкідники та хвороби. Листки, плоди, гілки та стовбур горіха грецького пошкоджуються і уражуються близько 40 видами хвороб. Паразитна та сапрофітна мікофлора горіха грецького в Україні в роботах дослідників практично не висвітлюється.

Збір грибної флори та визначення поширення видів і частоти їх виявлення проводили за допомогою маршрутно-вибіркових і детальних обстежень насаджень горіха.

У результаті досліджень було виявлено такі патогени: на великих гілках горіха – *Melanconium juglandinum* Kunze, *Cytospora juglandina* Sacc., *Phoma juglandis* (Preuss.) Sacc., *Nectria cinnabarina* (Tode ex Fr.), *Tubercularia vulgaris* Tode; *Xanthomonas juglandis* Sacc; на пагонах – *Melanconium juglandinum* Kunze, *Cytospora juglandina* Sacc., *Phoma juglandis* (Preuss.) Sacc., *Nectria cinnabarina* (Tode ex Fr.), *Tubercularia vulgaris* Tode, *Dothiorella gregaria* Sacc.; *Xanthomonas juglandis* Sacc; на листках – *Gnomonia leptostyla* (Fr.) Ces. et de Not., *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn., *Microstroma juglandis* (Bér.) Sacc., *Microstroma juglandis* (Bér.) Sacc., *Xanthomonas juglandis* Sacc.; на плодах – *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn, *Septoria epicarpis* Thüm, *Xanthomonas juglandis* Sacc. Найбільш поширеними є бактеріальний опік

© Скорейко А. М., Андрійчук Т. О.,
Блик Р. М., Кувшинов О. Я., 2020

(*Xanthomonas juglandis* Sacc.), який виявлено у 51,1 % випадків, буре плямистість (*Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn., частота виявлення якої становила 34,6 %, та біла плямистість *Microstroma juglandis* Sacc. з частотою виявлення 14,3 %.

Ключові слова: горіх грецький, мікофлора, фітосанітарний стан, маршрутні обстеження, детальні обстеження, патогени.

Alla Skoreiko, Tetyana Andriichuk, Roman Bilyk, Oleksandr Kuvshynov

Ukrainian Scientific Research Plant Quarantine Station of Plant Protection Institute NAAS

Phytosanitary state of walnut's plantations in Western region of Ukraine

The researches' results for disease suffering of walnut's plantations phytosanitary state in Western region of Ukraine were provided. These researches were conducted on the base of Ukrainian scientific-research plant quarantine station of Institute of Plant Protection of NAAS during 2018–2019. The walnut's garden area is consisted of nearly 20 thousand hectares. The biggest areas of all walnut's plantations are in Chernivtsi region (10,2 %), Vinnytsa region (7,8 %), Zakarpattia region (6,6 %), Lviv (6,6 %) and Cherkassy (6,0 %) regions. This agroecological district is characterized by favourable conditions for growing and developing walnut. Pests and diseases are among the risk factors to which nut plantations are exposed. The leaves, fruits, branches and trunk of the walnut are damaged and affected by about 40 types of diseases. The walnut's parasitic and saprophytic microflora were not enlightened by Ukrainian researchers.

The study of fungal flora and species spread, detection frequency was conducted by the route-choice surveys and detailed examination.

The following pathogens were determined by the researches results: on walnuts stems – *Melanconium juglandinum* Kunze, *Cytospora juglandina* Sacc., *Phoma juglandis* (Preuss.) Sacc., *Nectria cinnabarina* (Tode ex Fr.), *Tubercularia vulgaris* Tode; *Xanthomonas juglandis* Sacc; on branches – *Melanconium juglandinum* Kunze, *Cytospora juglandina* Sacc., *Phoma juglandis* (Preuss.) Sacc., *Nectria cinnabarina* (Tode ex Fr.), *Tubercularia vulgaris* Tode, *Dothiorella gregaria* Sacc.; *Xanthomonas juglandis* Sacc; on leaves – *Gnomonia leptostyla* (Fr.) Ces. et de Not., *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn., *Microstroma juglandis* (Bér.) Sacc., *Microstroma juglandis* (Bér.) Sacc., *Xanthomonas juglandis* Sacc.; on fruits – *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn, *Septoria epicarpii* Thüm, *Xanthomonas juglandis* Sacc.

The fire blight (*Xanthomonas juglandis* Sacc) was the most spread. It was determined in 51,1% cases. The brown rot (*Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn. was consisted of 34,6% and white rot *Microstroma juglandis* Sacc was detected in 14,3%.

Key words: walnut, mycoflora, phytosanitary state, route surveys, detailed examination, pathogens.

Вступ. Горіх грецький є цінною горіхоплідною культурою. В його ядрах міститься 59–77 % жирів, 10–22 % білків, 6–16 % вуглеводів, мікроелементи і практично весь комплекс відомих вітамінів [1, 7, 11, 19, 21, 25]. За наявністю жирів та вітаміну С плоди не мають собі рівних. Тому горіх грецький з давніх часів широко використовували як тонізуючий продукт для відновлення сил людського організму за великої фізичної та розумової перевтоми, після тяжких захворювань, для поліпшення травлення, лікування цукрового діабету, туберкульозу, шкірних та інших захворювань. Встановлено, що незамінні амінокислоти ядра горіха мають протипухлинні властивості і захисні функції проти канцерогенних речовин. Перикарпій плодів, як і листки горіха грецького, має сильні фітонцидні та бактерицидні властивості і є цінною сировиною для виготовлення ліків [4, 5, 17, 18, 20, 26–31].

Перші повідомлення про горіх грецький (*Juglandis regia* L.) в Європі з'явилися у XII–XV ст. до нашої ери [10]. З Греції горіх поширився в інші країни Європи. У США він став відомий тільки в другій половині XIX ст. В Європейську частину СРСР (Крим) горіх грецький був завезений з Туреччини і Греції греками-колоністами на початку XIX ст. Це і визначило його назву – грецький. У південно-західну частину України його завезли з Валахії під назвою «волоський», де він так і називається до цього часу [11, 12].

На сьогодні горіх грецький є поширеною культурою і займає значні площі в країнах Північної та Південної Америки, Європи, Ірані та інших азійських країнах.

В Україні площі, зайняті під садами горіха грецького, станом на 2018 р. становили 18,9 тис. га. Найбільша площа в структурі усіх горіхоплідних насаджень знаходиться у Чернівецькій (10,2 %), Вінницькій (7,8 %), Закарпатській (6,6 %), Львівській (6,6 %) і Черкаській (6,0 %) областях [6]. Цей агроєкологічний район характеризується теплим і вологим літом, сухою тривалою осінню і м'якою зимою, що сприяє успішному росту та розвитку горіха грецького. Наявність багатовікових насаджень свідчить про перспективність регіону для широкого вирощування горіха грецького, особливо на великих площах схилих земель, які, як показує досвід, найбільш раціонально використовувати під цю культуру [10].

Існує поширена думка, що горіх грецький не схильний до захворювань. Це пов'язано з відсутністю фітосанітарного контролю, обмеженою кількістю його промислових насаджень та просторовою ізоляцією дерев: 82,5 % вирощується у господарствах населення – це

безсистемні насадження поодиноких або окремих груп дерев насіннєвого походження на присадибних ділянках, вздовж доріг, у захисних смугах, парках тощо [6].

Перехід розсадницьких господарств в Україні на вирощування садів інтенсивного типу в останні десятиліття зумовлює потребу вивчення шкідливих організмів (патогенного комплексу) горіха. Оскільки паразитна та сапрофітна мікофлора горіха грецького в Україні в роботах дослідників практично не висвітлюється, тому метою наших досліджень була оцінка фітосанітарного стану насаджень горіха грецького у Західному регіоні України.

Матеріали і методи. Дослідження проводили на базі УкрНДСКР ІЗР, яка розташована на рівні третьої тераси річки Прут з відносною висотою над річкою 15–25 м в Прут-Дністровському межиріччі, яке тісно межує з Прут-Сіретським, в якому розташовані околиці м. Чернівці. За геоморфологічними ознаками ця територія є складовою Прут-Дністровської пластово-хвилястої рівнини, зокрема в Новоселицькій улоговині, яка охоплює і територію УкрНДСКР ІЗР; клімат помірно континентальний, літо переважно тепле, суми активних температур сягають 2800–2900 °С, а річна сума опадів у середньому становить 600 мм. Період активної вегетації рослин з середньодобовою температурою вище 10 °С триває з I декади травня до III декади вересня.

Збір грибної флори та вивчення поширення видів і частоти їх виявлення проводили шляхом маршрутно-вибіркових і детальних обстежень насаджень горіха в кількості 450 шт. [3, 13, 14].

При маршрутному обліку інтенсивність ураження дерев оцінювали у балах за такою шкалою [15]:

- 0 – ураження пагонів (листіків, плодів) немає;
- 1 – уражених органів не більше 10 % загальної кількості їх на дереві;
- 2 – ураження органів від 11 до 25 %;
- 3 – ураження органів від 26 до 50 %;
- 4 – ураження органів понад 50 % загальної кількості їх на дереві.

При детальному обліку оглядали не менше 3-4 облікових дерев з чотирьох боків крони та аналізували по 25 облікових органів (листки, пагони, плоди) і визначали інтенсивність ураження їх за такою шкалою [15]:

- 0 – уражених органів (листки, пагони, плоди) немає;

0,1 – дуже слабке ураження: на листках, пагонах, плодах помітні окремі невеличкі некрози або плями міцеліального нальоту, які в сукупності займають не більше 1 % усієї поверхні облікового органа;

1 – слабке ураження: на листках, пагонах, плодах окремі дрібні або середнього розміру плями, що займають від 1 до 10 % поверхні облікового органа;

2 – середнє ураження: плями на листках, пагонах, плодах поодинокі, середніх розмірів, частково зливаються і займають від 11 до 25 % поверхні облікового органа;

3 – сильне ураження: плями численні, великих розмірів, здебільшого зливаються і займають від 26 до 50 % загальної поверхні облікового органа;

4 – дуже сильне ураження: плями численні, великих розмірів, переважно зливаються і займають понад 50 % загальної поверхні облікового органа, листки або пагони всихають, плоди розтріскані, деформовані, загнивають.

Поширення хвороби (П) (кількість уражених рослин чи окремих їх органів у відсотках) визначали за формулою:

$$П = n \times 100 / N,$$

де П — поширення хвороби; N — загальна кількість рослин у пробі; n — кількість уражених органів (рослин), %.

Для обліку розвитку хвороби (R) використовували формулу, в якій бальна оцінка переводиться у відсоткову:

$$R = \sum n \times b / \sum n \times k,$$

де $\sum n \times b$ — сума добутків числа уражених рослин на відповідний їм ступінь ураження; $\sum n$ — загальна кількість заражених рослин або органів, k — найвищий бал (4) шкали обліку.

Ідентифікацію мікро- та макроміцетів проводили за М. К. Хохряковим [9], С. І. Ваніним [3] та атласом Г. Ванека і ін. [2].

Виділення грибів з живих рослин проводили переносом міцелію або спор з їх поверхні на нове середовище. Якщо гриб або спори неможливо виділити з поверхні рослин, їх уражені частини ставили у вологу камеру. Для цього використовували чашки Петрі з вологим фільтрувальним папером, які закладали у температурні умови, оптимальні для утворення колоній гриба [8].

Результати та обговорення. Впродовж 2018–2019 рр. проведено оцінку фітосанітарного стану насаджень горіха грецького на виявлення ураження хворобами на базі УкрНДСКР ІЗР.

У результаті досліджень було виявлено такі патогени: на великих гілках горіха – *Melanconium juglandinum* Kunze, *Cytospora*

juglandina Sacc., *Phoma juglandis* (Preuss.) Sacc., *Nectria cinnabarina* (Tode ex Fr.), *Tubercularia vulgaris* Tode; *Xanthomonas juglandis* Sacc; на пагонах – *Melanconium juglandinum* Kunze, *Cytospora juglandina* Sacc., *Phoma juglandis* (Preuss.) Sacc., *Nectria cinnabarina* (Tode ex Fr.), *Tubercularia vulgaris* Tode, *Dothiorella gregaria* Sacc.; *Xanthomonas juglandis* Sacc; на листках – *Gnomonia leptostyla* (Fr.) Ces. et de Not., *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn., *Microstroma juglandis* (Bér.) Sacc., *Xanthomonas juglandis* Sacc.; на плодах – *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn, *Septoria epicarpii* Thüm, *Xanthomonas juglandis* Sacc. (табл.)

Виявлені хвороби горіха грецького, УкрНДСКР ІЗР, 2018–2019 рр.

Назва патогена	Уражені органи			
	гілки	пагони	листки	плоди
<i>Gnomonia leptostyla</i> (Fr.) Ces. et de Not.			+	
Анаморфа <i>Marssonina juglandis</i> (Lieh.) Magn.		+	+	+
<i>Melanconium juglandinum</i> Kunze	+	+		
<i>Cytospora juglandina</i> Sacc.	+	+		
<i>Microstroma juglandis</i> (Bér.) Sacc.			+	
<i>Phoma juglandis</i> (Preuss.) Sacc.	+	+		
<i>Nectria cinnabarina</i> (Tode ex Fr.) Fr.	+	+		
Конідіальна стадія <i>Tubercularia vulgaris</i> Tode	+	+		
<i>Dothiorella gregaria</i> Sacc.		+		
<i>Septoria epicarpii</i> Thüm.				+
<i>Phyllosticta juglandis</i> Sacc.			+	
<i>Xanthomonas juglandis</i> Sacc.	+	+	+	+

Однією із найбільш шкідливих і поширених грибних хвороб є антракноз горіха, або бура плямистість листків, плодів та пагонів, яку

викликає гриб *Gnomonia leptostyla* (Fr.) Ces. et de Not. (недосконала форма *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn.) [16]. Патоген було виявлено практично на всіх деревах горіха, де інтенсивність ураження листків збудником становила від 35–40 % при розвитку хвороби 15–17 % (у відносно стійких форм); інтенсивність ураження сприйнятливих форм становила 90–95 % за розвитку хвороби 37–49 %. Це призводило до втрат плодів за період досліджень відповідно на 5–10 % та 50–75 %. Передчасне обпадання листя призводило до поганого виповнення, зниження якості та потемніння ядра горіха, а внаслідок раннього зараження культури спостерігали передчасне старіння та обпадання плодів.

Збудник бурої плямистості в конідіальній стадії *Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn, протягом всієї вегетації горіха грецького здійснював зараження листків, плодів та пагонів, сприяючи поширенню хвороби.

Розповсюдженою в горіхових насадженнях була плямистість листя – філостиктоз, яку викликає гриб *Phyllosticta juglandis* Sacc. Хвороба призводить до відмирання значної частини листової поверхні, що ослаблює дерево.

Поширеною хворобою була біла плямистість листків горіха грецького *Microstroma juglandis* Sacc. Патоген було виявлено на листках дорослих дерев горіха, сіянців та порослі уже на початку вегетації.

На листках саджанців, сіянців паразитує борошниста роса *Microsphaera juglandis* Jacz., розвиток якої, шкідливість і частота виявлення неоднакові в різні роки і залежать від погодних умов.

Захворювання гілок у молодих і дорослих дерев у багатьох випадках є більш небезпечним, ніж захворювання листків, особливо якщо воно супроводжується засиханням гілок і якщо дерево молоде. Для молодих дерев особливо шкідливе ураження головного пагона, при загибелі якого рослина спотворюється і втрачає технічну цінність. Засихання гілок, пагонів та порослі – один із найбільш поширених типів хвороб дерев і характеризується тим, що гілки внаслідок ураження кори і камбію грибом поступово засихають. Такий тип хвороби часом поєднується з в'яненням листків.

Шкідливим і поширеним грибом, що викликає відмирання гілок, є *Tubercularia vulgaris* Tode. (сумчаста стадія *Nectria cinnabarina* Fr.). Останній траплявся переважно на мертвих гілках горіха, але може викликати засихання живих гілок у кроні дерева.

Небезпечним і широко розповсюдженим із цієї групи грибів є *Cytospora juglandina* Sacc. Він уражує ослаблені і механічно ушкоджені стовбури молодих дерев. Часто цитоспоровий некроз, з'являючись на обморожених рослинах горіха, в подальшому прискорює процес їх відмирання.

Велику шкоду горіховим насадженням наносять дереворуйнівні гриби, що спричиняють стовбурні гнилі горіхів. Основною причиною ураження ними є механічне пошкодження кори (зламані гілки, морозобійні тріщини та сонячні опіки). Інтенсивне підвищення температури на початку весни сприяє сонячному опіку кори та погіршенню фізіологічного стану дерева. Частіше ушкодження кори відбувається в ранньому віці, коли горіх має тонку та ніжну кору. Спори гриба, потрапляючи на рану дерева або на відмерлі гілки, за сприятливих умов проростають. Грибниця, що утворюється після проростання, проникає в центральну частину стовбура (у грибів, що викликають центральну гниль) або розростається по периферії стовбура, де утворює з часом периферичну гниль. Плодові тіла грибів виростають на заражених деревах лише через кілька років після зараження, і наявність їх на стовбурах живого дерева свідчить про те, що воно всередині вже значно загнило [3, 13, 14].

Серед дереворуйнівних грибів добре відомий щетинистоволосий трутовик *Inonotus hispidus* Rarst., який, окрім горіха, уражує також яблуню, клен, тополь, ясен та інші листяні породи. Гриб викликає серцевинну жовтувато-білу гниль стовбурів та гілок. Плодові тіла формуються в червні-липні. Посушливі, спекотні весна та літо є несприятливими для формування плодових тіл трутовика, зменшуючи їх розмір і різко скорочуючи кількість.

Широко розповсюджений з квітня до серпня трутовик лускатий *Polyporus squamosus* Huds., який заселяє пеньки, місця обломів, сонячні опіки на стовбурах. Його плодові тіла (карпофори) ми виявили на поверхні виразково-східчастого раку, який представляє собою відмерлу деревину.

Плодові тіла сірчано-жовтого трутовика *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Bond. et Sing. траплялися поодинокі в червні-липні на старих ослаблених деревах.

Відомі як сапрофіти *Polyporus versicolor* Fr. [*Coriolus versicolor* (L.) Quel.] і *Polyporus hirsutus* (Wulf.) Fr. [*Coriolus hirsutus* (Wulf.) Quel.] у горіхових насадженнях ми відзначили як паразити на живих вегетуючих стовбурах великих дерев горіха, а також на молодих 20-річних деревах у культурі.

На коренях горіха паразитує плоский трутовик *Ganoderma applanatum* Pat., причому його виявляли на зрубаний деревині і на пеньках горіха; за 10–15 років гриб може повністю зруйнувати всю деревину.

Дереворуйнівний гриб-сапрофіт (ксилофіт) глива звичайна *Pleurotus ostreatus* (Jacq.ex Fr.) Quel – широко розповсюджений в насадженнях горіха. Росте групами, рідше – поодинокі, на сухих або живих (ослаблених) деревах. За роки досліджень траплявся з вересня до листопада – грудня, але за сприятливих умов (холодна дощова погода) появу гриба спостерігали в травні-червні. Гриб викликає жовту змішану гниль стовбурів. Зараження зазвичай відбувається через морозобійні тріщини. В місцях найбільшого розвитку гнилі відбувається поява плодових тіл гриба, який продовжує розвиватися і на мертвій деревині.

Однією із найважливіших хвороб є бактеріальний опік грецького горіха, що викликається *Xanthomonas juglandis* Sacc. [23, 24]. Поширення і шкідливість його були різними за роки досліджень. Тривалі та часті дощі перед самим цвітінням і під час нього, а також через два тижні після цвітіння викликали сильний спалах хвороби (2018 р.), оскільки горіхи в цей час найбільш сприйнятливі до зараження. Цього року загинуло більш ніж 50 % урожаю на сприйнятливих деревах горіха. Зараження, яке відбувається уже після того, як горіхи виростуть на три чверті, не представляє небезпеки для врожаю, оскільки в цей час бактерії рідко уражують тверду сформовану шкаралупу горіха.

Таким чином, за результатами досліджень, найбільш поширеними хворобами в насадженнях горіха грецького в умовах Західного регіону України є бактеріальний опік (*Xanthomonas juglandis* Sacc.), який було виявлено у 51,1 % випадків, бура плямистість (*Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn., частота виявлення якої становила 34,6 %, та біла плямистість *Microstroma juglandis* Sacc. з частотою виявлення 14,3 % (рис.).

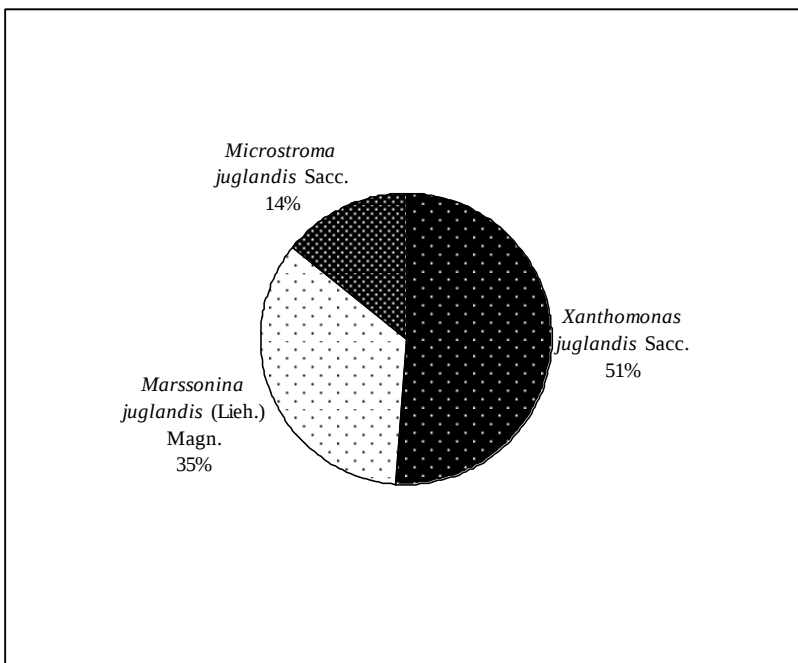


Рис. Найбільш поширені збудники хвороб на горіху грецькому, УкрНДСКР ІЗР, 2018–2019 рр.

Висновки. Дослідженнями, які проведено в Українській науково-дослідній станції карантину рослин Інституту захисту рослин впродовж 2018–2019 рр. в насадженнях горіха грецького, було виявлено 17 видів грибів та 1 вид бактеріозу.

Найбільш поширеними є бактеріальний опік (*Xanthomonas juglandis* Sacc.), який було виявлено у 51,1 % випадків, буре плямистість (*Marssonina juglandis* (Lieh.) Magn., частота виявлення якої становила 34,6 %, та біла плямистість *Microstroma juglandis* Sacc. з частотою виявлення 14,3 %.

Список використаної літератури

1. Берзегова А. А. Химический состав плодов грецкого ореха. *Новые технологии*. 2007. № 4. С. 42–43.
2. Ванек Г., Корчагин В. Н., Тер-Симонян Л. Г. Атлас болезней и вредителей плодовых, ягодных, овощных культур и винограда. Москва : Агропромиздат, 1989. 415 с.
3. Ванин С. И. Лесная фитопатология. Ленинград : Гослесбумиздат, 1955. 416 с.
4. Васипов В. В., Вытовтов А. А. Грецкий орех (*Juglans Regia* L.) – перспективный источник биологически активных веществ. *Пища. Экология. Качество* : труды XIII Международной научно-практической конференции (г. Красноярск, 18–19 мая 2016 г.). Красноярск, 2016. С. 223–228.
5. Иванова Р. А., Елисовецкая Д. С. Антиоксидантная активность экстрактов из различных видов незрелых орехов *Juglans* Spp. *Лекарственные растения: биоразнообразие, технологии, применение* : сборник научных статей по материалам I Международной научно-практической конференции (г. Гродно, 5–6 июня 2014 г.). Гродно : ГГАУ, 2014. С. 129–131.
6. Кернасюк Ю. В. Горіхові перспективи. *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 3. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7946-horikhovi-perspektivy.html> (дата звернення: 14.04.2020).
7. Макаренкова О. Г., Шевякова Л. В., Бессонов В. В. Природные микроэлементы орехов – неотъемлемая часть здорового питания. *Вопросы питания*. 2016. № 2. С. 202.
8. Методы фитопатологии / З. Кирай и др. Москва : Колос, 1974. 344 с.
9. Определитель болезней растений / М. К. Хохряков и др. Ленинград : Колос, 1966. 574 с.
10. Основные сведения о культуре грецкого ореха / *Промышленная культура грецкого ореха* / под ред. В. М. Васюты. Киев : Урожай, 1986. С. 4–10.

References

1. Berzegova A. A. Walnut's fruits chemical composition. *Novye tekhnologii*. 2007. No 4. P. 42–43.
2. Vanek G., Korchagin V. N., Ter-Simonyan L. G. Atlas of diseases and pests for fruit crops, berry crops and grapes. Moscow : Agropromizdat, 1989. 415 p.
3. Vanin S. I. Forest phytopathology. Leningrad : Goslesbumizdat, 1955. 416 p.
4. Vasipov V. V., Vytovtov A. A. Walnut (*Juglans Regia* L.) is a perspective source for biologically active matters. *Pishha. Ecologiya. Kachestvo* : trudy XIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Krasnojarsk, 18–19 maja 2016 g.). Krasnojarsk, 2016. P. 223–228.
5. Ivanova R. A., Elisovetskaya D. S. Antioxidant activity extracts of different unripe walnut's fruits *Juglans* Spp. *Lekarstvennye rasteniya: bioraznoobrazie, tekhnologii, primenenie* : sbornik nauchnykh statej po materialam I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. (g. Grodno, 5–6 ijunja 2014 g.). Grodno : GGAU, 2014. P. 129–131.
6. Kernasyuk Yu. V. Walnut's prospects. *Ahrobiznes syohodni*. 2016. No 3. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7946-horikhovi-perspektivy.html> (last accessed: 14.04.2020).
7. Makarenkova O. G., Shevyakova L. V., Bessonov V. V. Natural microelements of walnuts is integral part of healthy food. *Voprosy pitaniya*. 2016. No 2. P. 202.
8. Phytopathology techniques / Z. Kiray et al. Moscow : Kolos, 1974. 344 p.
9. Guidebook for plant diseases / M. K. Khokhryakov et al. Leningrad : Kolos, 1966. 574 p.
10. Basic information about walnut crop. *Promyshlennaya kultura gretskogo orekha* / ed. V. M. Vasyuta. Kiev : Urozhai, 1986. P. 4–10.
11. Rikhter A. A., Yadrov A. A. Walnut. Moscow : Agropromizdat, 1985. 215 p.
12. Strela T. E. Walnut. Kiev : Nauk. dumka, 1990. 192 p.
13. Tsyliuryk A. V., Shevchenko S. V.

11. Рихтер А. А., Ядров А. А. Грецкий орех. Москва : Агропромиздат, 1985. 215 с.
12. Стрела Т. Е. Орех грецкий. Киев : Наук. думка, 1990. 192 с.
13. Цилюрик А. В., Шевченко С. В. Лісова фітопатологія. Київ : КВІЦ, 2008. 464 с.
14. Шевченко С. В. Лесная фитопатология. Львів : Вища шк., 1978. 320 с.
15. Шестопап З. А., Файфер Д. Г., Шестопап Г. С. Довідник з інтегрованого захисту плодово-ягідних культур від шкідників і хвороб. Львів, 1999. С. 114–119.
16. Arnaudov V. A., Gande S. I. Susceptibility of some walnut cultivars to *Gnomonia leptostyla* (Fr.) Ces. et de Not. *Acta Horticult.* 2009. Vol. 825 (64). P. 407–412.
17. Azacyclo-indoles and Phenolics from the Flowers of *Juglans regia* / Li Q. et al. *J. Nat. Prod.* 2017. Vol. 80 (8). P. 2189–2198. DOI: 10.1021/acs.jnatprod.6b00887.
18. Bioactivity and Potential Impact on Health of *Juglans*: the Original Plant of Walnut / D. Bi et al. *Phytochemistry – Nat. Prod. Commun.* 2016. Vol. 11 (6). P. 869–880.
19. Chemical constituents from the flower of *Juglans regia* / J.-J. Luo et al. *Zhong Yao Cai.* 2012. Vol. 35 (10). P. 1614–1616.
20. Chemical Constituents of the Ethyl Acetate Extract from *Diaphragma juglandis* Fructus and Their Inhibitory Activity on Nitric Oxide Production In Vitro / D. Wang et al. *Molecules.* 2017. Vol. 23 (1). P. 72. DOI: 10.3390/ molecules23010072.
21. Flavonoids in *Juglans regia* L. leaves and evaluation of in vitro antioxidant activity via intracellular and chemical methods / M.-H. Zhao et al. *Scientific World Journal.* 2014. Vol. 2014. P. 303878. DOI: 10.1155/2014/303878.
22. *Juglans regia* and *J. nigra*, two trees important in traditional medicine: A comparison of leaf essential oil compositions and biological activities / P. Paudel et al. *Nat. Prod. Commun.* 2013. Vol. 8 (10). P. 1481–1486.
23. Moragrega C., Buchner H. Apical Forest phytopathology. Kyiv : KVITS, 2008. 464 p.
14. Shevchenko S. V. Forest phytopathology. Lviv : Vyshcha shk., 1978. 320 p.
15. Schestopal Z. A., Faifer D. G., Shestopal G. S. Guideline for integrated plant protection fruit cultures from pests and diseases. Lviv, 1999. P. 114–119.
16. Arnaudov V. A., Gande S. I. Susceptibility of some walnut cultivars to *Gnomonia leptostyla* (Fr.) Ces. et de Not. *Acta Horticult.* 2009. Vol. 825 (64). P. 407–412.
17. Azacyclo-indoles and Phenolics from the Flowers of *Juglans regia* / Li Q. et al. *J. Nat. Prod.* 2017. Vol. 80 (8). P. 2189–2198. DOI: 10.1021/acs.jnatprod.6b00887.
18. Bioactivity and Potential Impact on Health of *Juglans*: the Original Plant of Walnut / D. Bi et al. *Phytochemistry – Nat. Prod. Commun.* 2016. Vol. 11 (6). P. 869–880.
19. Chemical constituents from the flower of *Juglans regia* / J.-J. Luo et al. *Zhong Yao Cai.* 2012. Vol. 35 (10). P. 1614–1616.
20. Chemical Constituents of the Ethyl Acetate Extract from *Diaphragma juglandis* Fructus and Their Inhibitory Activity on Nitric Oxide Production In Vitro / D. Wang et al. *Molecules.* 2017. Vol. 23 (1). P. 72. DOI: 10.3390/ molecules23010072.
21. Flavonoids in *Juglans regia* L. leaves and evaluation of in vitro antioxidant activity via intracellular and chemical methods / M.-H. Zhao et al. *Scientific World Journal.* 2014. Vol. 2014. P. 303878. DOI: 10.1155/2014/303878.
22. *Juglans regia* and *J. nigra*, two trees important in traditional medicine: A comparison of leaf essential oil compositions and biological activities / P. Paudel et al. *Nat. Prod. Commun.* 2013. Vol. 8 (10). P. 1481–1486.
23. Moragrega C., Buchner H. Apical necrosis of Persian (English) walnut (*Juglans regia*): An update. *J. Plant Pathol.* 2010. Vol. 92. P. 67–71.
24. Moragrega C. Detection and identification methods and new tests as

- necrosis of Persian (English) walnut (*Juglans regia*): An update. *J. Plant Pathol.* 2010. Vol. 92. P. 67–71.
24. Moragrega C. Detection and identification methods and new tests as developed and used in the framework of COST 873 for bacteria pathogenic to stone fruits and nuts. *J. Plant Pathol.* 2012. Vol. 94. P. 155–159.
25. Panth N., Paudel K. R., Karki R. Phytochemical profile and biological activity of *Juglans regia*. *J. Integr. Med.* 2016. Vol. 14 (5). P. 359–373. DOI: 10.1016/S2095-4964(16)60274-1.
26. Prospective Study of Nut Consumption and Incidence of Metabolic Syndrome: Tehran Lipid and Glucose Study / S. Hosseinpour-Niazi et al. *Nutrients*. 2017. Vol. 9 (10). P. 1056. DOI: 10.3390/nu9101056.
27. Pscheidt J. W. Disease progress of thousand cancers disease in Oregon. *Phytopathology*. 2011. Vol. 101. P. 146.
28. The hypoglycemic effect of *Juglans regia* leaves aqueous extract in diabetic patients: A first human trial / S. Hosseini et al. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2014. Vol. 22 (1). P. 19. DOI: 10.1186/2008-2231-22-19.
29. Tsasi G., Milošević-Ifantis T., Skaltsa H. Phytochemical Study of *Juglans regia* L. Pericarps from Greece with a Chemotaxonomic Approach. *Chem. Biodivers*. 2016. Vol. 13 (12). P. 1636–1640. DOI: 10.1002/cbdv.201600067.
30. Walnut consumption in a weight reduction intervention: effects on body weight, biological measures, blood pressure and satiety / C. L. Rock et al. *Nutr. J.* 2017. Vol. 16 (1). P. 76. DOI: 10.1186/s12937-017-0304-z.
31. Walnuts (*Juglans regia*) Chemical Composition and Research in Human Health / D. Hayes et al. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2016. Vol. 56 (8). P. 1231–1241. DOI: 10.1080/10408398.2012.760516.
- developed and used in the framework of COST 873 for bacteria pathogenic to stone fruits and nuts. *J. Plant Pathol.* 2012. Vol. 94. P. 155–159.
25. Panth N., Paudel K. R., Karki R. Phytochemical profile and biological activity of *Juglans regia*. *J. Integr. Med.* 2016. Vol. 14 (5). P. 359–373. DOI: 10.1016/S2095-4964(16)60274-1.
26. Prospective Study of Nut Consumption and Incidence of Metabolic Syndrome: Tehran Lipid and Glucose Study / S. Hosseinpour-Niazi et al. *Nutrients*. 2017. Vol. 9 (10). P. 1056. DOI: 10.3390/nu9101056.
27. Pscheidt J. W. Disease progress of thousand cancers disease in Oregon. *Phytopathology*. 2011. Vol. 101. P. 146.
28. The hypoglycemic effect of *Juglans regia* leaves aqueous extract in diabetic patients: A first human trial / S. Hosseini et al. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2014. Vol. 22 (1). P. 19. DOI: 10.1186/2008-2231-22-19.
29. Tsasi G., Milošević-Ifantis T., Skaltsa H. Phytochemical Study of *Juglans regia* L. Pericarps from Greece with a Chemotaxonomic Approach. *Chem. Biodivers*. 2016. Vol. 13 (12). P. 1636–1640. DOI: 10.1002/cbdv.201600067.
30. Walnut consumption in a weight reduction intervention: effects on body weight, biological measures, blood pressure and satiety / C. L. Rock et al. *Nutr. J.* 2017. Vol. 16 (1). P. 76. DOI: 10.1186/s12937-017-0304-z.
31. Walnuts (*Juglans regia*) Chemical Composition and Research in Human Health / D. Hayes et al. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2016. Vol. 56 (8). P. 1231–1241. DOI: 10.1080/10408398.2012.760516.

Отримано 03.06.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-15

УДК 633.34:631.53.01:631.67(477.7)

¹Л. В. ТИТОВА, кандидат біологічних наук

²О. Д. ДУБИНСЬКА, аспірант

¹Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України

²Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту зрошуваного землеробства НААН

вул. 40 років Перемоги, 16, с. Тавричанка Каховського р-ну Херсонської обл.,

74862, e-mail: klenova-dubinskaelena76@ukr.net

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ БУЛЬБОЧКОВИМИ Й ЕНДОФІТНИМИ БАКТЕРІЯМИ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Наведено результати наукових досліджень зі встановлення продуктивності різних за скоростиглістю сортів сої залежно від комплексної інокуляції насіння бульбочковими та ендоефітними бактеріями *Bradyrhizobium japonicum*, що входять до складу комплексного препарату Ризобін^К, а також за їх сумісного застосування з окремими штамми ендоефітних бактерій (*Paenibacillus* sp.1, *Bacillus* sp.4, *Brevibacillus* sp.5, *Pseudomonas* sp.6) та *Bacillus megaterium* УКМ В-5724. Застосування штамів бульбочкових й ендоефітних бактерій при інокуляції посівного матеріалу істотно вплинуло на урожайність насіння різностиглих сортів сої. Максимальна урожайність ультраскоростиглого сорту Діона сформувалася за передпосівної інокуляції насіння Ризобіном^К + *Bacillus* sp.4 – 3,19 т/га, середньораннього сорту Аратта – 2,75 т/га. Найменшу врожайність зерна обох сортів сої отримано у варіанті Контроль 1 (без обробки насіння водою) – 2,32 т/га сорту Діона і 2,27 т/га – сорту Аратта. Доведено, що за інокуляції насіння сої, порівняно з контрольними варіантами, суттєво збільшується загальна кількість бобів на рослинах, а також насіння в одному бобі, що сприяє підвищенню урожайності сорту Діона на 0,85–0,87 т/га і сорту Аратта – на 0,47–0,48 т/га. Застосування інокуляції насіння сої бульбочковими й ендоефітними бактеріями комплексно з іншими агротехнічними заходами дозволяє знижувати хімічне навантаження на земельні ресурси, що сприяє істотному поліпшенню якості вирощуваної продукції. Найбільше виживало рослин сорту Діона за інокуляції насіння Ризобін^К + *Bacillus* sp.4 – 88,4 %, відповідно сорту Аратта – Ризобін^К + *B. megaterium* УКМ В-5724 – 94,5 %. Вміст білка на рівні 39,06–39,28 % спостерігався в насінні сорту Діона у варіантах Ризобін^К + *Brevibacillus* sp.5 і Ризобін^К + *P. brassicacearum* 6, по сорту Аратта Ризобін^К + *Bacillus* sp.4 і Ризобін^К + *P. brassicacearum* 6 складав 39,26–39,29 %. Максимальний збір білка і жиру отримано за інокуляції насіння Ризобіном^К + *Bacillus* sp.4, який за

© Титова Л. В., Дубинська О. Д., 2020

вищого сорту Діона в середньому за 2017–2019 рр. досягав 1222 кг/га і 560 кг/га, а сорту Аратта – 1080 кг/га та 512 кг/га відповідно.

Ключові слова: соя, насіння, інокуляція, бульбочкові бактерії, ендоефіти, урожайність, вміст білка, вміст жиру.

¹Ludmyla Tytova, ²Olena Dubinska

¹Institute of Microbiology and Virology. D.K. Zabolotny NAS of Ukraine

²Askaniyska State Agricultural Experimental Station at the Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS of Ukraine

Productivity of soybean varieties depending on the inoculation of seeds with nodulous and endophytic bacteria in the conditions of irrigation of South Steppe of Ukraine

Results of studies to establish the productivity of soybean varieties of different maturity, depending on the complex inoculation of seeds with nodulous and endophytic bacteria Rizobin^K as well as their combined use with endophytic bacteria (*Paenibacillus* sp.1, *Bacillus* sp.4, *Brevibacillus* sp.5, *Pseudomonas* sp.6) and *Bacillus megaterium* UKM B-5724 are presented. The application of strains of nodulous and endophytic bacteria during inoculation of seed material significantly affected the yield of different soybean varieties. The maximum yield of Diona variety was formed during pre-sowing inoculation of seeds Rizobin^K + *Bacillus* sp.4 – 3,19 t/ha, Aratta variety – 2,75 t/ha. The lowest yield of both sorts of soy was obtained in the version Control 1 (without water treatment of seeds) – 2,32 t/ha Dione variety and 2,27 t/ha – Aratta variety. It is proved that upon inoculation of soybean seeds, in comparison with control variants, the total number of beans on plants, increases significantly, as well as seeds in one bean. This contributes to higher yields of ultra-ripe seeds variety Dion, by 0,85–0,87 t/ha and medium early Aratta varieties – by 0,47–0,48 t/ha. The use of inoculation of soybean seeds with nodulous and endophytic bacteria in combination with other agrotechnical measures can reduce the chemical load on land resources, which contributes to a significant improvement in the quality of the grown products. The most surviving were plants of the variety Dion by inoculation of seeds with Rizobin^K + *Bacillus* sp.4 – 88,4 %, respectively, the variety Aratta – Rizobin^K + *B. Megaterium* UKM B-5724 – 94,5 %. Content of protein, at the level of 39,06–39,28 %, was observed in the seeds of Diona sort in variants Rizobin^K + *Brevibacillus* sp.5 and Rizobin^K + *P. brassicacearum* 6, on the sort of Aratta Rizobin^K + *Bacillus* sp.4 and Rizobin^K + *P. brassicacearum* 6 it was 39,26–39,29 %. The maximum yield of protein and fat was obtained by seed inoculation with Rizobin K + *Bacillus* sp.4, which on average for 2017–2019 reached 1222 kg/ha and 560 kg/ha during cultivation of the Dion variety, and 1080 kg / ha and 512 kg / ha, respectively of the Aratta variety.

Key words: soy, seeds, inoculation, nodulous bacteria, endophytes, productivity, protein content, fat content.

Вступ. Соя одна з найстародавніших сільськогосподарських культур, її вирощують у багатьох країнах світу. Це важлива

зернобобова культура для продовольчих, технічних, кормових та лікарських цілей, яка стала основою для виробництва рослинного білка та олії у світі [1, 4, 9, 14, 31, 32]. За даними багатьох учених, соя в симбіозі з бульбочковими бактеріями може засвоїти близько 50–70 % потрібного їй азоту, таким чином, вона здатна накопичувати в ґрунті після збирання врожаю до 80–100 кг/га симбіотичного азоту. Вона є одним із кращих попередників для зернових, овочевих та інших культур [2, 18, 25]. Тому сучасне сільське господарство зацікавлене у виробництві екологічно чистої продукції з найменшими затратами і мінімальним ризиком до навколишнього середовища.

Впровадження у виробництво енергоощадних технологій вирощування сої, які в сучасних умовах господарювання дозволять отримати додаткові джерела мінерального живлення рослин, забезпечують високі і сталі урожаї культури. Такі технології базуються на використанні інокулянтів, створених на основі живих клітин мікроорганізмів [2, 3, 4, 5, 26, 28]. В останні 20–30 років ставлення до мікробних препаратів і самої ідеї штучної бактеризації кардинально змінилося. У наш час встановлено явище асоціативної азотфіксації, доведено винятково важливе значення ризосферної мікрофлори в забезпеченні сільськогосподарських культур необхідними поживними речовинами, значною мірою вивчено особливості взаємовідносин мікроорганізмів з рослинами [8, 10, 11, 17, 33]. Саме мікроорганізми перетворюють недоступні рослинам сполуки в мобільні, оптимальні для метаболізму [7, 13, 15, 21, 22, 24]. Тому рослини, забезпечені повноцінним комплексом мікроорганізмів, здатні одержувати достатнє живлення і, як результат, реалізувати свій потенціал щодо формування високих урожаїв [12, 23, 27, 29]. Проте питання про ефективну сумісність ендofітних бактерій з ризобіями зернобобових культур ще мало вивчене, хоч об'єднання властивостей азотфіксуючої та рістрегулюючої функцій мікробного співтовариства ендofітних бактерій з господарського погляду є дуже цінним [19]. Тому досконале вивчення механізмів вказаних взаємовідносин є надзвичайно важливим для подальшого розвитку наявних наукових знань про мікробно-рослинний симбіоз зернобобових рослин, а саме рослин сої. Одним із таких заходів є застосування передпосівної інокуляції насіння сої бульбочковими й ендofітними бактеріями в умовах зрошення.

Матеріали і методи. Метою наукових досліджень було встановлення впливу комплексної інокуляції насіння новими штамми ендofітних бактерій сумісно з бульбочковими бактеріями на

формування урожаю різних за скоростиглістю сортів сої в умовах зрошення півдня України.

Польовий дослід з удосконалення ресурсоощадної технології вирощування насіння різних за скоростиглістю сортів сої проводили на Асканійській ДСДС Інституту зрошуваного землеробства НААН, розташований в с. Тавричанка Каховського району Херсонської області. Ґрунти – темно-каштанові середньосуглинкові, з глибиною гумусного шару 45–50 см. Вміст гумусу (за Тюрнімом) в орному шарі становить 2,15 %, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 50,0 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору (за Мачигінім) – 24,0 мг/кг ґрунту; обмінного калію – 400 мг/кг ґрунту. Найменша вологоємність 0–50 см шару – 22,6 %; 0–70 см – 22,0 і 0–100 см – 21,3 %; вологість в’янення, відповідно, – 9,8 %; 9,7 і 9,5 % до ваги абсолютно сухого ґрунту.

Двофакторний польовий дослід закладено методом розщеплених ділянок, де головні ділянки (ділянки першого порядку, фактор А) – сорти сої ультраскоростиглий (Діона) і середньоранній (Аратта). Ділянки другого порядку (субділянки, фактор В) – варіанти передпосівної обробки насіння: 1 – контроль 1 (без обробки насіння); 2 – контроль 2 (обробка насіння водою); 3 – Ризобін^К (асоціація 3-х штамів *Bradyrhizobium japonicum* УКМ В-6018, УКМ В-6023, УКМ В-6035); 4 – Ризобін^К + *Paenibacillus* sp.1; 5 – Ризобін^К + *Bacillus* sp.4; 6 – Ризобін^К + *Brevibacillus* sp.5; 7 – Ризобін^К + *Pseudomonas brassicacearum* 6; 8 – Ризобін^К + *B. megaterium* УКМ В-5724. Для інокуляції насіння використано штами бульбочкових й ендofітних бактерій із колекції культур відділу загальної та ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України. У досліді використовували сорти сої селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН.

Площа посівної ділянки – 240,0 м², облікової – 17 м², повторність досліді чотириразова. Сівбу сортів сої проводили в третій декаді квітня сівалкою «Клен» шириною міжрядь 45 см на глибину 5–6 см. Норму висіву насіння сорту Діона – 800000 і Аратта – 600000 схожих насінин/га [20]. Агротехніка в досліді була загальноприйнятою для посушливих умов Півдня України. Облік урожаю за варіантами польового досліді виконували за 100 % дозрівання насіння в бобах. Збирання врожаю проводили комбайном «Сампо-130». Структуру врожаю, статистичний та економічний аналізи проводили за загально прийнятими методиками польового досліді [16].

Результати та обговорення. В умовах зрошення передпосівна інокуляція насіння різних за скоростиглістю сортів сої бульбочковими й ендofітними бактеріями впливала на ріст і розвиток рослин сої, сприяла формуванню більшої кількості бобів на рослинах і насінин в одному бобі. Найбільша висота рослин 82 см відзначена у варіантах по сорту Діона – Ризобін^К + *Paenibacillus* sp. 1, Ризобін^К + *Bacillus* sp. 4 при 71 см на контролі 1. По сорту Аратта 137 см Ризобін^К + *Brevibacillus* sp. 5 при 124 см на Контролі 1 (табл. 1).

1. Структура урожаю різних за скоростиглістю сортів сої залежно від застосування бульбочкових і ендofітних бактерій (у середньому за 2017–2019 рр.)

Обробка насіння (В)	Висота рослин, см		Кількість на 1 рослині, шт.			Маса насіння	
	загальна	прикріплення нижніх бобів	продуктивних вузлів	бобів	насіння	з 1 рослини	1000 шт. насінин, г
Сорт Діона (А ₁)							
1	71	10	12	24	57	7,0	128
2	72	10	13	26	63	7,7	131
3	81	11	12	31	72	9,0	138
4	82	11	15	35	81	11,0	136
5	82	11	16	39	82	11,9	148
6	76	11	14	33	77	10,6	143
7	81	11	14	30	69	8,7	138
8	77	10	14	31	70	8,2	139
Сорт Аратта (А ₂)							
1	124	13	15	31	69	10,4	132
2	124	14	17	35	72	11,3	137
3	130	15	19	42	102	16,5	151
4	133	14	18	46	96	15,7	146
5	137	14	20	51	111	18,1	149
6	133	15	17	41	83	12,1	148
7	126	12	19	42	90	14,3	146
8	132	13	18	38	79	12,0	148

Примітка. 1 – контроль 1 (без обробки насіння); 2 – контроль 2 (обробка насіння водою); 3 – Ризобін^К (асоціація 3-х штамів *B. japonicum* УКМ В-6018, УКМ В-6023, УКМ В-6035); 4 – Ризобін^К + *Paenibacillus* sp.1; 5 – Ризобін^К + *Bacillus* sp. 4; 6 – Ризобін^К + *Brevibacillus* sp.5; 7 – Ризобін^К + *P. brassicacearum* 6; 8 – Ризобін^К + *B. megaterium* УКМ В-5724.

Кількість бобів на 1 рослині сорту сої Діона в середньому за 2017–2019 рр. на Контролі 1 (без обробки насіння водою) і Контролі 2

(обробка насіння водою) не перевищувала 24,0–26,0 штук і сорту Аратта 31–35 штук.

За обробки насіння препаратом Ризобін^К (асоціація 3-х штамів *B. japonicum* УКМ В-6018, УКМ В-6023, УКМ В-6035) та комплексним інокулянтном Ризобін^К + *Paenibacillus* sp.1 на сорті Діона вона зростала до 31,0–35,0 шт., а за обробки композиціями Ризобін^К + *Bacillus* sp. 4 та Ризобін^К + *Brevibacillus* sp. 5 – до 33,0–39,0 шт. на 1 рослині. Аналогічно спостерігалось їх збільшення й на сорті Аратта, яке у варіантах Контроль 1 і Контроль 2 становило 31,0–35,0 шт., проти 42,0–51 шт. за інокуляції насіння бульбочковими й ендofітними бактеріями, що суттєво впливало на формування урожаю сортів сої.

Як відзначають Ф. Ф. Адамень та ін. (2010), густина рослин сої істотно впливає на формування урожаю насіння культури та його якості. У наших дослідженнях густина стояння рослин сої змінювалася, оскільки в процесі вегетаційного періоду частина рослин відмирала, внаслідок чого на ділянках польового досліді вона зменшувалася.

При цьому гинули слабкі рослини, які відставали в рості, а також пошкоджені шкідниками й хворобами. Найменше виживало рослин на контрольних варіантах – Контроль 1 (без інокуляції насіння) 80,6–67,1 %, Контроль 2 (обробка насіння водою) 80,6–67,9 %. Інокуляція насіння перед сівбою бульбочковими та ендofітними бактеріями позитивно впливала на збереження рослин. Найбільше виживало рослин сорту Діона за інокуляції насіння Ризобін^К + *Bacillus* sp.4 – 88,4 %, відповідно, сорту Аратта – Ризобін^К + *B. Megaterium* УКМ В-5724 – 94,5 % (табл. 2).

2. Густота стояння, польова схожість та виживання різних за скоростиглістю сортів сої залежно від інокуляції насіння бульбочковими та ендоефітними бактеріями (у середньому за 2017–2019 рр.)

Варіанти		Норма висіву насіння, тис./га	Зійшло рослин, тис./га	Польова схожість насіння, %	Рослин у повну стиглість, тис./га	Вижило рослин, %
Сорт (A)	Обробка насіння (B)					
Діона	Контроль 1	800 000	702 000	87,7	471 000	67,1
	Контроль 2	800 000	702 000	87,7	477 000	67,9
	Ризобін ^K	800 000	706 000	88,2	563 000	79,7
	Ризобін ^K + <i>P sp.1</i>	800 000	703 000	87,9	574 000	81,6
	Ризобін ^K + <i>B sp.4</i>	800 000	706 000	88,2	624 000	88,4
	Ризобін ^K + <i>B sp.5</i>	800 000	705 000	88,1	608 000	86,2
	Ризобін ^K + <i>Pb. 6</i>	800 000	708 000	88,5	618 000	87,3
	Ризобін ^K + <i>Bm. UKM B-5724</i>	800 000	707 000	88,4	616 000	87,1
Аратта	Контроль 1	600 000	530 000	88,3	427 000	80,6
	Контроль 2	600 000	530 000	88,3	427 000	80,6
	Ризобін ^K	600 000	532 000	88,7	450 000	84,6
	Ризобін ^K + <i>P sp.1</i>	600 000	539 000	89,8	480 000	89,0
	Ризобін ^K + <i>B sp.4</i>	600 000	537 000	89,4	507 000	94,4
	Ризобін ^K + <i>B sp.5</i>	600 000	539 000	89,8	503 000	93,3
	Ризобін ^K + <i>Pb. 6</i>	600 000	535 000	89,2	470 000	87,8
	Ризобін ^K + <i>Bm. UKM B-5724</i>	600 000	532 000	88,7	503 000	94,5

Примітка. Контроль 1 (без обробки насіння); контроль 2 (обробка насіння водою); Ризобін^K (асоціація 3-х штамів *B. japonicum* UKM B-6018, UKM B-6023, UKM B-6035); Ризобін^K + *Raenibacillus sp. 1*; Ризобін^K + *Bacillus sp. 4*; Ризобін^K + *Brevibacillus sp. 5*; Ризобін^K + *P. brassicacearum 6*; Ризобін^K + *B. megaterium* UKM B-5724.

Максимальна урожайність насіння сорту Діона отримана за передпосівної інокуляції насіння Ризобіном^K + *Bacillus sp. 4* – 3,19 т/га, відповідно, сорту Аратта – 2,75 т/га (табл. 3).

3. Урожайність і хімічний склад насіння сортів сої залежно від інокуляції насіння бульбочковими й ендоефітними бактеріями на зрошуваних землях південного Степу України (у середньому за 2017–2019 рр.)

Варіанти обробки насіння (В)	Урожай- ність, т/га	Вміст у насінні, %		Збір з 1 га, кг	
		білка	жиру	білка	жиру
сорт Діона (А ₁)					
Контроль 1	2,32	37,40	15,67	868	364
Контроль 2	2,34	37,61	15,90	880	372
Ризобін ^К	2,92	37,79	16,42	1126	479
Ризобін ^К + <i>Paenibacillus</i> sp. 1	3,03	37,63	17,54	1140	531
Ризобін ^К + <i>Bacillus</i> sp. 4	3,19	38,30	17,55	1222	560
Ризобін ^К + <i>Brevibacillus</i> sp. 5	2,87	39,06	17,65	1121	507
Ризобін ^К + <i>P.brassicacearum</i> 6	2,89	39,28	17,83	1135	515
Ризобін ^К + <i>B.megaterium</i> УКМ В-5724	2,72	37,76	17,75	1027	483
сорт Аратта (А ₂)					
Контроль 1	2,27	37,41	15,21	849	345
Контроль 2	2,28	37,54	15,38	856	351
Ризобін ^К	2,42	38,77	17,11	938	414
Ризобін ^К + <i>Paenibacillus</i> sp. 1	2,52	38,81	18,07	978	455
Ризобін ^К + <i>Bacillus</i> sp. 4	2,75	39,26	18,62	1080	512
Ризобін ^К + <i>Brevibacillus</i> sp. 5	2,59	38,73	18,84	1003	488
Ризобін ^К + <i>P. brassicacearum</i> 6	2,55	39,29	17,61	1002	449
Ризобін ^К + <i>B.megaterium</i> УКМ В-5724	2,50	37,93	17,34	948	434

Примітка. А – оцінка істотності урожайності часткових відмінностей: НР₀₅ (А) = 0,15 т/га, НР₀₅ (В) = 0,12 т/га; В – оцінка істотності урожайності середніх (головних) ефектів: НР₀₅ (А) = 0,05 т/га; НР₀₅ (В) = 0,09 т/га.

Найменша врожайність насіння різних за скоростиглістю сортів сої отримана у варіантах Контроль 1 (без обробки насіння) і Контроль 2 (обробка насіння водою), яка у сорту Діона не перевищувала 2,32–2,34 т/га і у сорту Аратта – 2,27–2,28 т/га.

За результатами лабораторних аналізів встановлено також і якісні показники насіння сортів сої, які суттєво залежали від комплексної інокуляції бульбочковими та ендоефітними бактеріями. Максимальний вміст білка становив на рівні 39,06–39,28 %, у насінні сої сорту Діона на варіантах, де проводили передпосівну інокуляцію композиціями Ризобін^К + *Brevibacillus* sp. 5 і Ризобін^К + *P.*

brassicacearum 6, що перевищувало показники варіантів Контроль 1 і Контроль 2 у 1,45–1,67 і 1,66–1,88 рази відповідно. Вміст білка у насінні сорту Аратта також був достатньо високий, який у варіантах Ризобін^К + *Bacillus* sp. 4 і Ризобін^К + *P. brassicacearum* 6 становив 39,26–39,29 %. Високий вміст жиру отримано в насінні сорту Діона за комплексної інокуляції композиціями Ризобін^К + *Brevibacillus* sp. 5 та Ризобін^К + *P. brassicacearum* 6 (17,65 і 17,83 % відповідно) та в насінні сорту Аратта за обробки комплексними інокулянтами Ризобін^К + *Bacillus* sp. 4 та Ризобін^К + *Brevibacillus* sp. 5 (18,62 і 18,84 %) проти 15,67–15,90 % і 15,21–15,38 % в контрольних варіантах відповідних сортів.

Висновки. Передпосівна інокуляція насіння сортів сої бульбочковими й ендofітними бактеріями, в порівнянні з контрольними варіантами, суттєво впливала на формування загальної кількості бобів на рослинах і насінин в одному бобі, що сприяло підвищенню урожайності ультраскоростиглого сорту Діона 0,57–0,87 т/га і середньораннього сорту Аратта – на 0,32–0,48 т/га. Урожайність кондиційного насіння сорту Діона у Контролі 1 (без обробки насіння) і Контролі 2 (обробка насіння водою) склала 2,32 і 2,34 т/га, відповідно, сорту Аратта – 2,27 і 2,28 т/га. Найбільша урожайність насіння сортів сої формувалася за передпосівної обробки насіння Ризобіном^К + *Bacillus* sp. 4 – 3,19 т/га у сорту Діона й 2,75 т/га у сорту Аратта.

Інокуляція насіння різних за скоростиглістю сортів сої бульбочковими й ендofітними бактеріями істотно впливала на вміст білка і жиру в насінні культури. Максимальний вміст білка, на рівні 39,06–39,28 %, спостерігався в насінні сорту Діона у варіантах, де проводили передпосівну обробку комплексними інокулянтами Ризобін^К + *Brevibacillus* sp. 5 і Ризобін^К + *P. brassicacearum* 6. Вміст білка у насінні сорту Аратта також був достатньо високий, який у варіантах з Ризобін^К + *Bacillus* sp. 4 і Ризобін^К + *P. brassicacearum* 6 становив 39,26–39,29 %. Найбільший збір білка і жиру отримано за інокуляції насіння Ризобіном^К + *Bacillus* sp. 4, який за вирощування сорту Діона досягав 1222 кг/га і 560 кг/га, а сорту Аратта – 1080 кг/га та 512 кг/га відповідно.

Список використаної літератури

1. Агробіологические особенности возделывания сои в Украине / Ф. Ф. Адамень и др. Киев, 2006. 455 с.
2. Адамень Ф. Ф., Турин Є. М. Взаємодія сортів сої зі штамми

References

1. Agrobiological features of soybean cultivation in Ukraine / F. F. Adamen et. al. Kiev : Ahrrama nauka. 2006, 455 p.
2. Adamen, F. F., Turin, Ye. M. The

- бульбочкових бактерій. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2005. № 23–24. С. 103–106.
3. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Соевое поле Украины. *Агроном*. 2010. № 1. С. 174–178.
4. Бабич А., Побережна А. Соя – головна білково-олійна культура світового землеробства. *Пропозиція*. 2000. № 4. С. 42–45.
5. Балакай Г. Т., Балакай Н. И., Гутриц Л. С. Влияние инокуляции на урожайность сортов сои различных групп спелости. *Современные проблемы селекции и технологи возделывания сои* : сб. статей 2-й Междунар. конф. по сое. Краснодар, 2008. С. 266–268.
6. Баранов В. Ф. Повышение продуктивности сои. *Сборник научных трудов ВНИИ масличных культур*. Краснодар, 2000. 171 с.
7. Барсуков С. С., Барсуков А. С. Соя – важнейший источник белка и масла. *Аграрна наука*, 2005. № 5. С. 9–11.
8. Бахмат О. М. Агробіологічні основи формування врожаю насіння сої в умовах Західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С.122–126.
9. Біологічний азот / Пати́ка В. П. та ін. Київ, 2003. 424 с.
10. Бобро М. А., Огурцов Э. М., Міхаєв В. Г. Урожайність сої залежно від застосування біологічних препаратів. *Корми і кормовиробництво*. 2008. Вип. 58. С. 231–236.
11. Влияние различных штаммов *Rhizobium japonicum* (Kircher) Buchanan на урожайность сои / Магомедов Р. Д. и др. Научно-технический бюлетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2011. №. 2. С. 148–149.
12. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Ковалевська Т. М. Мікробні препарати у землеробстві. *Теорія і практика*. Київ, 2006. 312 с.
13. Гамаюнова В. В., Назарчук А. А. Формування продуктивності сої залежно від сорту, мінерального живлення та interaction of soybean varieties with strains of nodule bacteria. *Biuletен Instytutu zernovoho hospodarstva*. 2005. No 23-24, P. 103–106 .
3. Babych A. O., Babych-Poberezhna A. A. Soybean field of Ukraine. *Ahronom*. 2010. No 1. P. 174–178.
4. Babych A., Poberezhna A. Soya – the main protein-oil crop of world agriculture. *Propozytsiia*. 2000. No 4, P. 42–45.
5. Balakaj G. T., Balakaj N. I., Gutricz L. S. The effect of inoculation on the productivity of soybean varieties of different ripeness groups. *Sovremennye problemy selekcii i tekhnologi vzdelyvaniya soi* : sb. statej 2-j Mezhdunar. konf. po soe. Krasnodar, 2008. P. 266–268.
6. Baranov V. F. Soybean productivity improvement. *Sbornik nauchnyh trudov VNI maslichnyh kul'tur*. Krasnodar. 2000. 171 p.
7. Barsukov S. S., Barsukov, A. S. Soy is the most important source of protein and oil. *Ahrarna nauka*. 2005. No 5. P. 9–11.
8. Bakhmat O. M. Agrobiological basis for the formation of a crop of soybean seeds in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2011. Issue 69. P. 122–126.
9. Biological nitrogen / Patyka V. P. et. al. Kyiv : Svit. 2003. 424 p.
10. Bobro M. A., Ohurtsov E. M., Mikhaiev V. H. Soybean yield depending on the use of biological products. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2008. Issue 58. P. 231–236.
11. The effects of various strains of *Rhizobiumjaponicum* (Kircher) Buchanan on soybean yield / Magomedov R. D. et. al. *Nauchno-tehnicheskij byuletен Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kultur*. 2011. No 2. P. 148–149.
12. Volkohon V. V., Nadkernychna O. V., Kovalevska T. M. Microbial preparations for earthmoving. Kyiv : Ahrarna nauka. 2006. 312 p.
13. Hamaiunova V. V., Nazarchuk A. A. Formation of soybean productivity depending on the variety, mineral nutrition and seed

- обробки насіння біопрепаратами на півдні України. *Агропромислове виробництво Полісся* : зб. наук. праць Інституту сільського господарства Полісся. Житомир, 2013. Вип. 6. С. 70–73.
14. Гібсон П. Т. Застосування ризоторфину – основна умова підвищення врожаю сої в Україні. *Агроогляд*. 2006. № 11. С. 29–31.
15. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве / Ушкаренко В. А. и др. Москва, 2011. 335 с.
16. Дідович С. В., Толкачов М. З. Вплив мінерального азоту і нітрагінізації насіння на ефективність симбіотичної азотфіксації різних сортів нуту. *Селекція і насінництво* : міжвід. темат. наук. зб. Харків, 2005. Вип. 90. С. 282–293.
17. Дідора В. Г. Продуктивність сої в умовах Полісся залежно від елементів технології вирощування. *Агроном*. 2020. № 1. С. 160–164.
18. Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Дія, 2005. 288 с.
19. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослиництво. Київ, 2003. 590 с.
20. Іутинська Г. О. Біорізноманітність і функціональні властивості ендоефітних прокаріотів. *Мікробіологічний журнал*. 2019. Т. 81. № 5. С. 3–18.
21. Каталог сортів та гібридів сільськогосподарських культур селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН / Вожегова Р. А. та ін. Херсон, 2017. С. 38–53.
22. Крутило Д. В. Поширення та екологічні особливості бульбочкових бактерій сої в різних регіонах України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук. Київ, 2006. 22 с.
23. Крутило Д. В., Ковалевська Т. М. Особливості поширення бульбочкових бактерій сої в різних регіонах України. *Агроєкологічний журнал*. 2003. № 3. С. 59–63.
24. Левандовський І. Соя і проблема кормового білка. *Пропозиція*. 2000. № 6.
- treatment with biological products in the south of Ukraine. *Ahropromyslove vyrobnytsvo Polissia* : zb. nauk. prats Instytutu silskoho hospodarstva Polissia. 2013. Issue. 6, P. 70–73.
14. Hibson P. T. The use of risotorfin is the main condition for increasing the soybean crop in Ukraine. *Ahroohliad*. 2006. No 11. P. 29–31.
15. Dispersion and correlation analysis in crop and grassland farming / Ushkarenko V. A. et. al. Moscow, 2011. 335 p.
16. Didovych S. V., Tolkachov M. Z. The effect of mineral nitrogen and seed nitraginization on the effectiveness of symbiotic nitrogen fixation of various varieties of chickpeas. *Seleksiia i nasinnytstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2005. Issue. 90. P. 282–293.
17. Didora V. H. Productivity in the minds of Polis is fallow in the elements of technology viroschuvannya. *Ahronom*. 2020. No 1. P. 160–164.
18. Yeshchenko V. O. Fundamentals of scientific research in agronomy. Kyiv : Diia. 2005. 288 p.
19. Zinchenko O. I., Salatenko V. N., Bilonozhko M. A. *Roslynnytstvo*. Kyiv: Ahrarna osvita. 2003. 590 p.
20. Iutynska H. O. Biodiversity and functional properties of endophytic prokaryotes. *Mikrobiolohichniy zhurnal*. 2019. Vol. 81. № 5. P. 3–18.
21. Catalog of varieties and hybrids of agricultural crops of breeding at the Institute of Irrigated Agriculture NAAS / Vozhegova R. A. et. al. Kherson, 2017. P. 38–53.
22. Krutylo D. V. Distribution and environmental features of soybean nodule bacteria in different regions of Ukraine : abst. dis. for science. degree of cand. biol. science. Kyiv, 2006. 22 p.
23. Krutylo D. V., Kovalevska T. M. Features of the spread of soybean nodule bacteria in different regions of Ukraine. *Ahroekolohichniy zhurnal*. 2003. No 3. P. 59–63.
24. Levandovskiy I. Soya and problem feed protein. *Propozytsiia*. 2000. No 6. P.

C.42–43.

25. Лихочвор В. В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: Українські технології, 2006. 730 с.

26. Марущак О. Вирощування сої з інокулянтами. *Агроном*. 2013. № 1. С. 152–153.

27. Надкерничная Е. В., Ковалевская Т. М. Влияние свободноживущих азотфиксирующих бактерий на формирование и функционирование бобово-ризобияльного симбиоза у некоторых сельскохозяйственных культур. *Физиология и биохимия культур растений*. 2001. № 4. С. 355–362.

28. Рекомендації з ефективного застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / С. І. Мельник та ін. Київ : Міністерство аграрної політики України, Українська академія аграрних наук. 2007. 55 с.

29. Соя в кормопроизводстве / Баранов В. Ф. и др. Краснодар, 2010. 365 с.

30. Толоконников В. В., Толочек В. И., Фролова Т. В. Совершенствование предпосевной обработки семян орошаемой сои ризоторфином и регуляторами роста растений. *Современные проблемы селекции и технологи возделывания сои* : сб. сттей 2-й Междунар. конф. по сое. Краснодар, 2008. С. 280–28.

31. Complex bacterial preparations / Iutynska G. O. et al. *Bioregulation of microbial-plant system*. Kiev: Nichlava, 2010 P. 352–376.

32. Naveed M., Aziz M. Z., Yaseen M. Perspective sofusing endophytic microbes forlegume improvement. *Microbesfor Legume Improvement* Springer Editors Almas Zaidi Mohammad Saghir Khan Javed Musarrat. 2017. P. 277–299.

33. Sturza A. V., Christieb B. R., Nowack J. Bacterial Endophytes : Potential Role in Developing Sustainable Systems of Crop Production. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2010. V. 19, Issue 1. P. 1–30.

42–43.

25. Lykhochvor V. V. Plantgrowing. Modern intensive technologies for growing the main field crops. Lviv : Ukrainian technologies. 2006. 730 p.

26. Marushchak O. Soybean cultivation with inoculants. *Ahronom*. 2013. No 1. P. 152–153.

27. Nadkernichnaya E. V., Kovalevskaia T. M. The effect of free-living nitrogen-fixing bacteria on the formation and functioning of legume-rhizobial symbiosis in some crops. *Fiziologiya i biokhimiya kultur rastenij*. 2001. No 4. P. 355–362.

28. Recommendations are from effective application of microbial preparations in technologies of growing of agricultural cultures / S. I. Miller et. al. Kyiv : Ministry of Agrarian Policy of Ukraine, Ukrainian Academy of Agrarian Sciences. 2007. 55 p.

29. Soya in feed production / Baranov V. F. et. al. Krasnodar, 2010. 365 p.

30. Tolokonnikov V. V., Tolochev V. I., Frolova T. V. Improvement of presowing treatment of seeds of irrigated soybean with rhizotorfin and plant growth regulators. *Sovremennye problemy selekcii i tehnologi vzdelyvanija soi* : sb. sttej 2-j Mezhdunar. konf. po soe. Krasnodar. 2008. P. 280–287.

31. Complex bacterial preparations. / Iutynska G. O. et. al. *Bioregulation of microbial-plant system*. Kiev : Nichlava, 2010. P. 352–376.

32. Naveed M., Aziz M. Z., Yaseen M. Perspective sofusing endophytic microbes forlegume improvement. *Microbesfor Legume Improvement*. 2017. P. 277–299.

33. Sturza A. V., Christieb B. R., Nowack J. Bacterial Endophytes: Potential Role in Developing Sustainable Systems of Crop Production. *Critical Reviews in Plant Science*. 2010. V. 19. Issue 1. P. 1–30.

Отримано 27.07.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-16

УДК 633"321":633.1:633.35:633.367

А. М. ШУВАР, Н. М. РУДАВСЬКА, кандидати сільськогосподарських наук

Л. Л. БЕГЕН, науковий співробітник

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,

81115, e-mail: nrudavska@ukr.net

ФОРМУВАННЯ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ БІНАРНИХ ПОСІВІВ ЗЕРНОВИХ І ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР

Наведено результати дослідження особливостей формування асиміляційної поверхні агроценозів ярих зернових і зернобобових культур за їх вирощування в одновидових і бінарних посівах. Встановлено площу листової поверхні, чисту продуктивність фотосинтезу посівів залежно від складу сумішей, удобрення, норми висіву компонентів.

Об'єктом дослідження були сорти: овес (*Avena sativa* L.) Аркан, тритикале яре (*Triticosecale*) Хлібодар Харківський, вика яра (*Vicia sativa* L.) Білоцерківська, люпин вузьколистий (*Lupinus angustifolius* L.) Фламінго. В одновидових посівах овес і тритикале висівали нормою висіву 5,0 млн сх. нас./га, а вику і люпин – 1,2 млн сх. нас./га. Співвідношення компонентів у сумісних посівах становило: 0,8 млн сх. нас./га люпину або вики і 3,0 та 4,0 млн сх. нас./га вівса або тритикале.

У результаті проведених досліджень встановлено, що площа асиміляційної поверхні динамічно змінювалася і залежала від погодних умов, складу агроценозів та фону живлення. Найбільшу площу листової поверхні (37,03 тис. м²/га) відзначено в бінарних посівах люпину з вівсом (4,0 млн сх. нас./га вівса і 0,8 млн сх. нас./га люпину) на варіанті мінерального удобрення N₃₂P₃₂K₃₂. На неудобрених ділянках ця сумішка у VIII етапі органогенезу сформувала меншу на 9,72 тис. м²/га площу листової поверхні. Зменшення норми висіву зернового компонента у сумішках з люпином на 1,0 млн сх. нас./га зумовило зниження площі листків на 0,88 тис. м²/га.

Встановлено, що оптимальна структура бінарних посівів, яка забезпечує найвищу чисту продуктивність фотосинтезу – 17,77 г/м² сухої речовини за добу, формується за висіву 4,0 млн сх. нас./га вівса і 0,8 млн сх. нас./га вики ярої, врожайність зерна становить 5,34 т/га. Зменшення норми висіву зернового компонента зумовило зниження ЧПФ на 0,23 г/м² сухої речовини за добу, водночас врожайність зменшилася на 0,2 т/га. Нижчу інтенсивність роботи фотосинтетичного апарату відзначено на бінарних посівах зернових з люпином. За висіву вівса в складі зернового компонента ЧПФ зменшилася на 0,37–0,8 г/м² сухої речовини за добу, за висіву тритикале – на 0,8–1,1 г/м² сухої речовини за добу.

Ключові слова: бінарні посіви, овес, тритикале яре, вика яра, люпин вузьколистий, площа листової поверхні, чиста продуктивність фотосинтезу.

Antin Shuvar, Nataliia Rudavska, Lybov Behen

Institute of agriculture of Carpathian region of NAAS

Formation of the assimilation surface of binary cultures of cereals and legume-cereals

The results of the features study of the assimilation surface formation of spring cereals and cereal-legumes agrocenoses by their cultivation in single and binary crops are presented. The area of the leaf surface, the net productivity of photosynthesis of crops depending on the composition of the mixtures, fertilizers, the seeding rate of the components of the mixtures were determined.

The subject of the study were varieties: oat (*Avena sativa* L.) Arkan, spring triticale (*Triticosecale*) Khlribodar Kharkivsky, spring vetch (*Vicia sativa* L.) Bilotserkivska, lupine narrow-leaved (*Lupinus angustifolius* L.) Flamingo. In one-species crops, oat and triticale were sown with 5,0 million viable seeds/ha, vetch and lupine – 1,2 million viable seeds/ha. The ratio of components in compatible crops was: 0,8 million viable seeds/ha of lupine or vetch, 3,0 and 4,0 million viable seeds/ha of oat or triticale.

As a result of conducted researches it was found that the area of the assimilation surface was changing dynamically and was dependent on weather conditions, composition of agrocenoses and nutrition background. The largest leaf area – 37,03 thousand m²/ha was observed in binary crops of lupine with oat (4,0 million viable seeds/ha of oat and 0,8 million viable seeds/ha of lupine) in the mineral version. fertilizer N₃₂P₃₂K₃₂. In unfertilized areas, this mixture formed by 9,72 thousand m²/ha a smaller area of leaf surface in the VIII stage of organogenesis. The decrease in the rate of the grain component seeding in mixtures with lupine by 1,0 mln viable seeds/ha caused a decrease in leaf area by 0,88 thousand m²/ha.

It is established that the optimal structure of binary crops, which provides the highest net productivity of photosynthesis – 17,77 g/m² of dry matter per day, is by sowing of 4,0 mln viable seeds/ha of oat and 0,8 mln viable seeds/ha of spring vetch, grain yield is at the level of 5,34 t/ha. The decrease in the rate of sowing of the grain component caused the reduction of NPF by 0,23 g/m² of dry matter per day, while the yield decreased by 0,2 t/ha. The lower intensity of photosynthetic apparatus was observed on binary crops of lupine. For seeding of oat as a grain component, the NPF decreased by 0,37–0,8 g/m² of dry matter per day, and for seeding triticale – by 0,8–1,1 g/m² of dry matter per day.

Key words: binary crops, oat, spring triticale, spring vetch, narrow-leaved lupine, leaf surface area, net photosynthesis performance.

Вступ. Найвищу продуктивність рослин у посівах можна отримати за відповідної площі листової поверхні, оптимального ходу її формування, на що впливає раціональне використання елементів мінерального живлення [15]. На думку ряду дослідників [3, 5–9, 20, 28, 31], для отримання кормів, збалансованих за вмістом білків і вуглеводів, поліпшення азотного живлення посівів, збереження

родючості ґрунту доцільно вирощувати змішані агроценози бобових і злакових культур. За вирощування бінарних посівів зернобобових зі злаками утворюється щільний ценоз, продуктивність якого стабільна за роками і може перевищувати врожайність компонентів у монокультурі [17, 20, 22, 24, 32]. Формування продуктивності сільськогосподарських культур значною мірою залежить від інтенсивності процесів фотосинтезу. Рівень врожаю внаслідок фотосинтетичної діяльності рослин визначається розмірами асиміляційної поверхні листків [18]. Для оптимального проходження фотосинтезу посіви повинні мати певну площу листової поверхні, тепловий і водний баланс у всій біосфері. На думку А. А. Ничипоровича, високу врожайність вівса та інших зернових культур можна отримати, якщо площа листків рослин знаходиться в межах 30–40 тис. м²/га. Подальше її збільшення негативно впливатиме на фотосинтез, тому що в першу чергу погіршиться освітленість листків [18]. Відомо, що саме листки є основним органом фотосинтезу, хоча частково цю роль виконують також зелені стебла, суцвіття на початку їх утворення й навіть корені [4, 16].

Протягом вегетації площа листової поверхні, її фотосинтетична активність не залишається постійною і визначається віком рослини. Високі врожаї можна отримати лише в посівах, що динамічно формують оптимальну площу листя, здатних активно функціонувати протягом вегетації [1, 31].

Відомо, що у рослин продуктивність фотосинтезу мінімальна в період кущення і досягає максимуму наприкінці цвітіння, після чого накопичення продуктів фотосинтезу різко знижується у фазі дозрівання. У дослідженнях В. І. Ратошнюка величина площі листової поверхні у рослин люпину вузьколистого залежала від сортових особливостей, фази вегетації та густоти стеблостою, мінерального живлення та ін. Відзначено, що площа листків у процесі росту та розвитку рослин люпину вузьколистого поступово збільшувалася, досягаючи максимальних величин у фазі початку наливання насіння. Після цієї фази вегетації спостерігали зменшення площі листової поверхні, що зумовлено особливостями біології розвитку культури, зокрема перерозподілом та посиленням відтоком пластичних речовин із вегетативних органів у насіння. Це в свою чергу зумовлює відмирання та обсіпання листків під час дозрівання насіння люпину вузьколистого [23].

Тому в період вегетації потрібно створювати найсприятливіші умови для росту і розвитку рослин, аби вони сформували оптимальну

площу листового апарату для ефективної фотосинтетичної діяльності [14, 23]. Відзначають, що внесення мінерального удобрення сприяє зростанню площі асиміляційної поверхні листя і відповідно фотосинтетичного потенціалу агроценозів [3, 11–13, 27, 30].

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) дозволяє врахувати не тільки темпи утворення органічної речовини на одиницю листової поверхні, але і її втрати внаслідок процесу дихання, відмирання та часткового опадання листків протягом вегетації [26].

Метою дослідження було встановлення особливостей формування площі листової поверхні, чистої продуктивності фотосинтезу залежно від складу сумішок зернових (овес, тритикале яре) і зернобобових (вика яра, люпин) культур та рівня мінерального живлення рослин.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження були сорти: овес (*Avena sativa* L.) Аркан, тритикале яре (*Triticosecale*) Хлібодар Харківський, вика яра (*Vicia sativa* L.) Білоцерківська, люпин вузьколистий (*Lupinus angustifolius* L.) Фламінго. Співвідношення компонентів у сумісних посівах було: 0,8 млн сх. нас./га люпину або вики і 3 та 4 млн сх. нас./га вівса або тритикале. В одновидових посівах овес і тритикале висівали нормою висіву 5,0 млн сх. нас. на 1 га, а вику і люпин – 1,2 млн сх. нас./га. Мінеральні добрива ($N_{32}P_{32}K_{32}$) вносили відповідно до схеми досліду.

Повторність досліду шестикратна. Загальна площа ділянки – 19,3 м², облікова – 12 м².

Дослідну роботу проводили на полях Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН на сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті з такими агрохімічними показниками в шарі 0–20 см: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 1,5–1,6 %, рН (сольове) – 5,6–6,0, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 105–110 мг, рухомого фосфору (за Кірсановим) – 111–114 мг, обмінного калію (за Кірсановим) – 101–107 мг на 1 кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину (рН_{сол} – 5,75) слабокисла.

Польові досліді закладали і виконували з урахуванням вимог методики дослідної справи (Б. А. Доспехов, 1985 р.) [10], облік урожаю проводили методом обмолоту ділянок комбайном «Сампо 500» з наступною очисткою зерна і перерахунком на 100-відсоткову чистоту та 14-відсоткову вологість. Площу листової поверхні визначали в динаміці за фазами росту та розвитку методом «висічок» [19, 29], чисту продуктивність фотосинтезу – за А. А. Ничипоровичем [19].

Погодні умови у роки проведення досліджень дещо відрізнялися за основними гідротермічними показниками (тепло, волога) від середньобогаторічних значень. Вегетаційний період 2016 р. характеризувався підвищеною (на 2,2 °C) температурою повітря та меншою за норму кількістю опадів (68,8 % норми). Вищі від середньобогаторічних значень температурні показники (на 1,6 °C) та меншу на 87,1 мм кількість опадів (61,0 % норми) відзначено і в 2017 р. У 2018 р. також спостерігали підвищений температурний режим (на 2,5 °C), проте опадів випало більше від норми (104,4 %), що сприяло активному росту та розвитку зернобобового компонента. Вегетаційний період 2019 р. характеризувався підвищеним температурним режимом (на 2,6 °C) та меншою кількістю опадів (94 % від норми).

Результати та обговорення. Проведеними дослідженнями встановлено, що площа асиміляційної поверхні динамічно змінювалася і залежала від погодних умов, складу агроценозів та фону живлення. Гідротермічні умови вегетаційних років були неоднорідними, що дало змогу всебічно встановити ефективність досліджуваних чинників.

Площа листової поверхні досліджуваних варіантів залежала від видових особливостей рослин, погодних умов та удобрення. З V до VIII етапів органогенезу спостерігали зростання площі асиміляційної поверхні листя. На наступних етапах розвитку відзначено зменшення асиміляційної поверхні посівів внаслідок старіння та відмирання листя на нижніх ярусах рослин (за винятком ценозу вики ярої, де продовжувалася активна вегетація). Динаміку наростання площі листової поверхні наведено в табл. 1.

Рослини ярих зернових у V етапі органогенезу на неудобрених посівах сформували площу листя 14,23 (овес), 14,75 (тритикале), зернобобових – 2,34 (вика яра), 4,18 (люпин) тис. м²/га. За внесення мінерального удобрення ці показники зросли у вівса і тритикале відповідно на 4,53 і 3,12 тис. м²/га, у вики ярої і люпину – на 1,27 і 1,76 тис. м²/га. Агроценози зернових з викою ярою сформували асиміляційну поверхню 10,83–14,14 тис. м²/га, суміші з люпином – 12,04–14,67 тис. м²/га на неудобрених ділянках. Мінеральне живлення з розрахунку N₃₂P₃₂K₃₂ сприяло зростанню площі листя до 17,07–20,68 тис. м²/га за висіву сумішей з викою та до 17,18–21,52 тис. м²/га коли як зернобобовий компонент висівали люпин.

У VIII етапі органогенезу спостерігали зростання площі листової поверхні на всіх варіантах досліду, що пов'язано з активним ростом і розвитком рослин ярих зернових і зернобобових культур.

1. Площа листкової поверхні бінарних посівів (2017–2019 рр.), тис. м²/га

Варіант дослідіду	Етапи органогенезу					
	V		VIII		XI	
	Рівень живлення рослин					
	контроль (без добрив)	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂	контроль (без добрив)	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂	контроль (без добрив)	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂
Овес (5,0 млн сх. нас./га)	14,75	19,28	20,84	24,27	10,34	14,06
Тритикале яре (5,0 млн сх. нас./га)	14,23	17,35	16,43	22,82	8,78	12,24
Вика яра (1,2 млн сх. нас./га)	2,34	3,61	19,49	21,85	22,52	27,73
Люпин (1,2 млн сх. нас./га)	4,18	5,94	25,71	29,05	24,51	28,30
Овес + вика яра (4,0 + 0,8 млн сх. нас./га)	13,40	20,68	27,98	34,80	22,46	30,52
Овес + вика яра (3,0 + 0,8 млн сх. нас./га)	10,83	17,07	24,00	32,41	21,00	28,64
Овес + люпин (4,0 + 0,8 млн сх. нас./га)	14,67	21,52	27,31	37,03	21,72	27,72
Овес + люпин (3,0 + 0,8 млн сх. нас./га)	12,33	18,01	27,28	35,99	20,24	26,07
Тритикале яре + вика (4,0 + 0,8 млн сх. нас./га)	14,14	20,37	25,54	28,10	22,24	23,00
Тритикале яре + вика (3,0 + 0,8 млн сх. нас./га)	11,77	17,21	23,80	27,24	20,79	21,46
Тритикале яре + люпин (4,0 + 0,8 млн сх. нас./га)	14,51	21,35	27,14	33,01	20,99	25,60
Тритикале яре + люпин (3,0 + 0,8 млн сх. нас./га)	12,04	17,18	26,36	32,13	19,88	23,48
НІР _{0,05}	2,58	4,37	2,92	3,1	4,47	5,74

В одновидових посівах ярих колосових площа листя збільшилася в середньому на 4,14 тис. м²/га, в ценозах зернобобових культур приріст листкової поверхні становив у середньому 19,34 тис. м²/га. За внесення мінерального удобрення асиміляційна поверхня посівів порівняно з неудобреними варіантами зросла у вівса і тритикале відповідно на 3,13 і 6,39 тис. м²/га, вики ярої і люпину – на 2,36 і 3,34 тис. м²/га. Бінарні посіви зернових і зернобобових культур сформували більшу листкову поверхню як на ділянках без добрив, так і на фоні мінерального удобрення.

Найбільшу площу листкової поверхні (37,03 тис. м²/га) відзначено у бінарних посівах люпину з вівсом (4,0 млн сх. нас./га вівса і 0,8 млн сх. нас./га люпину) на варіанті мінерального удобрення N₃₂P₃₂K₃₂. На неудобрених ділянках ця суміш у VIII етапі органогенезу сформувала на 9,72 тис. м²/га меншу площу листкової поверхні. Зменшення норми висіву зернового компонента у сумішках з люпином на 1,0 млн сх. нас./га зумовило зниження площі листя на 0,88 тис. м²/га. Аналогічною була ситуація в сумішках зернових з викою, де зменшення норми висіву насіння вівса і тритикале на 1,0 млн. сх. нас./га знизило площу асиміляційної поверхні посіву відповідно на 2,39 і 2,99 тис. м²/га.

У XI етапі органогенезу зафіксовано зменшення площі листя внаслідок затухання асиміляційних процесів на всіх варіантах дослідів, за винятком одновидових посівів вики ярої, яка продовжувала активно вегетувати. Приріст площі асиміляційної поверхні в ценозі вики ярої становив 3,03 тис. м²/га без удобрення і 5,88 тис. м²/га на фоні N₃₂P₃₂K₃₂.

У бінарних посівах вики ярої з зерновими площа листкової поверхні зменшилася порівняно з VIII етапом і знаходилася в межах 20,79–22,46 тис. м²/га на ділянках без удобрення і 21,46–30,52 тис. м²/га за внесення мінеральних добрив. У сумісних посівах зернових з люпином також відзначено зниження площі асиміляційної поверхні.

Внаслідок проведених обліків і спостережень було встановлено, що динаміка чистої продуктивності фотосинтезу досліджуваних ценозів подібна до тієї, за якою формується площа листкової поверхні їх рослин. Так, показники ЧПФ максимальні значення мали у період V–VIII етапів органогенезу, а в VIII–XI етапах вони зменшилися через опадання листків.

У наших дослідженнях за внесення мінерального удобрення N₃₂P₃₂K₃₂ відзначено зростання чистої продуктивності фотосинтезу порівняно з неудобреним контролем (табл. 2).

2. Чиста продуктивність фотосинтезу бінарних посівів залежно від досліджуваних факторів (2017–2019 рр.), г/м² за добу

Варіант досліду	Етапи органогенезу			
	V–VIII		VIII–XI	
	контроль (без добрих)	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂	контроль (без добрих)	N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂
Овес (5,0 млн сх. нас./га)	12,63	19,50	7,79	10,31
Тритикале яре (5,0 млн сх. нас./га)	12,31	16,57	6,72	9,37
Вика яра (1,2 млн сх. нас./га)	5,07	5,87	8,26	8,50
Люпин (1,2 млн сх. нас./га)	5,62	7,77	7,90	9,05
Овес + вика яра (4,0 + 0,8 млн сх. нас./га)	19,24	24,77	16,53	17,77
Овес + вика яра (3,0 + 0,8 млн сх. нас./га)	18,16	24,38	15,60	17,54
Овес + люпин (4,0 + 0,8 млн сх. нас./га)	21,60	24,66	14,83	16,97
Овес + люпин (3,0 + 0,8 млн сх. нас./га)	20,47	24,35	14,19	16,17
Тритикале яре + вика (4,0 + 0,8 млн сх. нас./га)	19,65	25,30	15,82	15,72
Тритикале яре + вика (3,0 + 0,8 млн сх. нас./га)	19,03	23,89	15,05	15,52
Тритикале яре + люпин (4,0 + 0,8 млн сх. нас./га)	20,45	24,87	15,63	15,87
Тритикале яре + люпин (3,0 + 0,8 млн сх. нас./га)	20,08	24,63	14,47	15,37
НІР _{0,05}	1,4	1,31	1,69	1,52

У сумісних посівах зернових та зернобобових культур найвища чиста продуктивність фотосинтезу (17,77 г/м² сухої речовини за добу) була за висіву 4,0 млн сх. нас./га вівса і 0,8 млн сх. нас./га вики ярої, що забезпечило отримання врожайності зерна на рівні 5,34 т/га. Зменшення норми висіву зернового компоненту зумовило зниження ЧПФ на 0,23 г/м² сухої речовини за добу, водночас врожайність

зменшилася на 0,2 т/га. Нижчу інтенсивність роботи фотосинтетичного апарату відзначено на бінарних посівах зернових з люпином. За висіву зернового компонента вівса ЧПФ зменшилася на 0,37–0,8 г/м² сухої речовини за добу, за висіву тритикале – на 0,8–1,1 г/м² сухої речовини за добу.

Висновки. Результати досліджень свідчать, що бінарні посіви зернових і зернобобових культур сформували більшу листову поверхню порівняно з одновидовими посівами як на ділянках без добрив, так і на фоні мінерального удобрення. Максимальну площу листків відзначено за висіву суміші люпину з вівсом (4,0 млн сх. нас./га + 0,8 млн сх. нас./га) на фоні мінеральних добрив у нормі N₃₂P₃₂K₃₂ – 37,03 тис. м²/га. Зменшення норми висіву зернового компонента в сумішках з люпином на 1,0 млн сх. нас./га зумовило зниження площі листової поверхні на 0,88 тис.м²/га.

Найвищий показник чистої продуктивності фотосинтезу (17,77 г/м² сухої речовини за добу) був за висіву 4,0 млн сх. нас./га вівса і 0,8 млн сх. нас./га вики ярої, що забезпечило отримання врожайності зерна на рівні 5,34 т/га. Зменшення норми висіву зернового компонента зумовило зниження ЧПФ на 0,23 г/м² сухої речовини за добу, водночас врожайність зменшилася на 0,2 т/га.

Список використаної літератури

1. Березов З. Т., Плиева Е. А., Босиева О. И. Площадь листьев, индекс листовой поверхности и фотосинтетический потенциал. 2017 : *Достижения науки – сельскому хозяйству* : материалы Всеросс. науч.-практ. конф. (заочной), Владикавказ, 02–03 окт. 2017 г. Владикавказ, 2017. С. 93–95.
2. Вишневская О. В., Тугуева И. В. Формирование кормовой продуктивности одновидовых посевов люпина узколистного и его многокомпонентных смесей в условиях Полесья Украины. *Люпин – его возможности и перспективы* : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию со дня основания Всероссийского научно-исследовательского института люпина (Брянск, 12–14 июля 2012 г.). Брянск, 2012. С. 228–233.
3. Влияние минерального питания на фотосинтетическую деятельность и

References

1. Berezov Z. T., Plieva E. A., Bosieva O. I. Leaf area, leaf surface index and photosynthetic potential. 2017 : *Dostizheniya nauki – sel'skomu hozjajstvu* : materialy Vseross. nauch.-prakt. konf. (zaочноj), Vladikavkaz, 02–03 okt. 2017 g. Vladikavkaz, 2017. P. 93–95.
2. Vishnevskaja O. V., Tugueva I. V. Formation of one-species crops of narrow-leaved lupine fodder and its many-component mixes in conditions of Ukraine Polessya. *Ljupin – ego vozmozhnosti i perspektivy* : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posviashchennoi 25-letiju so dnja osnovanija Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ljupina (Brjansk, 12–14 ijulja 2012 g.). Brjansk, 2012. P. 228–233.
3. Influence of mineral nutrition on photosynthetic activity and productivity of oat and spring barley after various predecessors in the northern Steppe of Ukraine / Gir'ka A. D. et al. *Zernovoe*

- продуктивність посевов овса и ячменя ярового после различных предпосевных в Северной Степи Украины / Гирья А. Д и др. *Зерновое хозяйство России*. 2013. № 6. С. 47–51.
4. Гарбар Л. А., Холодченко Р. М., Шевчук В. В. Вплив елементів технології вирощування на формування асиміляційного апарату посівами вівса. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія*. 2013. № 183 (2). С. 79–82.
5. Голодна А. В., Олійник К. М. Продуктивність люпину вузьколистого і пшениці ярої за сумісного вирощування. 2016: Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України : матеріали Міжнар. наук. конф., Вінниця, 11–12 серп. 2016 р. Вінниця : Діло, 2016. С. 76–77.
6. Голодна А. В. Продуктивність люпину вузьколистого у Північному Лісостепу. *Землеробство*. 2010. Вип. 82. С. 83–89.
7. Голодна А. В., Павленко В. Ю., Ремез Г. Г. Урожайність та якість зерна люпину вузьколистого і вівса голозерного за сумісного вирощування. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2014. Вип. 17. С. 11–18.
8. Голодна А. В., Павленко В. Ю. Формування продуктивності агроценозом люпину вузьколистого і вівса голозерного за сумісного вирощування в Північному Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 76. С. 244–251.
9. Голодна А. В., Олійник К. М. Формування продуктивності люпину вузьколистого і пшениці ярої за сумісного вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 142–148.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
11. Жеруков Т. Б., Кишев А. Ю. Влияние применяемых минеральных удобрений на динамику площади листовой *hozjajstvo Rossii*. 2013. No 6. P. 47–51.
4. Harbar L. A., Kholodchenko R. M., Shevchuk V. V. Influence of elements of cultivation technology on the formation of the assimilation apparatus in oat crops. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya: Ahronomiia*. 2013. No. 183 (2). P. 79–82.
5. Holodna A. V., Oliinyk K. M. Productivity of narrow-leaved lupine and spring wheat in compatible cultivation. 2016 : *Zernobobovi kul'tury` ta soya dlya stalogo rozvytku agrarnogo vyrobnyctva Ukrainy`*: materials Intern. of sciences. conf., Vinnytsia, 11–12 serp. 2016 r. Vinnytsia : Dilo, 2016. P. 76–77.
6. Holodna A. V. Productivity of narrow-leaved lupine in the Northern Forest-Steppe. *Zemlerobstvo*. 2010. Issue. 82. P. 83–89.
7. Holodna A. V., Pavlenko V. Yu., Remez H. H. Yield and grain quality of narrow-leaved lupine and naked oat by compatible cultivation. *Visnyk Tsentru naukovooho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti*. 2014. Issue 17. P. 11–18.
8. Holodna A. V., Pavlenko V. Y. Formation of productivity with agrocenosis of narrow-leaved lupine and naked oat by compatible cultivation in the Northern Forest-Steppe. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2013. Issue 76. P. 244–251.
9. Holodna A. V., Oliinyk K. M. Productivity formation of narrow-leaved lupine and spring wheat in compatible cultivation. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2016. Issue 82. P. 142–148.
10. Dospekhov B. A. Methods of field experiment (with basics of statistical processing of research results). 5th ed. Moscow : Agropromizdat, 1985. 351 p.
11. Zherukov T. B., Kishev A. Ju. Influence of the applied mineral fertilizers on the dynamics of the leaf surface area, the value of FP and NPF. *Mezhdunarodnye nauchnye issledovaniya*. 2016. No 1 (26). P. 150–153.
12. Zaparnjuk V. I. Features of the net photosynthesis productivity formation by

- поверхности, величину ФП и ЧПФ. *Международные научные исследования*. 2016. № 1 (26). С. 150–153.
12. Запарнюк В. И. Особенности формирования чистой продуктивности фотосинтеза посевами вики яровой в условиях Правобережной Лесостепи Украины. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2013. № 3 (7). С. 74–79.
13. Запарнюк В. И. Фотосинтетический потенциал посевов вики яровой в зависимости от инокуляции, удобрения и известкования. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2013. № 11 (109). С. 30–33.
14. Каленська С. М., Новицька Н. В., Джмесюк О. В. Формування площі листової поверхні сої під впливом інокуляції та підживлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 3. С. 6–11.
15. Камінський В. Ф., Глієва О. Ф. Площа листового апарату та фотосинтетична діяльність проса за різних рівнів мінерального живлення. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2014. Вип. 3. С. 79–84.
16. Качанова Т. В. Фотосинтетична діяльність рослин вівса залежно від сорту та способу обробітку ґрунту при вирощуванні його у Південному Степу України. *Екологія : наукові праці*. 2011. Вип. 140, т. 152. С. 26–29.
17. Кононов А. С., Ториков В. Е., Шкотова О. Н. Гетерогенные посевы (экологическое учение о гетерогенных агроценозах как о факторе биологизации земледелия). Санкт-Петербург, 2018. 296 с.
18. Ничипорович А. А. Пути управления фотосинтетической деятельностью растений с целью повышения их продуктивности. *Физиология сельскохозяйственных растений*. 1967. Т. 1. С. 309–353.
19. Ничипорович А. А. Фотосинтез – ресурсы биосферы – человека. Пушино, 1990. 29 с.
20. Панчишин В. З., Мойсієнко В. В. Продуктивність та кормова оцінка crops of spring vetch in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*. 2013. No 3 (7). P. 74–79.
13. Zaparnjuk V. I. Ways of controlling the photosynthetic activity of plants in order to increase their productivity. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2013. No 11 (109). P. 30–33.
14. Kalenska S. M., Novytska N. V., Dzhemesiuk O. V. Formation of soybean leaf surface area under the influence of inoculation and fertilization. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2016. No 3. P. 6–11.
15. Kaminskyi V. F., Hliieva O. F. Leaf area and photosynthetic activity of millet at different levels of mineral nutrition. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2014. Issue 3. P. 79–84.
16. Kachanova T. V. Photosynthetic activity of oat plants depending on the variety and method of soil cultivation during its cultivation in the southern steppe of Ukraine. *Ekolohiia : naukovi pratsi*. 2011. Issue 140, vol. 152. P. 26–29.
17. Kononov A. S., Tory`kov V. E., Shkotova O. N. Heterogeneous crops (ecological doctrine of heterogeneous agrocnoses as a factor in the biologization of agriculture). Sankt-Peterburg, 2018. 296 p.
18. Nichiporovich A. A. Ways of controlling the photosynthetic activity of plants in order to increase their productivity. *Fiziologija sel'skohoziastvennyh rastenij*. 1967. Vol. 1. P. 309–353.
19. Nichiporovich A. A. Photosynthesis – resources of the human – biosphere. Pushhino, 1990. 29 p.
20. Panchyshyn V. Z., Moisiienko V. V. Productivity and feed evaluation of annual oat-bean mixtures depending on the elements of cultivation technology in the conditions of Ukraine Polissya. *Ahrobiolohiia*. 2015. No 2. P. 90–96.
21. Productivity of spring wheat and lupine in mixed crops / Holodna A. V. et al. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN»*. 2009. Issue 1/2.

- однорічних вівсяно-бобових сумішок залежно від елементів технології вирощування в умовах Полісся України. *Агробіологія*. 2015. № 2. С. 90–96.
21. Продуктивність пшениці ярої та люпину вузьколистого у змішаних посівах / Голодна А. В. та ін. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2009. Вип. 1/2. С. 110–115.
22. Продуктивність ярової вики в залежності от норми висева в чистом и смешанных с овсом посевах / Г. А. Дебелый и др. *Земледелие*. 2016. № 1. С. 32–34.
23. Ратошнюк В. І. Асиміляційна продуктивність люпину вузьколистого залежно від елементів технології вирощування в умовах Полісся України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. Сільськогосподарські науки*. 2016. Вип. 25. С. 65–73.
24. Ратошнюк В. Люпин вузьколистий у бобово-злакових сумішках на зелений корм і зернофураж доволі продуктивний в зоні Полісся. *Зерно і хліб*. 2014. № 1. С. 63–65.
25. Резвякова С. В., Гурин А. Г. Влияние стартовых доз азотных удобрений на урожайность люпина узколистного на серой лесной почве. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2016. № 1 (17). С. 108–113.
26. Рудник-Івашченко О. І. Вплив мінерального живлення на фотосинтез проса посівного. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 2. С. 27–31.
27. Рябухина О. П., Медведев Г. А. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность зернобобовых культур на черноземных почвах. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2010. № 3 (19). С. 37–40.
28. Сурменко В. Оптимізація мінерального живлення рослин. *Зерно*. 2011. № 4. С. 57–59.
29. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович и др. 2011–115.
22. Productivity of spring vetch depending on the seeding rate in pure and mixed with oat crops / G. A. Debelyj et al. *Zemledelie*. 2016. No 1. P. 32–34.
23. Ratoshniuk V. I. Assimilation productivity of narrow-leaved lupine depending on the elements of cultivation technology in the conditions of Polissya of Ukraine. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika. Silskohospodarski nauky*. 2016. Issue 25. P. 65–73.
24. Ratoshniuk V. Lupine narrow-leaved in legume-cereal mixtures for green fodder and grain-forage is quite productive in the Polissya region. *Zerno i khlib*. 2014. No 1. P. 63–65.
25. Rezvyakova S. V., Gurin A. G. Influence of starting doses of nitrogen fertilizers on the yield of narrow-leaved lupine on gray forest soil. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*. 2016. No 1 (17). P. 108–113.
26. Rudnyk-Ivashchenko O. I. Influence of mineral nutrition on photosynthesis of millet. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2010. No 2. P. 27–31.
27. Ryabuhina O. P., Medvedev G. A. Photosynthetic activity and productivity of leguminous crops on chernozem soils. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. 2010. No 3 (19). P. 37–40.
28. Surmenko V. Optimization of mineral nutrition of plants. *Zerno*. 2011. No 4. P. 57–59.
29. Photosynthetic activity of plants in crops / A. A. Nichiporovich et al. Moscow : Izdatel'stvo AN SSSR, 1961. 133 p.
30. Photosynthetic potential and productivity of the vetch-oat mixture depending on the tillage and fertilization in the northwest region / Sabirova T. P. et al. *Vestnik APK Verhnevolzh'ja*. 2019. No 1 (45). P. 16–21.
31. Cherneckaja S. G. Formation of the leaf surface of the spring vetch in mixed

др. Москва : Издательство АН СССР, 1961. 133 с.

30. Фотосинтетический потенциал и продуктивность вико-овсяной смеси в зависимости от обработки почвы и удобрений в условиях Северо-западного региона / Сабирова Т. П. и др. *Вестник АПК Верхневолжья*. 2019. № 1 (45). С. 16–21.

31. Чернецкая С. Г. Формирование листовой поверхности вики яровой в смешанных посевах. *Земледелие и селекция в Беларуси*. 2015. № 51. С. 134–139.

32. Шевніков М. Я. Принципи підбору компонентів для змішаних посівів за вирощування їх на зелений корм. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2008. № 4. С. 54–60.

33. Шкотова О. Н., Кононов А. С. Приемы оптимизации азотного питания в смешанных люпино-злаковых посевах. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2016. № 2 (18). С. 169–176.

crops. *Zemledelie i selekcija v Belarusi*. 2015. No 51. P. 134–139.

32. Shevnikov M. Ja. Principles of components selection for mixed crops by growing them for green forage. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2008. No 4. P. 54–60.

33. Shkotova O. N., Kononov A. S. Methods of nitrogen nutrition optimization in mixed lupine-cereal crops. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*. 2016. No 2 (18). P. 169–176.

Отримано 10.09.2020

ТВАРИННИЦТВО

DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-17

УДК 577.115.3:638.141.7

І. І. САРАНЧУК, кандидат сільськогосподарських наук

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Богдана Крижанівського, 21 а, м. Чернівці, 58025,

e-mail: saranchukiv@gmail.com

РІВЕНЬ НЕЕСТЕРИФІКОВАНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ У ТКАНИНАХ ЧЕРЕВЦЯ ТА ПРОДУКТИВНІ ОЗНАКИ БДЖІЛ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ РІЗНОЇ КІЛЬКОСТІ ЛЛЯНОЇ ОЛІЇ

Метою досліджень є встановлення зв'язку між складом неестерифікованих жирних кислот у тканинах черевця та продуктивними ознаками медоносних бджіл за різної кількості лляної олії в кормовій добавці.

Експериментальну роботу проведено у весняно-літній період на клінічно здорових медоносних бджолах карпатської породи. Було сформовано 3 групи бджолиних сімей (по 3 бджолосім'ї в кожній), відібраних за принципом аналогів. Бджолині сім'ї контрольної групи впродовж 36 діб щотижня отримували кормову добавку, яка складалася з 100 г знежиреного борошна з бобів натуральної сої та 100 г цукрового сиропу (співвідношення цукру до води 1:1). Бджолині сім'ї I і II дослідних груп додатково до цієї кормової добавки отримували лляну олію в кількості відповідно 10 і 20 г/бджолосім'ю/тиждень. Під час проведення дослідів контролювали відтворну здатність маток і медову продуктивність робочих бджіл. Після завершення підготували для лабораторних досліджень було відібрано зразки тканин медоносних бджіл. У тканинах черевця методом газо-рідинної хроматографії визначали вміст неестерифікованих жирних кислот.

Встановлено, що внаслідок додавання до кормової добавки, яка складається зі знежиреного соєвого борошна та цукрового сиропу, лляної олії в кількості 10 і 20 г в ній дозозалежно зростає вміст насичених, мононенасичених і особливо поліненасичених жирних кислот як у складі жирних кислот загальних ліпідів, так і в складі неестерифікованих жирних кислот. Згодовування кормової добавки, збагаченої лляною олією, приводить до зменшення концентрації неестерифікованих насичених з парною і непарною кількістю атомів Карбону в ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин ω -7 і ω -9 та поліненасичених жирних кислот родини ω -6 у тканинах черевця медоносних бджіл I та II дослідних груп, водночас у наведених вище бджіл зростає вміст неестерифікованих жирних кислот родини ω -3 та співвідношення концентрації неестерифікованих поліненасичених жирних кислот родини ω -3 до поліненасичених жирних

© Саранчук І. І., 2020

кислот родини ω -6. У кінцевому підсумку у бджолиних маток згадуваних груп зростає яйцекладка, а в робочих бджіл – медова продуктивність.

Ключові слова: медоносні бджоли, кормова добавка, лляна олія, жирні кислоти, відтворна здатність маток, медова продуктивність бджіл.

Ivan Saranchuk

Bukovinian state agricultural experimental station of Institute of agriculture of Carpathian region of NAAS

Unesterified fatty acids level in abdomen tissues, and bees' productive traits at feeding various quantity of linseed oil

The research goal is to establish a connection between the composition of unesterified fatty acids in abdomen tissues and honey bees productive traits at various quantity of linseed oil in a feed additive.

The experimental studies were conducted in spring-summer period on clinically healthy Carpathian breed honey bees. There were three groups of bee families (3 bee colonies in each group), selected by analogues principle. Bee colonies of the control group were receiving a feed additive, consisting of 100 g of defatted flour of natural soybeans and 100 g of sugar syrup (the ratio of sugar to water 1:1) weekly for 36 days. Bee colonies of I and II experimental groups additionally to this supplement were having linseed oil in the amount of 10 and 20 g/bee colony/week, respectively. While performing the research, queen bee's reproductive capacity and workers honey productivity were controlled. Bee tissue samples were selected for laboratory trials after feeding completion. The content of unesterified fatty acids was determined by gas-liquid chromatography method in honey bee abdominal tissues.

It is established, that as a result of adding to the feed supplement linseed oil in the amount of 10 and 20 g, consisting of defatted soybean flour and sugar syrup, it dose-dependently increases the content of saturated, monounsaturated, and, particularly, polyunsaturated fatty acids in fatty acids composition of total lipids, as well as in composition of unesterified fatty acids. Feeding of the food supplement enriched with linseed oil causes decrease in concentration of unesterified saturated with an even and odd number of Carbon atoms in a link, monounsaturated fatty acids of ω -7 and ω -9 families, and polyunsaturated fatty acids of ω -6 family in honey bee abdominal tissues of I and II experimental groups. Herewith, in the mentioned bees' abdomen tissues, the content of unesterified fatty acids of ω -3 family increases, as well as the ratio of unesterified polyunsaturated fatty acids concentration of the ω -3 family to polyunsaturated fatty acids of the ω -6 family. As a final result, the queen bees of the mentioned groups increase oviposition, and the working bees increase the honey productivity.

Key words: honey bees, feed additive, linseed oil, fatty acids, queen bee's reproductive ability, honey productivity of bees.

Вступ. Аналіз наявної наукової літератури свідчить, що кількість і склад жирних кислот у кормі прямо та дуже швидко впливає на жирнокислотний склад і функціональну активність

клітинних мембран медоносних бджіл [7, 12, 17, 24, 25, 27, 28]. Зокрема жирнокислотний склад клітинних мембран є основним фактором, що впливає на інтенсивність переходу різноманітних сполук, зокрема важких металів і різних форм жирних кислот, шляхом активного та пасивного транспорту, в тканини бджіл. У свою чергу від вмісту різних форм жирних кислот у тканинах бджіл залежить функціонування їх нервової, імунної, відтворної та окисної систем. Організм бджіл дуже сильно реагує на кількість та склад жирних кислот у кормі [5, 16, 22, 23, 28]. Проблема жирних кислот у системі корм – тканини бджіл – функціональна активність тканин полягає в такому. Згадувані жирні кислоти в кормі і тканинах медоносних бджіл причетні до росту, відтворної здатності та продуктивних ознак [8, 11, 25, 27–31]. Жирні кислоти залежно від кількості та складу можуть змінювати забезпеченість організму бджіл енергетичним, структурним і біологічно активним матеріалом [6, 9, 13, 16, 17, 20, 21, 29]. Це зумовлено тим, що тканини бджіл за допомогою ензимних систем здатні синтезувати тільки насичені та мононенасичені довголанцюгові жирні кислоти. Тканини бджіл не здатні синтезувати довголанцюгові поліненасичені жирні кислоти [3, 7, 19, 28]. Тому такі поліненасичені жирні кислоти, як лінолева та ліноленова, мають надходити в їх організм з кормом. Основним джерелом незамінних (есенціальних) лінолевої та ліноленової кислот у раціонах для бджіл є корм [10, 14, 18, 20, 21, 26, 28]. У жирнокислотному складі корму наведені вище поліненасичені жирні кислоти є домінуючими [4, 17, 28]. Загальною ознакою дефіциту α -лінолевої та α -ліноленової кислот в організмі бджіл є зниження темпів росту, ефективності засвоєння поживних речовин корму, пригнічення імунітету та зниження продуктивних ознак і відтворної здатності [7, 20, 22, 27, 28].

У літературі відсутні дані щодо вмісту найбільш активних неестерифікованих насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у тканинах медоносних бджіл залежно від їх кількості та складу в кормі. Цим обумовлена актуальність обраної теми роботи.

Метою досліджень є встановлення зв'язку між складом неестерифікованих жирних кислот у тканинах черевця та продуктивними ознаками медоносних бджіл за різної кількості лляної олії в кормовій добавці.

Матеріали і методи. Експериментальні дослідження проведено у весняно-літній період на приватній пасіці в Заставнівському районі Чернівецької області на клінічно здорових медоносних бджолах карпатської породи (*Apis mellifera* (L.) *carpathica*).

За принципом аналогів було сформовано 3 групи бджолиних сімей (по 3 бджолосім'ї в кожній), однакових за віком бджолиних маток, силою, кількістю запечатаного розплоду та кормових запасів. Бджолині сім'ї контрольної групи впродовж 36 діб щотижня отримували кормову добавку, яка складалася з 100 г знежиреного борошна з бобів нативної сої сорту Чернівецька-9 і 100 г цукрового сиропу (співвідношення цукру до води 1:1). Бджолині сім'ї I і II дослідних груп додатково до цієї кормової добавки отримували ляну олію в кількості відповідно 10 і 20 г/бджолосім'ю/тиждень. Під час проведення дослідів контролювали відтворну здатність маток і медову продуктивність робочих бджіл.

Дослідження яйцекладки бджолиних маток проводили за Ф. А. Лаврьохіним і С. В. Панковою [2]. Для цього обліковували кількість печатного розплоду через кожні 12 діб за допомогою спеціальної рамки-сітки з розміром квадратів 5×5 см. Кількість одержаного товарного меду від бджолиних сімей за сезон визначали методом зважування відібраних із гнізд медових стільників до й після відкачування.

Після завершення підгодівлі для лабораторних досліджень було відібрано зразки тканин медоносних бджіл. У тканинах черевця методом газо-рідинної хроматографії за Й. Ф. Рівісом зі співавторами [1] визначали вміст неестерифікованих жирних кислот. Зокрема вміст неестерифікованих жирних кислот у досліджуваному біологічному матеріалі визначали шляхом екстракції ліпідів сумішшю хлороформ-метанол (2:1 за об'ємом). Звільнені від хлороформу ліпіди розчиняли в гексані та до отриманого розчину додавали метилат натрію. Після цього вміст пробірки інтенсивно струшували і після розділення його на верхній та нижній шари водоструминною помпою відкидали верхній шар, а до нижнього додавали льодяну оцтову кислоту та гексан. Гексановий розчин жирних кислот переносили в пробірку для метилювання та після цього випаровували гексан. До звільнених від гексану жирних кислот додавали метанол та як каталізатор хлористий ацетил. Після закінчення метилювання метилові естери жирних кислот вводили в випаровувач газо-рідинного хроматографічного апарата. Розділення метилових естерів жирних кислот проводили на хроматографі «Chrom-5» («Laboratorní přístroje», Praha).

Отриманий цифровий матеріал опрацьовували методом варіаційної статистики з використанням критерію Стюдента. Обчислювали середні арифметичні величини (M) та похибки середніх

арифметичних ($\pm m$). Зміни вважали вірогідними при $p < 0,05$, $p < 0,01$ і $p < 0,001$. Для розрахунків використали комп'ютерну програму Origin 6.0, Excel (Microsoft, USA).

Результати та обговорення. Встановлено, що в натуральній кормовій добавці, яка складається зі знежиреного соєового борошна та цукрового сиропу, є певна кількість жирних кислот загальних ліпідів і легкодоступних для організму бджіл неестерифікованих жирних кислот (табл. 1).

1. Вміст жирних кислот у кормовій добавці без та з лляною олією, г/кг натуральної маси

Жирні кислоти та їх код	Кормова добавка (КД)	КД + 10 г лляної олії	КД + 20 г лляної олії
Жирні кислоти загальних ліпідів			
Лауринова, 12:0	0,01	0,06	0,11
Міристинова, 14:0	0,02	0,12	0,22
Пентадеканова, 15:0	0,04	0,24	0,46
Пальмітинова, 16:0	0,49	2,70	5,32
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,04	0,24	0,45
Стеаринова, 18:0	0,39	2,00	3,94
Олеїнова, 18:1	1,61	10,28	20,01
Лінолева, 18:2	4,72	6,85	9,28
Ліноленова, 18:3	0,23	36,95	72,70
Арахінова, 20:0	0,04	0,38	0,74
Ейкозаєнова, 20:1	0,03	0,21	0,40
зокрема неестерифіковані жирні кислоти			
Лауринова, 12:0	сліди	0,002	0,004
Міристинова, 14:0	0,001	0,006	0,010
Пентадеканова, 15:0	0,002	0,011	0,017
Пальмітинова, 16:0	0,023	0,117	0,231
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,002	0,011	0,018
Стеаринова, 18:0	0,013	0,089	0,165
Олеїнова, 18:1	0,141	0,489	0,968
Лінолева, 18:2	0,184	0,321	0,345
Ліноленова, 18:3	0,010	1,542	2,978
Арахінова, 20:0	0,002	0,012	0,022
Ейкозаснова, 20:1	0,001	0,008	0,014

Внаслідок додавання до згадуваної кормової добавки лляної олії, яка містить 65,1 % біологічно активної ліноленової кислоти, в кількості 10 і 20 г в ній суттєво зростає вміст лауринової, міристинової, пентадеканової, пальмітинової, пальмітоолеїнової, стеаринової, олеїнової, лінолевої, ліноленової, арахінової та ейкозаєнової кислот як у складі жирних кислот загальних ліпідів, так і в складі неестерифікованих жирних кислот.

Зростання вмісту жирних кислот загальних ліпідів і неестерифікованих жирних кислот у кормовій добавці приводить до зменшення концентрації неестерифікованих жирних кислот у тканинах черевця медоносних бджіл (табл. 2).

Наведене у таблиці 2 вказує на значне збільшення використання жирних кислот кормової добавки для забезпеченості тканин черевця медоносних бджіл енергетичним і структурним матеріалом [16] та субстратом для синтезу воску в воскових залозах [30]. З табл. 2 видно, що зменшення концентрації неестерифікованих жирних кислот у тканинах черевця медоносних бджіл I і II дослідних груп порівняно з тканинами черевця бджіл контрольної групи відбувається за рахунок насичених і мононенасичених жирних кислот. Зокрема зменшення вмісту неестерифікованих насичених жирних кислот спостерігається з боку жирних кислот з парною (у I і II дослідних групах відповідно до 117,6 і 115,3 проти 121,7 $\text{г} \cdot 10^{-3}/\text{кг}$ сирової маси) і непарною (4,6 і 4,4 проти 4,8) кількістю атомів Карбону в ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин ω -7 (3,0 і 2,8 проти 3,2) і ω -9 (177,0 і 173,0 проти 183,5) та поліненасичених жирних кислот родини ω -6 (284,4 і 279,9 проти 290,4 $\text{г} \cdot 10^{-3}/\text{кг}$ сирової маси). При цьому в тканинах черевця медоносних бджіл I і II дослідних груп порівняно з контрольною групою зростає вміст дуже цінних поліненасичених жирних кислот родини ω -3 (у I і II дослідних групах відповідно до 346,2 і 354,9 проти 336,9 $\text{г} \cdot 10^{-3}/\text{кг}$ сирової маси).

Одночасно в наведених вище тканинах, що дуже важливо, зростає співвідношення вмісту неестерифікованих поліненасичених жирних кислот родини ω -3 до поліненасичених жирних кислот родини ω -6 (табл. 2).

З табл. 2 видно, що у тканинах черевця медоносних бджіл II дослідної групи порівняно з контрольною групою вірогідно зростає вміст таких неестерифікованих поліненасичених жирних кислот, як докозатрисенова, докозапентаєнова та докозагексаєнова.

2. Концентрація неестерифікованих жирних кислот у тканинах черевця медоносних бджіл ($M \pm m$, $n=3$), $g \cdot 10^{-3}/kg$ сирової маси

Жирні кислоти та їх код	Контрольна група (кормова добавка – КД)	I дослідна (КД + 10 г ляної олії)	II дослідна (КД + 20 г ляної олії)
Каприлова, 8:0	1,8 $\pm$ 0,06	1,7 $\pm$ 0,06	1,6 $\pm$ 0,06
Капринова, 10:0	1,7 $\pm$ 0,06	1,6 $\pm$ 0,06	1,5 $\pm$ 0,06
Лауринова, 12:0	2,2 $\pm$ 0,11	2,0 $\pm$ 0,11	1,8 $\pm$ 0,11
Міристинова, 14:0	2,3 $\pm$ 0,11	2,1 $\pm$ 0,11	1,9 $\pm$ 0,11
Пентадеканова, 15:0	4,8 $\pm$ 0,11	4,6 $\pm$ 0,11	4,4 $\pm$ 0,11
Пальмітинова, 16:0	50,4 $\pm$ 1,24	49,1 $\pm$ 1,21	48,6 $\pm$ 1,19
Пальмітоолеїнова, 16:1	3,2 $\pm$ 0,11	3,0 $\pm$ 0,11	2,8 $\pm$ 0,11
Стеаринова, 18:0	56,1 $\pm$ 1,53	54,2 $\pm$ 1,45	53,2 $\pm$ 1,46
Олеїнова, 18:1	173,8 $\pm$ 3,67	167,7 $\pm$ 4,08	164,0 $\pm$ 3,67
Лінолева, 18:2	125,4 $\pm$ 2,25	123,2 $\pm$ 2,29	121,6 $\pm$ 2,22
Ліноленова, 18:3	178,5 $\pm$ 3,23	181,3 $\pm$ 3,09	184,2 $\pm$ 2,68
Арахідова, 20:0	7,2 $\pm$ 0,17	6,9 $\pm$ 0,18	6,7 $\pm$ 0,14
Ейкозаєнова, 20:1	9,7 $\pm$ 0,26	9,3 $\pm$ 0,23	9,0 $\pm$ 0,23
Ейкозациєнова, 20:2	11,8 $\pm$ 0,49	11,3 $\pm$ 0,43	11,0 $\pm$ 0,42
Ейкозатриєнова, 20:3	5,2 $\pm$ 0,14	4,8 $\pm$ 0,14	4,6 $\pm$ 0,15
Арахідонова, 20:4	136,4 $\pm$ 2,14	133,8 $\pm$ 2,40	131,6 $\pm$ 2,35
Ейкозапентаєнова, 20:5	90,5 $\pm$ 1,67	93,2 $\pm$ 1,79	96,2 $\pm$ 1,64
Докозациєнова, 22:2	11,6 $\pm$ 0,20	11,3 $\pm$ 0,21	11,1 $\pm$ 0,18
Докозатриєнова, 22:3	12,5 $\pm$ 0,20	13,1 $\pm$ 0,18	13,5 $\pm$ 0,24*
Докозатетраєнова, 22:4	12,6 $\pm$ 0,20	12,3 $\pm$ 0,21	12,0 $\pm$ 0,20
Докозапентаєнова, 22:5	20,5 $\pm$ 0,72	22,1 $\pm$ 0,32	23,2 $\pm$ 0,37*
Докозагексаєнова, 22:6	22,3 $\pm$ 0,89	24,2 $\pm$ 0,84	25,8 $\pm$ 0,70*
Загальна концентрація НЕЖК	940,5	932,8	930,3
з них насичені	126,5	122,2	119,7
мононенасичені	186,7	180,0	175,8
поліненасичені	627,3	630,6	634,8
ω -3/ ω -6	1,16	1,22	1,27

Примітка. У цій та наступній таблиці: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Як видно із наведених вище даних, у тканинах черевця медоносних бджіл у першу чергу зменшується вміст неестерифікованих насичених і мононенасичених жирних кислот. Як відомо, насичені і меншою мірою мононенасичені жирні кислоти найбільш повно забезпечують організм медоносних бджіл енергетичним матеріалом, потрібним для високої відтворної здатності бджолиних маток [8, 16, 17] і медової продуктивності робочих бджіл [13, 15]. З табл. 2 також видно, що в тканинах черевця медоносних бджіл I і II дослідних груп істотно зростає вміст найбільш цінних неестерифікованих поліненасичених жирних кислот родини ω -3 – докозатриєнової, докозапентаєнової та докозагексаєнової. Видно, це пов'язано з більшим їх надходженням із травного каналу.

Зміни вмісту неестерифікованих жирних кислот тканин черевця медоносних бджіл I та особливо II дослідних груп порівняно з контрольною групою викликають зміни відтворної здатності маток і медової продуктивності робочих бджіл. Зокрема у бджолиних маток II та особливо I дослідних груп порівняно з контрольною у дослідний період зростає яйцекладка (табл. 3).

3. Відтворна здатність бджолиних маток ($M \pm m$, $n=3$), яєць за добу

Контрольна група (кормова добавка – КД)	I дослідна (КД + 10 г лляної олії)	II дослідна (КД + 20 г лляної олії)
1	2	3
Підготовчий період, 31 березня		
211,7 $\pm$ 6,01	212,2 $\pm$ 12,01	210,1 $\pm$ 7,94
Дослідний період, 12 квітня		
419,5 $\pm$ 11,17	482,6 $\pm$ 16,93*	420,0 $\pm$ 16,59
Дослідний період, 24 квітня		
529,5 $\pm$ 18,14	599,6 $\pm$ 10,34*	542,3 $\pm$ 17,06
1	2	3
Дослідний період, 6 травня		
846,1 $\pm$ 16,97	988,5 $\pm$ 25,23**	947,3 $\pm$ 26,66*
Разом за дослідний період, 12 квітня – 6 травня		
1795,1	2070,7	1909,6

Разом з тим у робочих бджіл II (11,4 $\pm$ 0,23, $p<0,05$) та особливо I (12,1 $\pm$ 0,20 кг, $p<0,01$) дослідних груп порівняно з контрольною групою

(10,3±0,19 кг) підвищується медова продуктивність. Рівень відтворної здатності маток і медової продуктивності робочих бджіл I та II дослідних груп, можливо, пов'язаний з жирнокислотним складом тканин організму.

Висновки. Внаслідок додавання до кормової добавки, яка складається зі знежиреного соєвого борошна та цукрового сиропу, лляної олії в кількості 10 і 20 г в ній дозозалежно зростає вміст насичених, монов ненасичених і особливо поліненасичених жирних кислот як у складі жирних кислот загальних ліпідів, так і в складі неестерифікованих жирних кислот.

Згодовування кормової добавки, збагаченої лляною олією в кількості 10 і 20 г, приводить до зменшення концентрації неестерифікованих насичених, монов ненасичених та поліненасичених жирних кислот родини ω -6 у тканинах черевця медоносних бджіл I та II дослідних груп, водночас зростає вміст неестерифікованих жирних кислот родини ω -3 та співвідношення концентрації неестерифікованих поліненасичених жирних кислот родини ω -3 (ліноленового ряду) до поліненасичених жирних кислот родини ω -6 (лінолевого ряду).

Зміни вмісту неестерифікованих жирних кислот тканин черевця медоносних бджіл I та особливо II дослідних груп супроводжуються змінами відтворної здатності маток і медової продуктивності робочих бджіл. Зокрема у маток згадуваних груп зростає яйцекладка, а в робочих бджіл – медова продуктивність.

Список використаної літератури

1. Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі : метод. посіб. / Й. Ф. Рівіс та ін. 2-ге вид., уточн. та доп. Львів : СПОЛОМ, 2017. 160 с.
2. Лаврехин Ф. А., Панкова С. В. Биология медоносной пчелы. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Колос, 1983. 303 с.
3. Abedi E., Sahari M. A. Long-chain polyunsaturated fatty acid sources and evaluation of their nutritional and functional properties. *Food Sci. Nutr.* 2014. Vol. 2, Is. 5. P. 443–463.
4. AL-Kahtani S. N. Fatty acids and B vitamins contents in honey bee collected pollen in relation to botanical origin. *Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)*. 2017. Vol. 18,

References

1. Quantitative chromatographic methods for determination of individual lipids and fatty acids in biological material : method. manual. / J. F. Ravis et al. 2nd edition, revised and supplemented. Lviv : SPLOM, 2017. 160 p.
2. Lavrekhin F. A., Pankova S. V. Biology of the honeybee. 3rd edition, revised and supplemented. Moscow : Kolos, 1983. 303 p.
3. Abedi E., Sahari M. A. Long-chain polyunsaturated fatty acid sources and evaluation of their nutritional and functional properties. *Food Sci. Nutr.* 2014. Vol. 2, Is. 5. P. 443–463.
4. AL-Kahtani S. N. Fatty acids and B vitamins contents in honey bee collected pollen in relation to botanical origin. *Scientific Journal of King Faisal University*

№ 2. P. 41–48.

5. Antibacterial immune competence of honey bees (*Apis mellifera*) is adapted to different life stages and environmental risks / H. Gättschenberger et al. *PLoS One*. 2013. Vol. 8, Is. 6. DOI: 10.1371/journal.pone.0066415.

6. A pollen fatty acid enhances learning and survival in bumblebees / F. Muth et al. *Behavioral Ecology*. 2018. Vol. 29, Is. 6. P. 1371–1379.

7. Arien Y., Dag A., Shafir S. Omega-6:3 ratio more than absolute lipid level in diet affects associative learning in honey bees. *Front. Psychol.* 2018. Vol. 9. P. 1–8.

8. Arrese E. L., Soulages J. L. Insect fat body: energy, metabolism, and regulation. *Annu. Rev. Entomol.* 2010. Vol. 55. P. 207–225.

9. Brodschneider R., Crailsheim K. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*. 2010. Vol. 41, Is. 3. P. 278–294.

10. Cohen A. C. Insect diets: science and technology. Boca Raton, Florida, USA : CRC Press, 2004. 324 p.

11. Comparative transcriptome analysis on the synthesis pathway of honey bee (*Apis mellifera*) mandibular gland secretions / Y. Wu et al. *Scientific Reports*. 2017. Vol. 7 (1), 4530. DOI: 10.1038/s41598-017-04879-z.

12. Couture P., Hulbert A. J. Membrane fatty acid composition is related to body mass in mammals. *The Journal of Membrane Biology*. 1995. Vol. 148, Is. 1. P. 27–39.

13. Effect of industry on the content of fatty acids in the tissues of the honey-bee head / V. Y. Vishchur et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9, № 3. P. 174–179.

14. Fat metabolism in insects / L. E. Canavoso et al. *Annual Review of Nutrition*. 2001. Vol. 21. P. 23–46.

15. Fatty acid and proximate composition of bee bread / M. Kaplan et al. *Food Technol. Biotechnol.* 2016. Vol. 54, № 4. P. 497–504.

16. Giri S., Dillon M. E. Seasonal and altitudinal variation in fatty acid composition of native bees. *UW NPS Annu. Rep.* 2012. Vol. 35, Is. 1. P. 23–30.

17. Gooley Z. C., Gooley A. C.

(*Basic and Applied Sciences*). 2017. Vol. 18, No 2. P. 41–48.

5. Antibacterial immune competence of honey bees (*Apis mellifera*) is adapted to different life stages and environmental risks / H. Gättschenberger et al. *PLoS One*. 2013. Vol. 8, Is. 6. DOI: 10.1371/journal.pone.0066415.

6. A pollen fatty acid enhances learning and survival in bumblebees / F. Muth et al. *Behavioral Ecology*. 2018. Vol. 29, Is. 6. P. 1371–1379.

7. Arien Y., Dag A., Shafir S. Omega-6:3 ratio more than absolute lipid level in diet affects associative learning in honey bees. *Front. Psychol.* 2018. Vol. 9. P. 1–8.

8. Arrese E. L., Soulages J. L. Insect fat body: energy, metabolism, and regulation. *Annu. Rev. Entomol.* 2010. Vol. 55. P. 207–225.

9. Brodschneider R., Crailsheim K. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*. 2010. Vol. 41, Is. 3. P. 278–294.

10. Cohen A. C. Insect diets: science and technology. Boca Raton, Florida, USA : CRC Press, 2004. 324 p.

11. Comparative transcriptome analysis on the synthesis pathway of honey bee (*Apis mellifera*) mandibular gland secretions / Y. Wu et al. *Scientific Reports*. 2017. Vol. 7 (1), 4530. DOI: 10.1038/s41598-017-04879-z.

12. Couture P., Hulbert A. J. Membrane fatty acid composition is related to body mass in mammals. *The Journal of Membrane Biology*. 1995. Vol. 148, Is. 1. P. 27–39.

13. Effect of industry on the content of fatty acids in the tissues of the honey-bee head / V. Y. Vishchur et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9, No 3. P. 174–179.

14. Fat metabolism in insects / L. E. Canavoso et al. *Annual Review of Nutrition*. 2001. Vol. 21. P. 23–46.

15. Fatty acid and proximate composition of bee bread / M. Kaplan et al. *Food Technol. Biotechnol.* 2016. Vol. 54, No 4. P. 497–504.

16. Giri S., Dillon M. E. Seasonal and altitudinal variation in fatty acid composition of native bees. *UW NPS Annu. Rep.* 2012. Vol. 35, Is. 1. P. 23–30.

- Temporal variation of fatty acid composition and pesticides in honeybees *Apis mellifera* and beebread. *bioRxiv*. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1101/572149>.
18. Honey bees dance faster for pollen that complements colony essential fatty acid deficiency / S. Zarchin et al. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 2017. Vol. 71, Is. 12. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00265-017-2394-1>.
19. Hulbert A. J. Metabolism and longevity: Is there a role for membrane fatty acids? *Integrative and Comparative Biology*. 2010. Vol. 50, Is. 5. P. 808–817.
20. Hulbert A. J., Abbott S. K. Nutritional ecology of essential fatty acids: an evolutionary perspective. *Australian Journal of Zoology*. 2011. Vol. 59, № 6. P. 369–379.
21. Hulbert A. J., Kelly M. A., Abbott S. K. Polyunsaturated fats, membrane lipids and animal longevity. *Journal of Comparative Physiology B: biochemical, systemic, and environmental physiology*. 2014. Vol. 184, Is. 2. P. 149–166.
22. Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter? / G. Di Pasquale et al. *PLoS One*. 2013. Vol. 8, Is. 8. e72016. DOI: [10.1371/journal.pone.0072016](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072016).
23. Lipid storage and mobilization in insects: current status and future directions / E. L. Arrese et al. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 2001. Vol. 31. P. 7–17.
24. Loidl A., Crailsheim K. Free fatty acids digested from pollen and triolein in the honeybee (*Apis mellifera carnica* Pollmann) midgut. *Journal of Comparative Physiology B*. 2001. Vol. 171, Is. 4. P. 313–319.
25. Manning R. Artificial feeding of honeybees based on an understanding of nutritional principles. *Animal Production Science*. 2016. Vol. 58, № 4. P. 689–703.
26. Nutritional aspects of honey bee-collected pollen and constraints on colony development in the eastern Mediterranean / D. Avni et al. *Journal of Insect Physiology*. 2014. Vol. 69. P. 65–73.
27. Nutritional effect of alpha-linolenic acid on honey bee colony development (*Apis mellifera* L.) / L. Ma et al. *Journal of*
17. Gooley Z. C., Gooley A. C. Temporal variation of fatty acid composition and pesticides in honeybees *Apis mellifera* and beebread. *bioRxiv*. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1101/572149>.
18. Honey bees dance faster for pollen that complements colony essential fatty acid deficiency / S. Zarchin et al. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 2017. Vol. 71, Is. 12. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00265-017-2394-1>.
19. Hulbert A. J. Metabolism and longevity: Is there a role for membrane fatty acids? *Integrative and Comparative Biology*. 2010. Vol. 50, Is. 5. P. 808–817.
20. Hulbert A. J., Abbott S. K. Nutritional ecology of essential fatty acids: an evolutionary perspective. *Australian Journal of Zoology*. 2011. Vol. 59, No 6. P. 369–379.
21. Hulbert A. J., Kelly M. A., Abbott S. K. Polyunsaturated fats, membrane lipids and animal longevity. *Journal of Comparative Physiology B: biochemical, systemic, and environmental physiology*. 2014. Vol. 184, Is. 2. P. 149–166.
22. Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter? / G. Di Pasquale et al. *PLoS One*. 2013. Vol. 8, Is. 8. e72016. DOI: [10.1371/journal.pone.0072016](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072016).
23. Lipid storage and mobilization in insects: current status and future directions / E. L. Arrese et al. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 2001. Vol. 31. P. 7–17.
24. Loidl A., Crailsheim K. Free fatty acids digested from pollen and triolein in the honeybee (*Apis mellifera carnica* Pollmann) midgut. *Journal of Comparative Physiology B*. 2001. Vol. 171, Is. 4. P. 313–319.
25. Manning R. Artificial feeding of honeybees based on an understanding of nutritional principles. *Animal Production Science*. 2016. Vol. 58, No 4. P. 689–703.
26. Nutritional aspects of honey bee-collected pollen and constraints on colony development in the eastern Mediterranean / D. Avni et al. *Journal of Insect Physiology*. 2014. Vol. 69. P. 65–73.
27. Nutritional effect of alpha-linolenic acid on honey bee colony development (*Apis*

Apicultural Science. 2015. Vol. 59, № 2. P. 63–72.

28. Omega-3 deficiency impairs honey bee learning / Y. Arien et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2015. Vol. 112, № 51. P. 15761–15766.

29. Rabiee F., Modaresi M., Gheisari A. The effect to various oleic acid levels on reproductive parameters in queen bee. *Der Pharmacia Lettre*. 2015. Vol. 7, Is. 12. P. 326–331.

30. Standard methods for *Apis mellifera* beeswax research / L. Svečnjak et al. *Journal of Apicultural Research*. 2019. Vol. 58, Is. 2. P. 1–108.

31. Ziegler R., van Antwerpen R. Lipid uptake by insect oocytes. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2006. Vol. 36, Is. 4. P. 264–272.

mellifera L.) / L. Ma et al. *Journal of Apicultural Science*. 2015. Vol. 59, No 2. P. 63–72.

28. Omega-3 deficiency impairs honey bee learning / Y. Arien et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2015. Vol. 112, No 51. P. 15761–15766.

29. Rabiee F., Modaresi M., Gheisari A. The effect to various oleic acid levels on reproductive parameters in queen bee. *Der Pharmacia Lettre*. 2015. Vol. 7, Is. 12. P. 326–331.

30. Standard methods for *Apis mellifera* beeswax research / L. Svečnjak et al. *Journal of Apicultural Research*. 2019. Vol. 58, Is. 2. P. 1–108.

31. Ziegler R., van Antwerpen R. Lipid uptake by insect oocytes. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2006. Vol. 36, Is. 4. P. 264–272.

Отримано 03.06.2020

**ПЕРЕДГІРНЕ ТА ГІРСЬКЕ
ЗЕМЛЕРОБСТВО І ТВАРИННИЦТВО**

Міжвідомчий тематичний науковий збірник

Заснований у 1967 р.

Випуск 67

Частина II

Реєстраційне свідоцтво
№ 24025-13865 Р
від 05.07.2019.

Редактор *М. М. Кахнич*

Підписано до друку 30.09.2020.
Формат 30х42/4. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк офсетний. Умовн. друк. арк. 14,42. Обл.-вид. арк. 16,76.
Тираж 100 прим.

Друкарня Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН,
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну
Львівської обл., 81115