

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 68

Частина I

Львів-Оброшине 2020

**Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2020. Вип. 68 (I)
ISSN 0130-8521**

*Рекомендовано до друку вченою радою Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН, протокол № 11 від 3 листопада 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

Марунок М., Інститут тваринництва, Чеська Республіка

Останів 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. Щецін, 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. Щецін, 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 68

Issue I

Lviv-Obroshyne 2020

UDC 631.636

Foothill and mountain agriculture and stockbreeding. 2020. V. 68 (I)
ISSN 0130-8521

Recommended for the print of a Academic council of the Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, protocol No. 11 of November 3, 2020.

Editorial board:

Vlizio 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 Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

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

Ilichuk 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,
Pustomy 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 РОСЛИННИЦТВОAGRICULTURE
AND PLANT GROWING

<i>Вавринович О. В., Качмар О. Й.</i> Вплив сівозмінного фактора на гербологічний стан посівів сої.....	8	<i>Vavrynovych O., Kachmar O.</i> Influence of the crop rotation factor on the herbological stateof soybean crops
<i>Ващишин О. А., Біловус Г. Я., Яцук К. І., Пристацька О. Н., Дорота Г. М., Терешко Р. В.</i> Стійкість сортів льону до фузаріозу в умовах Західного Лісостепу України.....	22	<i>Vashchyshyn O., Bilovus G., Yatsukh K., Prystatska O., Dorota H., Tereshko R.</i> Resistance of flax varieties to fusariosis in the conditions of the western Forest-Steppeof Ukraine
<i>Волощук М. Д., Лис Н. М., Ткачук Н. Л., Іванюк Р. С.</i> Економічна та енергетична ефективність вирощування біоенергетичних культур в умовах Західного регіону.....	35	<i>Voloschuk M., Lys N., Tkatchuk N., Iwaniuk R.</i> Economic and energy efficiency of growing bioenergy cropsin the western region
<i>Волощук О. П., Стасів О. Ф., Глива В. В., Герешко Г. С., Пащак М. О.</i> Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від різних норм внесення мінеральних добрив у Західному Лісостепу України...	51	<i>Voloshchuk O., Stasiv O., Hlyva V., Hereshko H., Pashchak M.</i> Productivity of maize hybrids in the western Forest-Steppe of Ukraine depending from different norms ...of mineral fertilizer application
<i>Гавришко О. С., Оліфір Ю. М., Партика Т. В., Буслаєва Н. Г.</i> Кореляційний аналіз залежності продуктивності сівозміни від фізико-хімічних, агрохімічних показників ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту за тривалого сільськогосподарського впливу.....	67	<i>Havryshko O., Olifir Y., Partyka T., Buslaeva N.</i> Correlation analysis of crop rotation productivity depending on physicochemical, agrochemical parameters of light grey forest surface-gleyed soil under long-term agriculturalimpact

<i>Грановська Л. М., Вожегова Р. А.</i> Деградація ґрунтів в умовах Південного Степу України: причини, наслідки та заходи з їх попередження.....	82	<i>Hranovska L., Vozhehova R.</i> Soil degradation in the Southern Steppe of Ukraine: causes, consequences, and measuresfor prevention
<i>Дубицький О. Л., Качмар О. Й., Дубицька А. О., Вавринович О. В., Щерба М. М.</i> Становлення потенційної продуктивності колосу в онтогенезі пшениці озимої в умовах екологічно безпечних систем удобрення.....	97	<i>Dubitsky A., Kachmar O., Dubitska A., Vavrinovich O., Shcherba M.</i> The formation of potential ear productivity in the ontogenesis of winter wheat under conditions of ecologically safe fertilizerssystems
<i>Котяш У. О., Бугрин Л. М., Панахид Г. Я., Пукало Д. Л.</i> Способи підвищення продуктивності старосіяних сінокосів.....	115	<i>Kotyash U., Bugryn L., Panakhyd H., Pukalo D.</i> Ways to increase yield of oldseeded hayfields
<i>Ласкавий В. М., Кузьменко О. Р., Гетьман Н. Г.</i> Адаптивний потенціал технічних сортів винограду в умовах Південного Степу України.....	125	<i>Laskavyi V., Kuzmenko O., Hetman N.</i> Adaptive potential of technical grape varieties in conditions of southernUkrainian steppe
<i>Марцінко Т. І.</i> Вплив удобрення на продуктивність та ботаніко-господарський склад сіяних лучних агроценозів.....	135	<i>Martsinko T.</i> Influence of fertilizer on productivity and botanical compositionof sown meadow agrocenoses
<i>Олекшій Л. М., Бурак І. М.</i> Елементи технології виращування сорго цукрового для виробництва біоетанолу в умовах Західного Лісостепу.....	146	<i>Olekshii L., Burak I.</i> Technology elements of sugar sorghum growing for bioethanol production in the conditions ofthe western Forest-Steppe

<i>Оліфірович С. Й., Оліфірович В. О.</i> Урожайність вітчизняних сортів квасолі звичайної (зернової) в умовах південної частини Лісостепу Західного.....	162	<i>Olifirovych S., Olifirovych V.</i> Yield capacity of common (grain) bean domestic varieties in condition of Western Forest-Steppe of southern part
---	-----	--

<i>Стельмах О. М., Григорів Я. Я., Мельничук Т. В., Кифорук І. М.</i> Урожайність сільськогосподарських культур у сівозмiнах короткої ротації за різних технологій виросування.....	176	<i>Stelmakh O., Hryhoriv Y., Melnychuk T., Kyforuk I.</i> Yield of agricultural crops in cultivations of short rotation with different technologies of growing
---	-----	---

ТВАРИННИЦТВО

STOCKBREEDING

<i>Даньків В. Я., Дяченко О. Б., Павлишак Я. Я., Козут М. І.</i> Екстер'єрні особливості та молочна продуктивність корів симентальської комбінованої (молочно-м'ясної) породи у ТзОВ «Літинське».....	189	<i>Dankiv V., Dyachenko O., Pavlyshak Y., Kohut M.</i> Exterior features and milk productivity of cows of the Simmental combined (milk-meat) breed in TzOV «Litynske»
---	-----	--

<i>Полуліх М. І., Федак В. Д., Льницька Г. В.</i> Формування м'ясної продуктивності у бугайців поліської м'ясної породи різної лінійної належності.....	205	<i>Polulikh M., Fedak V., Lynytska G.</i> Formation of meat productivity in bulls of polissy meat breed different linear affiliation
---	-----	--

<i>Саранчук І. І.</i> Рівень неестерифікованих жирних кислот у тканинах грудей та продуктивні ознаки бджіл за згодовування кормової добавки з різною кількістю соняшникової олії.....	221	<i>Saranchuk I.</i> The level of non-esterified fatty acids in bee thorax tissue and productive traits at food additive feeding with different amounts of sunflower oil
---	-----	---

ЗЕМЛЕРОБСТВО І РОСЛИНИЦТВО

DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-1

УДК 631.582:632.51:633.34

О. В. ВАВРИНОВИЧ, О. Й. КАЧМАР, кандидати сільськогосподарських наук
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,
81115, e-mail: vavrynovychoksana@gmail.com

ВПЛИВ СІВОЗМІННОГО ФАКТОРА НА ГЕРБОЛОГІЧНИЙ СТАН ПОСІВІВ СОЇ

Досліджено вплив сівозмінного фактора на потенційну й актуальну забур'яненість посівів сої та винос поживних речовин бур'янами. Найменший насінневий фонд сегетальних видів відмічено після попередника ячменю ярого за традиційної системи удобрення ($N_{45}P_{45}K_{45}$) – 25,4 тис. шт./м², після гречки – 33,8 тис. шт./м². Найбільшу кількість бур'янів спостерігали у варіанті із застосуванням побічної продукції і мінеральних добрив ($N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$) – 34,5 тис. і 41,2 шт./м².

Найвищу забур'яненість сої на початку вегетації спостерігали після гречки при внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 142 шт./м², дещо нижчою вона була після ячменю ярого – у цьому ж варіанті удобрення цей показник становив 128 шт./м². Домінуючими видами були грицики звичайні (*Capsellabursa-pastoris* (L.) Medik.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), фіалка польова (*Viola arvensis* Murr.), плоскуха звичайна (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), ромашка польова (*Matricaria perforate* Merat.).

До завершення вегетації сої спостерігали збільшення забур'яненості на варіантах без внесення мінеральних добрив після попередників гречки – 154 шт./м² та ячменю ярого – 136 шт./м² через сприятливі умови для проростання плоскухи звичайної (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), мишію сизого (*Setaria glauca* (L.) Beauv.), триреберника непахучого (*Matricaria perforate* Merat.).

Вищу конкурентоспроможність сої щодо бур'янів виявлено на варіантах із внесенням $N_{45}P_{45}K_{45}$: співвідношення мас культури і бур'янів становило 6,8 (попередник – ячмінь ярий) та 5,7 (гречка). За отриманої врожайності після таких попередників, як ячмінь ярий і гречка (1,78 і 1,70 т/га), втрати становили 18,5 і 18,8%.

У посівах сої найменший сумарний винос мінеральних речовин – 173,6–193,1 кг/га – було відмічено на контролі (попередники – гречка, ячмінь ярий), з яких на азот (N) припадає 36%, фосфор (P₂O₅) – 13%, калій (K₂O) – 51%.

Встановлено, що найменшу потенційну забур'яненість ґрунту та актуальну перед збиранням врожаю, високий сумарний винос мінеральних речовин забезпечила традиційна система удобрення.

Ключові слова: сівозміна, удобрення, соя, забур'яненість, бур'яни.

Vavrunovych O., Kachmar O.

Institute of Agriculture of Carpathian region of NAAS

Influence of the crop rotation factor on the herbological state of soybean crops

The influence of crop rotation factor on potential and actual weeding of soybean crops and removal of nutrients by weeds has been studied. The smallest seed fund of segetal species was observed after the predecessor of spring barley under the traditional fertilizer system ($N_{45}R_{45}K_{45}$) – 25,4 thousand pieces/m², after buckwheat – 33,8 thousand pieces/m². The largest number of weeds was observed in the variant with the use of by-products and mineral fertilizers ($N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$) – 34,5 thousand units/m² and 41,2 units/m².

The highest weediness of soy at the beginning of the growing season was observed after buckwheat when applying mineral fertilizers at the rate of $N_{45}R_{45}K_{45}$ – 142 pcs/m², slightly lower was after spring barley on the same variant of fertilizer, this figure was 128 pcs/m². The dominant species were: Common butterbur (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), White quince (*Chenopodium album* L.), Field viola (*Viola arvensis* Murr.), Flat grass (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), Field Chamomile (*Matricaria perforata* Merat.).

Before the end of the soybean vegetation, weeding was observed in variants without mineral fertilizers after the predecessor of buckwheat – 154 pcs/m² and spring barley – 136 pcs/m² due to favorable conditions for the germination of *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), Gray mouse (*Setaria glauca* (L.) Beauv.), Three-ribbed odorless (*Matricaria perforata* Merat.).

The higher competitiveness of soybeans in relation to weeds was in the variants with the introduction of $N_{45}R_{45}K_{45}$: the ratio of crop mass and weeds was 6,8 (predecessor - spring barley) and 5,7 (buckwheat). With the obtained yield after the predecessor of spring barley and buckwheat (1,78 and 1,70 t/ha), the losses were 18,5 and 18,8%.

In soybean crops, the lowest total removal of minerals – 173,6–193,1 kg/ha – was observed in the control (predecessors - buckwheat, spring barley), of which nitrogen (N) accounts for – 36%, phosphorus (P_2O_5) – 13%, potassium (K_2O) – 51%.

It was found that the lowest potential weediness of the soil and relevant before harvest, high total removal of minerals was provided by the traditional fertilizer system.

Key words: crop rotation, fertilizers, soybeans, weeds.

Вступ. Одним з основних агротехнічних заходів контролю шкідливості бур'янів у посівах сільськогосподарських культур є правильне їх чергування в часі, побудоване на біологічних особливостях росту і розвитку рослин. Зниження присутності бур'янів у посівах до економічно допустимого рівня досягається лише в

сівозмінах, де науково обґрунтована послідовність зміни культур обмежує поширення спеціалізованих бур'янів у наступні роки.

Чергування культур у сівозміні впливає і на динаміку проростання різних видів бур'янів, що зумовлює зниження запасів їх насіння в ґрунті. Кількість життєздатного насіння бур'янів в орному шарі з часом зменшується. На третій рік перебування в ґрунті життєздатного насіння з однорічних бур'янів залишається менше 5%. За два роки, коли поле зайняте озимими та ранніми ярими культурами, в ґрунт не надходить насіння пізніх ярих бур'янів, оскільки в бур'яновому угрупованні холодостійких культур вони майже відсутні. За цей період насіння тих видів, що є в ґрунті, здебільшого втрачає життєздатність. У результаті фактичний рівень забур'яненості ними наступних пізніх ярих культур різко знижується [18, 19].

До головних причин зниження врожайності сільськогосподарських культур належить висока забур'яненість посівів, яка останніми роками не зменшується, а в багатьох випадках зростає. Її ефективний контроль можливий лише за поєднання механічних, хімічних і біологічних заходів. При цьому слід враховувати поширеність бур'янів, зокрема найбільш злісних, та їх біологічні особливості [11, 20, 22, 28, 33].

Дослідженнями багатьох учених [1, 7, 10, 12, 13, 29, 30] доведено, що саме сівозміна є основним профілактичним заходом, що дає змогу різко обмежити шкідливість або й повністю нейтралізувати численну групу потенційних, переважно спеціалізованих, шкідників, хвороб і бур'янів. Її провідний принцип полягає в розмежуванні в часі й просторі біологічно споріднених культур та поєднанні в ланках рослин різних родин. При визначенні цінності попередника враховують такі показники: ступінь відновлення родючості ґрунту, вимоги до водного, фізичного і поживного режимів, а також його вплив на фітосанітарний стан [1, 12, 13, 31, 32].

Аналіз наукових досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми, дає змогу стверджувати, що серед багатьох причин зростання засміченості орних земель бур'янами є їх висока репродуктивна здатність [2, 21]. Окрім конкуренції за фактори життя, багато видів бур'янів стають місцем зберігання специфічних для багатьох сільськогосподарських культур збудників хвороб, що погіршує фітосанітарний стан полів, знижує врожайність, підвищує собівартість продукції [15, 23, 24]. Зниження валових зборів сільськогосподарських культур унаслідок забур'яненості становить 25–30%, в окремих випадках перевищує 50%. Все це пояснюється

високою конкуренцією бур'янів з культурними рослинами за фактори життя: світло, воду, поживні речовини [8, 9, 17, 25].

Матеріали і методи. Експериментальну роботу проводили в польовому стаціонарному досліді Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, який внесено до Реєстру довготривалих стаціонарних дослідів України (номер атестата – 053).

Дослід закладено в 2001 р. (першу реконструкцію проведено в 2011 р.) на сірому лісовому поверхнево оглеєному крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті. Короткоротаційні сівозміни вивчали за різного насичення зерновими культурами. Кількість досліджуваних факторів – 3 (ділянки першого порядку – короткоротаційні сівозміни, другого – удобрення, третього – захист рослин).

Агрохімічні показники орного шару ґрунту такі: вміст гумусу – 1,67–1,71%, сума вбирних основ – 4,4–5,0 мг-екв/100 г ґрунту, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 9,2–9,9, рухомого фосфору та обмінного калію (за Кірсановим) – 10,8–11,13 і 9,3–9,5 мг/100 г ґрунту відповідно. Реакція ґрунтового розчину (рН_{KCl}) – 4,70–4,84, гідролітична кислотність – 2,26 мг-екв/100 г ґрунту.

Обробіток ґрунту – загальноприйнятий для умов Західного Лісостепу. Об'єктом дослідження були посіви сої (с. Агат) в 1 і 2-й п'ятипільних зерно-просапних сівозмінах, у 1-ї сівозміни попередник – ячмінь ярий, у 2-ї – гречка.

У процесі досліджень виконували такі спостереження та аналізи:

1) кількісно-видового складу бур'янів на постійно встановлених облікових ділянках з площею 0,25 м² в 4-кратній повторності за фазами вегетації культур. При останньому обліку визначали масу бур'янів;

2) періоду максимальної шкодочинності бур'янів за масою методом модельних ділянок. Використовували три ділянки розміром 1 м²: на першій культура росла з бур'янами; на другій протягом всієї вегетації культури бур'яни видаляли; на третій видаляли культуру, залишаючи самі бур'яни;

3) потенційну забур'яненість (кількість насіння бур'янів) ґрунту шляхом відбору зразків буром у 15–20 точках дослідних ділянок з подальшою відмивкою їх на ситах з діаметром 0,25 мм навесні і восени після оранки. Повторність – 3-кратна [5];

4) пророщування насіння бур'янів протягом вегетаційного періоду (метод польових кювет) за методикою, яку описав А. М. Малієнко [11];

5) вміст елементів живлення (азоту, фосфору, калію) в сегетальній рослинності; азот визначали за методом К'ельдаля, фосфор – фотометрично, калій – на полум'яному фотометрі.

Результати та обговорення. Зернобобові культури мають велике агротехнічне значення. Вони є добрим попередником для більшості польових культур, а при внесенні мінеральних добрив ставлять відносно невеликі вимоги до вибору попередника, тому їх часто розміщують після озимих зернових. Однак взаємовідносини між культурами і бур'янами сої та кормових бобів складаються по-різному. В перший період вегетації зернобобові ростуть дуже повільно і мало впливають на умови росту бур'янів, спричинюючи швидкий ріст сегетальної рослинності, а кореневі виділення, збагачені на азот та інші сполуки, покращують умови живлення бур'янів.

Ґрунтовий потенціал бур'янів пов'язаний з наявністю запасів насіння і вегетативних органів розмноження. В умовах сільськогосподарського виробництва він практично необмежений: досягає мільярдів і десятків мільярдів штук на 1 га [7]. Потенційна забур'яненість орних земель в Україні насінням бур'янів і вегетативними частинами нині надзвичайно висока. У загальних запасах насіння в ґрунті частка злаків у середньому становить від 6,4 до 11,2%, або 9408–12 768 шт./м² [1, 4].

Інтегрованим показником кількісних змін потенційної забур'яненості посівів і одночасно протибур'янової ефективності агротехнічних заходів є баланс насіння сегеталів в оброблюваному шарі за певний період [3, 26].

За нашими спостереженнями, при вирощуванні сої найменший насінневий фонд сегетальних видів відмічено після попередника ячменю ярого при традиційній системі удобрення (N₄₅P₄₅K₄₅) – 25,4 тис. шт./м², після гречки – 33,8 тис. шт./м², а найбільшу кількість бур'янів було виявлено у варіанті із застосуванням побічної продукції і мінеральних добрив (N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}) за різних попередників (ячмінь ярий і гречка) – 34,5 і 41,2 тис. шт./м² (табл. 1).

1. Потенційна забур'яненість ґрунту в посівах сої, тис. шт./м²

Сівозміна	Попередник	Удобрення	Кількість насіння бур'янів
1	Ячмінь ярий	Контроль (без добрив)	31,1
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	25,4
		П. п. + N _{22,5} P _{22,5} K _{22,5}	34,5
2	Гречка	Контроль (без добрив)	37,5
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	33,8
		П. п. + N _{22,5} P _{22,5} K _{22,5}	41,2

Примітка. П. п. – побічна продукція.

Однією з причин засміченості посівів сої є потенційна забур'яненість ґрунту насінням сегетальної рослинності, однак значну загрозу для сільськогосподарських культур становить та частина насіння бур'янів, яка здатна прорости протягом вегетаційного періоду.

Для розроблення прогнозів забур'яненості полів, крім видового складу, ступеня поширення вегетуючих бур'янів і наявності насіння в органічних добривах, важливе значення мають дані про запаси життєздатного насіння бур'янів у шарі ґрунту 0–10 см, з якого формується актуальна забур'яненість посівів [4, 27].

У польових умовах на сформованих мікроділянках у посівах сої за весь вегетаційний період найбільшу кількість пророслого насіння бур'янів спостерігали на фоні мінерального живлення ($N_{45}P_{45}K_{45}$) – 604–644 шт./м² після ячменю ярого і гречки, а найменше їх проросло у варіантах без добрив (контроль) – 496–522 шт./м².

Поява сходів бур'янів у посівах зернобобових культур має чіткі відмінності. Так, на контролі перші 30 днів обліку провокаційна спроможність щодо стимулювання проростання насіння становила 13%, на 90-й день обліку чисельність сегетальної рослинності різко збільшилась на 50% від загальної кількості насіння, яке проросло за період спостереження. При наступних обліках кількість зменшувалась. Така закономірність спостерігалась в усіх варіантах дослідження (табл. 2).

2. Проростання насіння бур'янів у мікроділянках у посівах сої, шт./м²

Сівозміна	Попередник	Удобрення	День обліку					Середнє
			30-й	60-й	90-й	120-й	150-й	
1	Ячмінь ярий	Контроль (без добрив)	62	99	248	55	32	496
		$N_{45}P_{45}K_{45}$	76	121	302	67	38	604
		П. п. + $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$	71	114	284	63	36	568
2	Гречка	Контроль (без добрив)	65	104	261	58	34	522
		$N_{45}P_{45}K_{45}$	81	129	322	72	40	644
		П. п. + $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$	73	117	292	65	37	584

Примітка. П. п. – побічна продукція.

Основними шляхами надходження насіння бур'янів і вегетативних зачатків у ґрунт є осипання з рослин, внесення неякісних органічних добрив, використання для сівби некондиційного насіння, порушення технології обробітку ґрунту, метеорологічних умов тощо. Отже, виявлення закономірностей сезонної динаміки появи сходів сеgetальної рослинності дає змогу прогнозувати забур'яненість посівів сої.

Загальні запаси насіння бур'янів, здатного прорости в посівах, надто великі, щоб культурні рослини могли конкурувати з ними. До того ж всі бур'яни не проростають одночасно, а мають розтягнутий період появи сходів протягом практично всього вегетаційного періоду.

У посівах сої найвищий відсоток реалізації сеgetалів у ґрунті відмічено після попередника ячменю ярого при традиційному живленні ($N_{45}P_{45}K_{45}$) – 2,38%, після сої цей показник становив 1,91%. У варіантах без добрив (контроль) найменша кількість бур'янів проросла в мікроділянках і, відповідно, відсоток реалізації був нижчим: 1,59% (після ячменю ярого) та 1,39% (після гречки) (табл. 3).

3. Реалізація насіння бур'янів у ґрунті в посівах сої, тис. шт./м²

Сівозміна	Попередник	Удобрення	Кількість насіння бур'янів у ґрунті	Кількість бур'янів, пророслих на мікроділянках	Відсоток реалізації від наявного у ґрунті насіння, %
1	Ячмінь ярий	Контроль (без добрив)	31,1	0,496	1,59
		$N_{45}P_{45}K_{45}$	25,4	0,604	2,38
		П. п. + $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$	34,5	0,568	1,65
2	Гречка	Контроль (без добрив)	37,5	0,522	1,39
		$N_{45}P_{45}K_{45}$	33,8	0,644	1,91
		П. п. + $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$	41,2	0,584	1,42

Примітка. П. п. – побічна продукція.

Найбільшої шкоди сої завдають бур'яни, що сходять раніше або одночасно з нею і перебувають у посіві до збирання врожаю. Вони сильно пригнічують сою у перший період вегетації. Якщо бур'яни знищити у перші 4 тижні після появи сходів, вони помітно не вплинуть

на врожай, а якщо їх залишити в посіві в другій половині вегетації, втрати врожаю можуть бути значними [14, 16].

Дослідження, які ми проводили на посівах сої на початку вегетації, виявили, що найбільша кількість бур'янів спостерігається після гречки при внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 142 шт./м², дещо менше їх було після ячменю ярого на цьому ж варіанті удобрення – 128 шт./м². У цій фазі домінуючими видами були грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), фіалка польова (*Viola arvensis* Murr.), плоскуха звичайна (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.) та ромашка польова (*Matricaria perforate* Merat.).

Соя досить вимоглива до тепла і потребує для проростання великої кількості води. Однак посушливе та недостатньо вологе за кількістю опадів літо привело до значного зменшення забур'яненості. Наприкінці вегетації сої спостерігалось збільшення забур'яненості у варіантах без внесення мінеральних добрив після попередників гречки – 154 шт./м² і ячменю ярого – 136 шт./м² через сприятливі умови для проростання плоскухи звичайної (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), мишію сизого (*Setariaglauca* (L.) Beauv.), триреберника непахучого (*Matricaria perforate* Merat.). Однак при застосуванні традиційної та альтернативної систем удобрення покращується вегетативна маса культури, яка сприяє зниженню чисельності сегеталів. Найменшу кількість бур'янів відмічено при інтенсивному живленні: після ячменю ярого – 74 шт./м² і після гречки – 88 шт./м² з масою 209,6 г/м², що в 1,6 та 1,7 разу нижче, ніж у фазі кушення (табл. 4).

4. Актуальна забур'яненість ґрунту в посівах сої

Сівозміна	Попередник	Удобрєння	Кількість бур'янів, шт./м ²		Маса бур'янів, г/м ²
			кушення	збирання	
1	Ячмінь ярий	Контроль (без добрив)	86	136	283,2
		$N_{45}P_{45}K_{45}$	128	74	186,2
		П. п. + $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$	96	80	266,2
2	Гречка	Контроль (без добрив)	104	154	254,6
		$N_{45}P_{45}K_{45}$	142	88	209,6
		П. п. + $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$	126	102	220,4

Примітка. П. п. – побічна продукція.

На основі аналізу особливостей конкурентних відносин сої та бур'янів встановлено, що вища конкурентоспроможність сої щодо бур'янів була у варіантах із внесенням $N_{45}P_{45}K_{45}$: співвідношення мас

культури і бур'янів становило 6,8 (попередник – ячмінь ярий) та 5,7 (попередник – гречка). Стійкість культури до проростання бур'янів у посівах значно знижувалася на контролі, коефіцієнт конкурентоздатності – 3,2 та 4,2 після попередників. Однак співвідношення бур'янів у культурі і без неї зросло в 0,91–0,88 разу (табл. 5).

5. Особливості конкурентних відносин між культурами і бур'янами в посівах сої

Сівозміна	Попередник	Удобрення	Культура без бур'янів, г/м ²	Сумісний розвиток культури і бур'янів		Бур'яни без культури, г/м ²	Маса бур'янів	
				культура, г/м ²	бур'яни, г/м ²		культури і бур'янів	бур'янів у культурі і без неї
1	Ячмінь ярий	Контроль (без добрив)	1120	920	283,2	310,2	3,2	0,91
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	1480	1270	186,2	304,6	6,8	0,61
		П. п. + N _{22,5} P _{22,5} K _{22,5}	1220	1048	266,2	312,0	3,9	0,85
2	Гречка	Контроль (без добрив)	1260	1060	254,6	288,6	4,2	0,88
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	1345	1186	209,6	357,6	5,7	0,59
		П. п. + N _{22,5} P _{22,5} K _{22,5}	1386	1196	220,4	296,2	5,4	0,74

Примітка. П. п. – побічна продукція.

Бур'яни поглинають з ґрунту велику кількість поживних речовин, погіршуючи тим самим нормальний ріст і розвиток культурних рослин.

Найменший сумарний винос мінеральних речовин – 173,6–193,1 кг/га – відмічено на контролі (попередники – гречка, ячмінь ярий), з яких на азот (N) припадає – 36%, фосфор (P₂O₅) – 13%, калій (K₂O) – 51%. Виявлено, що в посівах сої після різних попередників найбільше з бур'янами виносилось калію (від 89,1 до 125,1 кг/га), дещо менше азоту (від 62,1 до 120,9 кг/га) і найменше фосфору (від 20,3 до 26,4 кг/га). Внесення мінеральних добрив у нормі N₄₅P₄₅K₄₅

збільшило винос поживних речовин в 1,4 та 1,5 разу порівняно з контролем (табл. 6).

6. Винос мінеральних речовин сегетальною рослинністю у посівах сої

Сівозміна	Попередник	Удобрення	Вміст поживних речовин у сегетальній рослинності, %			Винос поживних речовин, кг/га			Сумарний винос НРК бур'янами, кг/га
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1	Ячмінь ярий	Контроль (без добрив)	2,44	0,88	3,5	69,1	24,9	99,1	193,1
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	4,54	0,99	4,7	120,9	26,4	125,1	272,3
		П. п. + N _{22,5} P _{22,5} K _{22,5}	5,28	1,09	5,9	98,3	20,3	109,9	228,5
2	Гречка	Контроль (без добрив)	2,44	0,88	3,5	62,1	22,4	89,1	173,6
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	5,28	1,09	5,9	110,7	22,8	123,7	257,2
		П. п. + N _{22,5} P _{22,5} K _{22,5}	4,54	0,99	4,7	100,1	21,8	103,6	225,5

Примітка. П. п. – побічна продукція.

За результатами наших досліджень виявлено, що в посівах сої найнижчі відсотки зниження врожаю були у варіанті з внесенням мінерального живлення в нормі N₄₅P₄₅K₄₅: 18,5% з високою врожайністю 1,78 т/га (попередник – ячмінь ярий) та 18,8% із врожаем 1,7 т/га (попередник – гречка). Найвище зниження врожайності спостерігалось у варіанті без застосування мінеральних добрив (контроль): 22,3% після ячменю ярого і 23,6% після гречки при найменшій врожайності культури 1,48 і 1,4 т/га відповідно (табл. 7).

Отже, більші втрати врожаю сої від бур'янів спостерігались за умов погіршеного забезпечення рослини елементами живлення.

7. Шкодочинність бур'янів у посівах сої, т/га

Сівозміна	Попередник	Удобрення	Середня врожайність, т/га		Зниження врожаю через бур'яни в посіві, %
			на фоні гербіциду	без гербіциду	
1	Ячмінь ярий	Контроль (без добрив)	1,48	1,15	22,3
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	1,78	1,45	18,5
		П. п. + N _{22,5} P _{22,5} K _{22,5}	1,63	1,30	20,2
2	Гречка	Контроль (без добрив)	1,40	1,07	23,6
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	1,70	1,38	18,8
		П. п. + N _{22,5} P _{22,5} K _{22,5}	1,55	1,25	19,4

НР₀₅ т/га для: попередників

удобрення

взаємодія попередників +

удобрення

Примітка. П. п. – побічна продукція.

0,36

0,57

0,48

0,22

0,38

0,30

Висновки. В посівах сої найменша потенційна забур'яненість ґрунту (25,4–33,8 тис. шт./м²) сформувалася за традиційної системи удобрення, однак відсоток реалізації кількості бур'янів, пророслих від наявних у ґрунті, був найвищим (1,91–2,38%). Найвища актуальна забур'яненість у фазі кущення культури становила 128–142 шт./м², перед збиранням сої чисельність бур'янів зменшилась у 1,6–1,7 разу.

Вища конкурентоспроможність сої щодо бур'янів була у варіантах із внесенням N₄₅P₄₅K₄₅: співвідношення мас культури і бур'янів становило 6,8 (попередник – ячмінь ярий) та 5,7 (гречка).

За отриманої врожайності після попередника ячменю ярого або гречки (1,78 і 1,70 т/га) втрати становили 18,5 і 18,8% відповідно.

Найбільший сумарний винос мінеральних речовин (257,2–272,3 кг/га) відзначено за високих норм мінеральних добрив (N₄₅P₄₅K₄₅), що в 1,4–1,5 разу вище до контролю.

Список використаної літератури

1. Бойко П., Коваленко Н. Сівозмінний контроль бур'янів. *Farmer*. 2011. № 1. С. 58–59.
2. Бомба М. Я. Бур'яни в посівах. *Захист рослин*. 2000. № 9. С. 2–3.
3. Вавринович О. В., Качмар О. Й. Вплив систем удобрення і вапнування на потенційну забур'яненість ґрунту. *Вісник Львів. нац. аграрного ун-ту*. Сер.: Агрономія. 2014. № 18. С. 93–98.
4. Вавринович О. В., Качмар О. Й. Вплив систем удобрення на формування забур'яненості зернобобових культур в короткоротаційних сівозмінах. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2014. Вип. 7. С. 11–15.
5. Исаев В. В. Прогноз и картографирование сорняков. Москва, 1990. 192 с.
6. Івашченко О. О., Кунак В. Д. Небезпечні компоненти посівів. *Захист рослин*. 2001. № 3. С. 16–18.
7. Івашченко О. О. Сучасні проблеми гербології. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 3. С. 27–29.
8. Інтегрований контроль над бур'янами в агроценозах кормових і зернофуражних культур / В. П. Борона та ін. *Вісник аграрної науки*. 2009. № 3. С. 14–16.
9. Корнійчук М. С. Моніторинг фітосанітарного стану польових культур в технологічних дослідах. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2017. Вип. 1. С. 93–97.
10. Красиловець Ю. Г. Оптимізація системи фітосанітарної безпеки зернових колосових культур. *Посібник українського хлібороба*. 2010. С. 38–47.
11. Методичні рекомендації і програма досліджень з обробітку ґрунту / А. М. Малієнко та ін. Чабани, 2008. 87 с.
12. Рекомендації з інтегрованої системи захисту озимої пшениці від хвороб, шкідників та бур'янів / М-во аграр. політики України, УААН ; Ін-т захисту рослин УААН ; підгот. : М. П. Лісовим та ін. Київ : Світ, 2002. 31 с.
13. Сайко В. Ф., Федорова Н. А., Грицай А. Д. Ефективність інтенсивних технологій вирощування озимих зернових

References

1. Boyko P., Kovalenko N. Crop rotation control of weeds. *Farmer*. 2011. No 1. P. 58–59.
2. Bomba M. Ya. Weed bomb in crops. *Zakhyst roslin*. 2000. No 9. P. 2–3.
3. Vavrynovych O. V., Kachmar O. Y. Influence of fertilizer and liming systems on potential soil weediness. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Ser.: Ahronomiya. 2014. No 18. P. 93–98.
4. Vavrynovych O. V., Kachmar O. Y. Influence of fertilizer systems on the formation of weediness of legumes in short-rotation crop rotations. *Ahropromyslove vyrobnytstvo Polissya*. 2014. Issue 7. P. 11–15.
5. Isaev V. V. Forecast and mapping of weeds. Moscow, 1990. 192 p.
6. Ivashchenko O. O., Kunak V. D. Dangerous components of crops. *Zakhyst roslin*. 2001. No 3. P. 16–18.
7. Ivashchenko O. O. Modern problems of herbology. *Visnyk ahrarnoyi nauky*. 2004. No 3. P. 27–29.
8. Integrated weed control in agrocenoses of forage and forage crops / V. P. Borona et al. *Visnyk ahrarnoyi nauky*. 2009. No 3. P. 14–16.
9. Korniychuk M. S. Monitoring of phytosanitary condition of field crops in technological experiments. *Zemlerobstvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2017. Issue 1. P. 93–97.
10. Krasylivets Y. G. Optimization of the system of phytosanitary safety of grain crops. *Posibnyk ukrayinskoho khliboroba*. 2010. P. 38–47.
11. Methodical recommendations and research program for tillage / A. M. Malienko et al. Chabani, 2008. 87 p.
12. Recommendations for an integrated system of protection of winter wheat from diseases, pests and weeds / Ministry of Agriculture. Policy of Ukraine, UAAS ; Institute of Plant Protection UAAS ; preparation. : M. P. Lisov and others. Kyiv : Svit, 2002. 31 p.
13. Saiko V. F., Fedorova N. A., Gritsay A. D. The effectiveness of intensive

- культур в Лісостепу та Поліссі. *Землеробство*. 1992. Вип. 67. С. 3–19.
14. Storchous I. M. Контроль бур'янів на сої в другій половині вегетації. *Агронам*. 2011. № 4. С. 87–89.
15. Циков В. С., Матюха Л. П. Бур'яни: шкодочинність і система захисту. Дніпропетровськ, 2006. 86 с.
16. Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Міжвидова конкуренція та забур'яненість посівів сої залежно від моделі агрофітоценозу. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 3. С. 116–123.
17. Шевченко М. С. Природоохоронна модернізація базових елементів землеробства як фактор оптимізації агроценозів. *Бюлетень Ін-ту зернового господарства УААН*. 2005. № 26/27. С. 7–11.
18. Anderson R. L. An ecological approach to strengthen weed management in the semiarid Great Plains. *Advances in Agronomy*. 2003. No. 80. P. 33–62.
19. Anderson R. L. Integrating a complex rotation with no-tillim proves weed management in organic farming. *Agron. Sustain. Dev.* 2015. Vol. 35 (3). P. 967–974.
20. Assessing innovative sowing patterns for integrated weed management with a 3D crop: weed competition / N. Colbach et al. *Eur. J. Agron.* 2014. Vol. 53. P. 74–89.
21. Blubaugh C., Kaplan I. Tillage compromises weed seed predator activity across developmental stages. *Biol. Control*. 2015. Vol. 81. P. 76–82.
22. Chauhan B., Singh R., Mahajan G. Ecology and management of weeds under conservation agriculture. *Crop Prot.* 2012. Vol. 38. P. 57–65.
23. Colbach N., Granger S., Meziere D. Using a sensitivity analysis of a weed dynamics model to develop sustainable cropping systems II. Long-term effect of past crops and management techniques on weed infestation. *J. Agric. Sci.* 2013. Vol. 151. P. 247–267.
24. Colbach N., Mézière D. Using a sensitivity analysis of a weed dynamics model to develop sustainable cropping systems I. Annual interactions between crop management techniques and biophysical field technologies for growing winter cereals in the forest-steppe and Polissya. *Zemlerobstvo*. 1992. Issue 67. P. 3–19.
14. Storchous I. M. Control of weeds on soybeans in the second half of the growing season. *Ahronom*. 2011. No 4. P. 87–89.
15. Tsykov V. S., Matyukha L. P. Weeds: harmfulness and protection system. Dnepropetrovsk, 2006. 86 p.
16. Shevnikov M. Ya., Milenko O. G. Interspecific competition and weediness of soybean crops depending on the model of agrophytocenosis. *Visnyk ahromoyi nauky Prychornomor'ya*. 2015. Issue 3. P. 116–123.
17. Shevchenko M. S. Environmental modernization of basic elements of agriculture as a factor in optimizing agroecosystems. *Biuletyn In-tu zernovoho hospodarstva UAAN*. 2005. No 26/27. P. 7–11.
18. Anderson R. L. An ecological approach to strengthen weed management in the semiarid Great Plains. *Advances in Agronomy*. 2003. No 80. P. 33–62.
19. Anderson R. L. Integrating a complex rotation with no-tillim proves weed management in organic farming. *Agron. Sustain. Dev.* 2015. Vol. 35 (3). P. 967–974.
20. Assessing innovative sowing patterns for integrated weed management with a 3D crop: weed competition / N. Colbach et al. *Eur. J. Agron.* 2014. Vol. 53. P. 74–89.
21. Blubaugh C., Kaplan I. Tillage compromises weed seed predator activity across developmental stages. *Biol. Control*. 2015. Vol. 81. P. 76–82.
22. Chauhan B., Singh R., Mahajan G. Ecology and management of weeds under conservation agriculture. *Crop Prot.* 2012. Vol. 38. P. 57–65.
23. Colbach N., Granger S., Meziere D. Using a sensitivity analysis of a weed dynamics model to develop sustainable cropping systems II. Long-term effect of past crops and management techniques on weed infestation. *J. Agric. Sci.* 2013. Vol. 151. P. 247–267.
24. Colbach N., Mézière D. Using a sensitivity analysis of a weed dynamics model to develop sustainable cropping

- state variables. *J. Agric. Sci.* 2013. Vol. 151. P. 229–245.
25. Crop yield and weed growth under conservation agriculture in semi-arid Zimbabwe / N. Mashingaidze et al. *Soil Tillage Res.* 2012. Vol. 124. P. 102–110.
26. Gunton R., Petit S., Gaba S. Functional traits relating arable weed communities to crop characteristics. *J. Veg. Sci.* 2011. Vol. 22. P. 541–550.
27. Innovation in mechanical weed control in crop rows / Van der Weide R. et al. *Weed research.* 2008. Vol. 48. P. 215–224.
28. Legere A., Stevenson F., Vanasse A. Short communication: a corn test crop confirms beneficial effects of crop rotation in three tillage systems. *Can. J. Plant Sci.* 2011. Vol. 91. P. 943–946.
29. Mahajan G., Chauhan B. The role of cultivars in managing weeds in dry-seeded rice production systems. *Crop Prot.* 2013. Vol. 49. P. 52–57.
30. Marin C., Weiner J. Effects of density and sowing pattern on weed suppression and grain yield in three varieties of maize under high weed pressure. *Weed Res.* 2014. Vol. 54. P. 467–474.
31. Ngwira A., Aune J., Thierfelder C. On-farm evaluation of the effects of the principles and components of conservation agriculture on maize yield and weed biomass in Malawi. *Exp. Agric.* 2014. Vol. 50. P. 591–610.
32. Stacked crop rotations exploit weed–weed competition for sustainable weed / A. Garrison et al. *Weed Sci.* 2014. Vol. 62. P. 166–176.
33. Van Acker R. C. Weed biology serves practical weed management. *Weed research.* 2009. Vol. 49. P. 1–5.
- systems I. Annual interactions between crop management techniques and biophysical field state variables. *J. Agric. Sci.* 2013. Vol. 151. P. 229–245.
25. Crop yield and weed growth under conservation agriculture in semi-arid Zimbabwe / N. Mashingaidze et al. *Soil Tillage Res.* 2012. Vol. 124. P. 102–110.
26. Gunton R., Petit S., Gaba S. Functional traits relating arable weed communities to crop characteristics. *J. Veg. Sci.* 2011. Vol. 22. P. 541–550.
27. Innovation in mechanical weed control in crop rows / Van der R. Weide et al. *Weed research.* 2008. Vol. 48. P. 215–224.
28. Legere A., Stevenson F., Vanasse A. Short communication: a corn test crop confirms beneficial effects of crop rotation in three tillage systems. *Can. J. Plant Sci.* 2011. Vol. 91. P. 943–946.
29. Mahajan G., Chauhan B. The role of cultivars in managing weeds in dry-seeded rice production systems. *Crop Prot.* 2013. Vol. 49. P. 52–57.
30. Marin C., Weiner J. Effects of density and sowing pattern on weed suppression and grain yield in three varieties of maize under high weed pressure. *Weed Res.* 2014. Vol. 54. P. 467–474.
31. Ngwira A., Aune J., Thierfelder C. On-farm evaluation of the effects of the principles and components of conservation agriculture on maize yield and weed biomass in Malawi. *Exp. Agric.* 2014. Vol. 50. P. 591–610.
32. Stacked crop rotations exploit weed–weed competition for sustainable weed / A. Garrison et al. *Weed Sci.* 2014. Vol. 62. P. 166–176.
33. Van Acker R. C. Weed biology serves practical weed management. *Weed research.* 2009. Vol. 49. P. 1–5.

Отримано 03.09.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-2

УДК 632.938:633.521

О. А. ВАЩИШИН, науковий співробітник

Г. Я. БІЛОВУС, кандидат сільськогосподарських наук

К. І. ЯЦУХ, кандидат біологічних наук

О. Н. ПРИСТАЦЬКА, Г. М. ДОРОТА, наукові співробітники

Р. В. ТЕРЕШКО, фахівець

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,

81115, e-mail: kitoksanaantonivna@gmail.com

СТІЙКІСТЬ СОРТІВ ЛЬОНУ ДО ФУЗАРІОЗУ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Наведено результати досліджень ураження льону фузаріозним в'яненням та фузаріозним побурінням в умовах Західного Лісостепу України. Встановлено вплив стійкості сорту та абіотичних факторів на ступінь ураження льону хворобами.

Галузь льонарства належить до найперспективніших для розвитку легкої промисловості та має для економіки України важливе значення, оскільки задовольняє потреби на природні, екологічно чисті продукти.

Нині спостерігається тенденція до стрімкого зниження показників розвитку цієї галузі, що досить негативно впливає на особливості внутрішнього ринку продукції льонарства. Через високу ринкову ціну насіння льону є предметом експорту, але в останні роки змінюється співвідношення в напрямках його споживання. Внутрішній попит на лляну олію, насіння, льоноволокно повільними темпами зростає.

Урожайність льону знижується внаслідок ураження рослин фузаріозним в'яненням та фузаріозним побурінням гілочок і коробочок, викликаних грибами роду *Fusarium*. Фузаріозне в'янення призводить до передчасного досягання льону, через що формується недостигле та щупле насіння.

Інтенсивність розвитку фузаріозного в'янення та фузаріозного побуріння і швидкість їх поширення залежали від стійкості сорту та абіотичних чинників вегетаційного періоду, зокрема від температури і вологості.

Ураження льону грибами роду *Fusarium* відбулося у фазі початку ранньої жовтої стиглості. Розвиток фузаріозного в'янення становив 0–13,3%, фузаріозного побуріння – 0–8,0%.

У колекційному розсаднику сорти та гібриди, стійкі до фузаріозного в'янення, в 2017 р. займали 94,3%, до фузаріозного побуріння – 90,3%; у 2018 р. – 90,9 та 87,8% відповідно.

© Ващишин О. А., Біловус Г. Я., Яцух К. І.,
Пристацька О. Н., Дорота Г. М., Терешко Р. В., 2020

На основі проведених досліджень виявлено, що групову стійкість до фузаріозного в'янення і фузаріозного побуріння в 2017 р. мали 65,6% від загальної кількості сортів, у 2018 р. – 81,8%.

Для використання в селекційному процесі як джерела стійкості рекомендовано сорти Зоря-87 (St₂), Славний, Львівський-1, Львівський-2, Львівський-5, Львівський-6, Львівський-7, Прометей-95, Світоч, Старомістний, Томський-17, Алексим, Зарянка, Антей, Байкал, Primo, Arsen, Krezus de zambly, Krista, Rostater 239, T. Tammes st 19, Achay, Taplata H 39/13, Storm montley, Veru Polle Blue, Апух, ICSD-88 plenny, Milenium, Fortuna, Izolda, Balode Tall, Berber, Hesan-5, g 7 Astelle, Rust Resistant sum No.6, Emilen, Bruta, Ariadna та гібриди ISTRU, 363474, No. 340, C-332, K-6, D-26, D-15, ABV-7005-1, 7562, WL-150, TL-500/1, МД-652, WL-150, TL-500/1, МД-652.

Ключові слова: льон, сорт, хвороби рослин, фузаріозне в'янення, фузаріозне побуріння, стійкість.

Vashchyshyn O., Bilovus G., Yatsukh K., Prystatska O., Dorota H., Tereshko R.

Institute of Agriculture of Carpathian region of NAAS

Resistance of flax varieties to fusariosis in the conditions of the western Forest-Steppe of Ukraine

The results of studies of flax damage by anthracnose, fusarose wilting and fusarium browning in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine are presented. The influence of resistance of the variety and abiotic factors on the intensity of plant damage by diseases has been established.

The flax industry is one of the most promising for the development of light industry and is important for the Ukrainian economy as it meets the demand for natural, environmentally friendly products.

Today, there is a tendency to a rapid decline in the development of this industry, which has a rather negative impact on the features of the domestic market of flax production. Due to the high market price flax seeds are exported, but in recent years the ratio in the direction of its consumption has changed. Internal demand for flaxseed oil, seeds, flax fiber is growing at a slow pace.

Flax yields are reduced due to plant damage by fusarium wilting and fusarium browning caused by Fusarium fungi. Fusarium fading leads to premature flax, resulting in the formation of unripe and porous seeds.

The intensity of disease development and the speed of their spread depended on the stability of the variety and abiotic factors of the growing season, and in particular on temperature and humidity. Illness of flax by fungi of the genus Fusarium occurred in the early yellow ripening phase. The development of fusarium wilt was 0–13,3%, fusarium browning – 0–8,0%.

In the collection nursery, resistant varieties and hybrids to fusarium wilt in 2017 were 94,3%, to fusarium browning 90,3%; in 2018 – 90,9 and 87,8% respectively.

Based on the studies conducted, group resistance to fusarium wilting and fusarium browning in 2017 accounted for 65,6 % of the total variety, in 2018 – 81,8%.

For use in the breeding process as a source of stability recommended varieties Zorya-87 (St₂), Slavnyj, Lvivskij-1, Lvivskij-2, Lvivskij-5, Lvivskij-6, Lvivskij-7, Prometheus-95, Svitoch, Staromistnyi, Tomskij-17, Alexim, Zaryanka, Antey, Baikal, Primo, Arsen, Krezus de zamblu, Krista, Rostater 239, T.Tammes st 19, Achay, Taplata H 39/13, Storm montley, Veru Polle Blue, Apuh, ICSD-88 plenny, Milenium, Fortuna, Izolda, Balode Tall, Berber, Hesana-5, g 7 Astelle, Rust Resistant Summ 6, Emilen, Gross, Ariadne and ISTRU Hybrids, 363474, No. 340, C-332, K-6, D -26, D-15, ABV-7005-1, 7562, WL-150, TL-500/1, MD-652, WL-150, TL-500/1, MD-652.

Key words: flax, variety, plant diseases, fusarium wilting, fusarium browning, resistance.

Вступ. Галузь льонарства належить до найперспективніших для розвитку легкої промисловості та має для економіки України важливе значення, оскільки задовольняє попит на природні, екологічно чисті продукти та сприяє збільшенню зайнятості і доходів населення.

В останні роки посіви льону в Україні посідають найнижчі позиції за площами та обсягами виробництва серед олійних культур, поступаючись перед соняшником, соєю, ріпаком та гірчицею.

Нині спостерігається тенденція до стрімкого зниження показників розвитку цієї галузі, що досить негативно впливає на особливості внутрішнього ринку продукції льонарства. Протягом останніх 5 років у загальній структурі посівів олійних культур олійний льон займає менше 1,0%, льон-довгунець – 0,02% [12, 22, 23].

На загальному фоні занепаду виробництва льону-довгунцю і незначного поживлення виробництва олійного льону відбуваються нарощування експорту товарного насіння льону, популяризація лляної олії та виробів із лляних тканин, розширення асортименту споживчих продуктів з льону. Через високу ринкову ціну насіння льону є предметом експорту, але в останні роки змінюється співвідношення в напрямках його споживання та повільними темпами зростає внутрішній попит на лляну олію, насіння, льоноволокно [13, 19].

Споживання льону відбувається за багатьма векторами, що істотно відрізняє цю культуру від інших олійних. Особливою перевагою льону як товару на аграрному ринку є безвідхідність, яка визначає перспективи для його відродження в Україні [12, 15, 16].

В нашій країні найбільше вирощують олійний льон і льон-довгунець. Олійний льон є джерелом сировини для виробництва технічної олії, його насіння містить 42–50% жиру, який швидко висихає. Лляну олію застосовують у харчуванні, в медицині та парфумерії, а також для виробництва оліфи, лаків, фарб, замазки, лінолеуму [6, 27].

У стеблах олійного льону міститься 10–15% волокна, яке використовують для виготовлення лляних тканин, а кострицю – для виробництва будівельних плит. Попіл костриці містить 4,8% фосфору і 6,3% калію, тому він може слугувати добривом. Соломка, у якій 50% целюлози, є сировиною для виробництва паперу [9, 20, 25].

З давніх часів льон-довгунець був традиційною прядильною культурою поліських та західних регіонів України, яка за свої споживчі властивості дістала назву «північний шовк». Стебла льону містять 25–31% волокна з найціннішими технологічними властивостями – гнучкістю, тонкістю, високою міцністю [4, 7].

Льон має велику кормову цінність: в 1 кг насіння міститься 1,8 кормової одиниці. Цінним концентрованим кормом є макуха, яка містить 6–12% жиру, 32–36% легкоперетравних білків. За поживністю 1 кг макухи прирівнюється до 1,2 кормової одиниці, тому її використовують як важливий компонент при виготовленні комбікорму [25].

Основними тенденціями на вітчизняному ринку льону є незначна його частка в загальній структурі виробництва олійних культур, скорочення посівних площ, низький рівень виробничих показників; відсутність сортооновлення і розвинутої системи насінництва льону, низький рівень конкуренції серед учасників ринку; переважання експорту сировини [10, 15].

Головні причини низької урожайності культури полягають у використанні застарілих сортів, неякісного насіння, недотриманні вимог технології вирощування та ураженні рослин хворобами.

Враховуючи те, що сортів із комплексною стійкістю до хвороб немає, а також те, що льон вимогливий до умов обробки, перед вітчизняними підприємствами постає важливе завдання оновлення технологій, модернізації виробничого процесу, впровадження інноваційних розробок, покращення якості та конкурентоспроможності продукції [3, 26].

Найбільш поширена хвороба льону – це антракноз, проте не менш шкідливими для цієї культури є фузаріозне в'янення та фузаріозне побуріння гілочок і коробочок, викликані грибами роду *Fusarium*.

Фузаріоз льону – захворювання, що виражається не тільки в кількісних втратах врожаю, а й у значному погіршенні якості продукції. Фузаріозне в'янення, викликане грибом *Fusarium oxysporum*, проявляється на посівах льону протягом вегетації. Хвороба поширюється вогнищами і призводить до передчасного досягання

льону, внаслідок чого формується недостигле, щупле насіння, іноді забарвлене в рожевий або сіруватий колір [1, 2].

Збудник хвороби зимує в стадії хламідоспор на рослинних рештках або в ґрунті. За несприятливих погодних умов утворюються хламідоспори, які в ґрунті можуть зберігатися протягом тривалого часу. На незаражені ділянки полів сівозміни збудник фузаріозу розповсюджується конідіями та частками міцелію. Найефективніший метод розповсюдження – насінням і рослинними рештками. Проникнення гриба в рослину відбувається через кореневі волоски.

За умови високого ступеня розвитку фузаріозу втрати на посівах льону-довгунцю врожаю соломки можуть становити 45–50%, урожаю насіння – 75–80%, виходу волокна – 70–75% [29].

Ураження льону грибами *F. avenaceum* Sacc., *F. herbarum* Fr. спричиняє побуріння гілочок і коробочок, а також утворення рожевих подушечок на коробочках. Уражується верхня частина стебла – гілочки і коробочки, розташовані на головному стеблі та гілочках другого і третього порядку. Іноді захворювання поширюється вниз по стеблу, частково або повністю. У хворих рослин гілочки ламаються і коробочки опадають. Коренева система при ураженні льону фузаріозним побурінням залишається здоровою.

Досягнення в підвищенні продуктивності основних сільськогосподарських культур значною мірою залежить від успіхів селекційної науки. Створення нових високопродуктивних сортів є одним із найважливіших факторів підвищення інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Для виведення нових стійких до хвороб сортів важливе значення має вихідний матеріал, який слугує джерелом як окремих, так і комплексу цінних ознак і властивостей [8, 13, 14, 19].

Особливістю селекції на стійкість до хвороб є те, що генотипи, визначені як джерела стійкості, можуть швидко втрачати стійкість. Це відбувається внаслідок зміни вірулентності патогенів у певному регіоні (поява нових, агресивніших рас, штамів) та подолання ними генетичних систем захисту культури [11, 30].

Метою наших досліджень було вивчення та виявлення сортів і гібридів льону, стійких до фузаріозного в'янення та фузаріозного побуріння, в селекційних розсадниках Інституту сільськогосподарства Карпатського регіону НААН, які будуть використані як джерела стійкості до хвороб у селекційному процесі.

Матеріали і методи. У 2017–2018 рр. проведено дослідження з вивчення стійкості сортів та гібридів льону до фузаріозного в'янення і фузаріозного побуріння та впливу абіотичних чинників на прояв і

розвиток захворювань в умовах Західного Лісостепу України. Експериментальну роботу виконано в селекційних розсадниках відділу рослинництва Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН згідно з методичними рекомендаціями [5, 17, 18, 21, 28].

У 2017 р. проведено оцінку стійкості до фузаріозу 109 сортів та гібридів (у тому числі в колекційному розсаднику 35 сортозразків), у 2018 р. – 122 сортозразків (у колекційному – 33 сортозразків). Для порівняння ураженості сортозразків хворобами використовували сорти-стандарту Глінум (St_1) і Зоря-87 (St_2).

Результативність селекції на імунитет у багатьох випадках залежить від наявності в селекціонера добре вивченого вихідного матеріалу, науково обґрунтованого підходу до його використання та регулярного моніторингу патогенного комплексу збудника.

Здебільшого оцінку за стійкістю до хвороб проводять на рівні популяцій, оскільки для селекційної практики найціннішим є матеріал, стійкий не до окремих рас, а загалом до всієї популяції гриба [1, 24].

Ступінь ураження льону хворобами визначали згідно з методичними рекомендаціями [17, 28].

Шкала оцінки ураження льону фузаріозом:

0 – відсутність ураження, рослини здорові;

1 – ураження відсутнє або дуже слабе, рослини здорові;

2 – ураження слабе – від 1 до 10% рослин;

5 – ураження середнє – від 11 до 40% рослин;

7 – ураження сильнє – від 41 до 60% рослин;

9 – ураження дуже сильнє – більше 61% рослин.

Шкала оцінки фузаріозного побуріння льону:

0 – відсутність ураження;

1 – слабкий ступінь – часткове побуріння верхньої частини стебла (гілочок, коробочок);

2 – середній ступінь – побуріння гілочок і стебла (до половини і нижче);

3 – сильний ступінь – рослини відмерли до утворення коробочок або повністю загинули.

Результати та обговорення. Дослідження з вивчення ураження льону фузаріозним в'яненням та фузаріозним побурінням виявило, що інтенсивність розвитку захворювань та швидкість їх поширення залежали від стійкості сорту та абіотичних чинників вегетаційного періоду.

Метеорологічні умови 2017–2018 рр. суттєво відрізнялися між собою за температурним режимом, кількістю та періодичністю випадання опадів (рис. 1, 2).

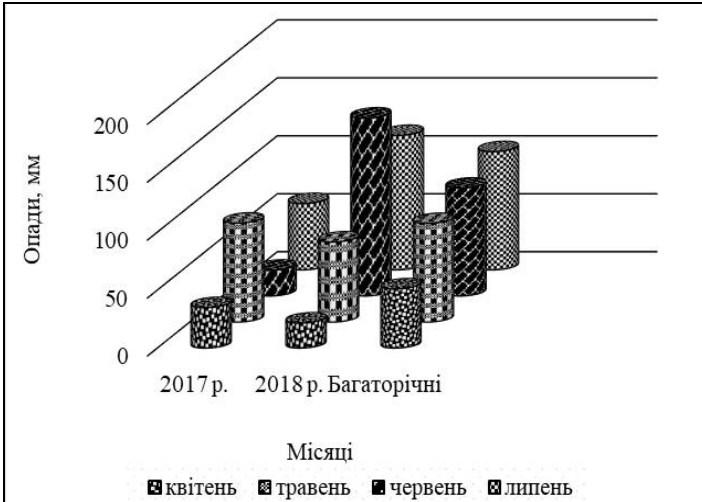


Рис. 1. Опали, мм (2017–2018)

Примітка. Дані Гідрометеоцентру, м. Львів, Львівська гідролого-меліоративна станція, пункт спостереження – Оброшине.

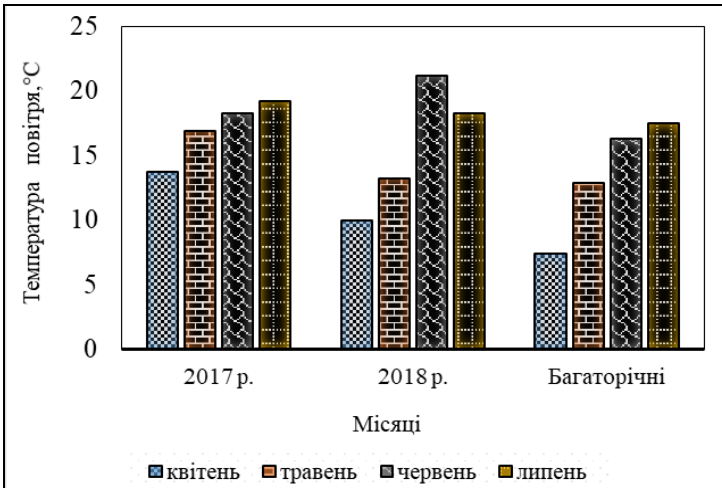


Рис. 2. Температура повітря, °С (2017–2018)

Примітка. Дані Гідрометеоцентру, м. Львів, Львівська гідролого-меліоративна станція, пункт спостереження – Оброшине.

Погодні умови весняно-літнього періоду 2017 р. відповідали тенденціям останніх років, тобто зменшилася кількість опадів і зросла температура повітря. Червень та липень характеризувалися теплою і

сухою погодою: температура повітря перевищувала норму в усіх декадах, а кількість опадів була меншою за норму. Ураження льону грибами роду *Fusarium* відбулося у фазі початку ранньої жовтої стиглості.

На основі результатів досліджень у 2017 р. зроблено висновок, що розвиток фузаріозного в'янення в селекційних розсадниках коливався в межах від 0 до 13,3%, зокрема в конкурсному, контрольному, колекційному, розсаднику F₃ – 0–4,4%, в розсаднику F₂ – 0–8,0%, в розсаднику 3-го року селекції – 0–13,3%.

Розвиток фузаріозного побуріння в розсадниках селекційного процесу становив 0–8,0%: у контрольному, конкурсному, розсаднику F₂, розсаднику F₃, розсаднику 3-го року селекції – 0–4,0%, в колекційному розсаднику – 0–8,0%.

У 2018 р. метеорологічні показники вегетаційного періоду були нерівнозначні: травень характеризувався теплою і сухою погодою (див. рис. 1, 2). Особливими виявилися погодні умови літнього періоду. В червні температура повітря в першій і другій декадах була вищою за норму, в третій – нижчою за норму, в липні – перевищувала норму в трьох декадах місяця. Кількість опадів у червні та липні була меншою за норму в першій декаді та більшою – в другій і третій.

У фазі початку ранньої жовтої стиглості в 2018 р. ураження посівів льону фузаріозним в'яненням у селекційних розсадниках було в межах від 0 до 13,3%, зокрема в конкурсному, контрольному, колекційному, розсаднику F₃ – 0–4,4%, в розсаднику F₂ – 0–8,0%, в розсаднику 3-го року селекції – 0–13,3%.

Розвиток фузаріозного побуріння становив 0–8,0%: в контрольному, конкурсному, розсаднику F₂, розсаднику F₃, розсаднику 3-го року селекції – 0–4,0%, в колекційному розсаднику – 0–8,0%.

Аналіз результатів досліджень засвідчив, що сорти льону, уражені фузаріозним в'яненням та фузаріозним побурінням, мали слабкий ступінь ураження.

У 2017 р. слабкий ступінь ураження льону фузаріозним в'яненням (бал 2) спостерігався в конкурсному розсаднику в 33,3% сортів, у контрольному – 37,3%, розсаднику 3-го року селекції – 38,1%, розсаднику F₂ – 18,7%, розсаднику F₃ – 5,5%, колекційному – 2,9% (табл. 1).

Слабкий ступінь ураження сортів льону фузаріозним в'яненням у 2018 р. в конкурсному розсаднику мали 28,8% сортів, у контрольному – 12,5%, розсаднику F₂ – 11,7%, розсаднику 3-го року селекції – 26,8%, розсаднику F₃ – 6,2%, колекційному – 10,0% (табл.1).

1. Відсоток сортів та гібридів із слабким ступенем ураження льону фузаріозним в'яненням та фузаріозним побурінням в селекційних розсадниках, % (2017–2018)

Селекційний розсадник	Фузаріозне в'янення		Фузаріозне побуріння	
	2017	2018	2017	2018
Конкурсний	33,3	28,8	33,3	28,8
Контрольний	37,3	12,5	37,5	37,7
F ₂	18,7	11,7	12,5	12,5
F ₃	5,5	6,2	21,1	12,5
3-го року селекції	38,1	26,8	19,1	19,5
Колекційний	2,9	10,0	32,7	12,5

У 2017 р. слабкий ступінь ураження фузаріозним побурінням (бал 1) зафіксували в конкурсному розсаднику в 33,3% сортів від загальної кількості, у контрольному – 37,5%, розсаднику F₂ – 12,5%, розсаднику F₃ – 21,1%, розсаднику 3-го року селекції – 19,1%, колекційному – 32,7%.

У 2018 р. фузаріозним побурінням було уражено (слабкий ступінь ураження) в конкурсному розсаднику 28,8% сортів від загальної кількості, в контрольному – 37,7%, розсаднику F₂ – 12,5%, розсаднику F₃ – 12,5%, розсаднику 3-го року селекції – 19,5%, колекційному – 12,5%.

За результатами досліджень у 2017 р. виявлено, що найбільша кількість стійких до фузаріозного в'янення сортів та гібридів була в колекційному розсаднику – 97,1%, розсаднику F₃ – 94,5%, розсаднику F₂ – 81,3%. Дещо меншу кількість стійких сортозразків до фузаріозного в'янення відзначено в конкурсному розсаднику – 66,7%, контрольному – 62,7% та розсаднику 3-го року селекції – 61,9% (табл. 2).

Найбільше стійких до фузаріозного побуріння сортів виявлено в розсаднику F₂ – 87,5%, розсаднику 3-го року селекції – 80,9%, розсаднику F₃ – 78,9%, а менше – в колекційному – 67,3%, конкурсному – 66,7%, контрольному – 62,5% (табл. 2).

2. Відсоток стійких сортів і гібридів до фузаріозного в'янення та фузаріозного побуріння в селекційних розсадниках, % (2017–2018)

Селекційний розсадник	Фузаріозне в'янення		Фузаріозне побуріння	
	2017	2018	2017	2018
Конкурсний	66,7	71,2	66,7	71,2
Контрольний	62,7	87,5	62,5	62,3
F ₂	81,3	88,3	87,5	87,5
F ₃	94,5	93,8	78,9	87,5
3-го року селекції	61,9	73,2	80,9	80,5
Колекційний	97,1	90,0	67,3	87,5

В колекційному розсаднику в 2017 р. у фазі початку ранньої жовтої стиглості фузаріозним в'яненням не були уражені сорти Глінум (St_1), Зоря-87 (St_2), Чароїд, Могилевський-2, Славний, Primo, Arsen, Krezus de zamblu, Krista, Rostater 239, T. Tammes st 19, Achay, Taplata H 39/13, Storm montley, Veru Polle Blue, Aпуh, ICSD-88 plenny, Milenium, Fortuna, Izolda, Balode Tall, ISTRU, Lintex, Pergamino Pampa, Daros I, Verin, с. Dakota, Аојагі та гібриди К-6, 356462, С-332, № 340, 363474, 403/6.

Фузаріозним побурінням у колекційному розсаднику не було уражено сорти Зоря-87 (St_2), Primo, Arsen, Krezus de zamblu, Krista, Rostater 239, T. Tammes st 19, Achay, Taplata H 39/13, Storm montley, Veru Polle Blue, Aпуh, ICSD-88 plenny, Milenium, Fortuna, Izolda, Balode Tall, ISTRU, Могилевський-2, К-6, Славний та гібриди С-332, 403/4, № 340, 363474. Групову стійкість до фузаріозного в'янення і фузаріозного побуріння в колекційному розсаднику в 2017 р. мали сорти Зоря-87 (St_2), Primo, Arsen, Krezus de zamblu, Krista, Rostater 239, T. Tammes st 19, Achay, Taplata H 39/13, Storm montley, Veru Polle Blue, Aпуh, ICSD-88 plenny, Milenium, Fortuna, 340, Izolda, Balode Tall, ISTRU, Могилевський-2 та гібриди 363474, С-332, № 340, К-6.

У селекційних розсадниках у 2018 р. найбільше стійких сортів та гібридів до фузаріозного в'янення було в розсаднику F_3 – 93,8%, колекційному – 90,0%, розсаднику F_2 – 88,3%, контрольному – 87,5%, розсаднику 3-го року селекції – 73,2%, конкурсному – 71,2% (див. табл. 2).

Стійкі до фузаріозного побуріння сорти та гібриди становили: в колекційному – 87,9%, контрольному – 87,5%, розсаднику F_2 – 87,5%, розсаднику F_3 – 87,5%, розсаднику 3-го року селекції – 80,5%, конкурсному – 71,2% (див. табл. 2).

В колекційному розсаднику у 2018 р. у фазі початку ранньої жовтої стиглості фузаріозним в'яненням не уразилися сорти Зоря-87 (St_2), Львівський-7, Львівський-6, Могилевський-2, Львівський-1, Львівський-2, Львівський-5, Світоч, Прометей-95, Berber, Hesan-5, Старомістний, g 7 Astelle, Rust Resistant summ №6, Emilen, Bruta, Ariadna, Томський-17, Алексим, Зарянка, Антей, Байкал та гібриди WL-150, HW-52/2, TL-500/1, МД-652, Д-15, АВV-7005-1, 7562.

Фузаріозним побурінням у колекційному розсаднику не були уражені сорти Зоря-87 (St_2), Львівський-7, Львівський-6, Світоч, Львівський-1, Львівський-2, Д-26, Львівський-5, Авангард, Berber, Прометей-95, Hesan-5, Старомістний, g 7 Astelle, Emilen, Bruta, Rust Resistant summ № 6, Ariadna, Томський-17, Алексим, Зарянка, Антей, Байкал та гібриди 7562, WL-150, TL-500/1, МД-652, Д-15, АВV-7005-1.

У 2018 р. групову стійкість до фузаріозного в'янення і фузаріозного побуріння в колекційному розсаднику мали сорти Зоря-87 (St₂), Львівський-7, Львівський-6, Львівський-1, Львівський-2, Львівський-5, Прометей-95, Томський-17, Алексим, Зарянка, Антей, Байкал, Emilen, Bruta, Ariadna, g 7 Astelle, Rust Resistant summ № 6, Emilen, Bruta, Ariadna, g 7 Astelle, Rust Resistant summ № 6 та гібриди WL-150, TL-500/1, МД-652, 7562, АВV-7005-1, Д-15.

Сорти та гібриди з груповою стійкістю до фузаріозного в'янення та фузаріозного побуріння в 2017 р. становили 65,6% від загальної кількості, у 2018 р. – 81,8%. Групову стійкість до фузаріозу за період 2017–2018 рр. проявили 77,9% сортотразків.

Висновки. На ураження сортів льону хворобами, спричиненими грибами роду *Fusarium*, мали вплив стійкість сорту та метеорологічні умови вегетаційного періоду. За час досліджень сорти льону проявили слабкий ступінь ураження фузаріозним в'яненням (бал 2) та слабкий ступінь ураження фузаріозним побурінням (бал 1).

На основі проведених досліджень в колекційному розсаднику виявлено сорти з груповою стійкістю до фузаріозного в'янення та фузаріозного побуріння, які можуть бути використані як вихідний матеріал для подальшої роботи в селекційному процесі при створенні стійких сортів, а саме: сорти Зоря-87 (St₂), Славний, Львівський-1, Львівський-2, Львівський-5, Львівський-6, Львівський-7, Прометей-95, Світоч, Старомістний, Томський-17, Алексим, Зарянка, Антей, Байкал, Primo, Arsen, Krezus de zamblu, Krista, Rostater 239, T. Tammes st 19, Achay, Taplata H 39/13, Storm montley, Veru Polle Blue, Apuh, ICSD-88 plenny, Milenium, Fortuna, Izolda, Balode Tall, Berber, Hesan-5, g 7 Astelle, Rust Resistant summ № 6, Emilen, Bruta, Ariadna та гібриди ISTRU, 363474, № 340, С-332, К-6, Д-26, Д-15, АВV-7005-1, 7562, WL-150, TL-500/1, МД-652, WL-150, TL-500/1, МД-652.

Список використаної літератури

1. Бурик О. Ю. Порівняльна оцінка стійкості сортів льону-довгунцю до фузаріозу у природних умовах та на штучному інфекційному фоні. *Луб'яні та технічні культури* : зб. наук. пр. 2012. Вип. 2 (7). С. 59–61.
2. Бурик О. Ю. Ураження льону-довгунцю хворобами залежно від строків збирання. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 2. С. 78–80.
3. Власова О. Попит на льон відчутно зростає. *Агробізнес сьогодні*. 2019. № 7. С. 94–95.
4. Домінська О. Я. Вплив факторів на

References

1. Buryk O. Yu. Comparative assessment of resistance of long flax varieties to fusarium wilt under natural conditions and on an artificial infectious background. *Lub'iani ta tekhnichni kultury* : zb. nauk. pr. 2012. Issue 2 (7). P. 59–61.
2. Buryk O. Yu. Illness of flax by diseases depending on the timing of harvest. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2013. No. 2. P. 78–80.
3. Vlasova O. Demand for flax is growing significantly. *Ahrobiznes sohodni*. 2019. No. 7. P. 94–95.
4. Dominska O. Ya. Influence of factors

- розвиток льонарства в Україні. *Агросвіт*. 2015. № 7. С. 13–19.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва, 1985. 351 с.
6. Дрозд О. М. Продуктивність льону-довгунцю. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 2. С. 25–26.
7. Ільків Л. А. Сучасний стан та ефективність виробництва льону. *Економічні науки*. 2018. № 12. С. 614–618.
8. Йотка О. Ю., Чучвага В. І., Кривошеєва Л. М. Ознакова колекція льону за стійкістю до фузаріозу та антракнозу – джерело вихідного матеріалу для селекції. *Генетичні ресурси рослин*. 2017. № 20. С. 73–84.
9. Костенко Н. М. Оновлення офіційних зразків сортів льону-довгунцю. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2012. № 2. С. 11–13.
10. Кравчук В. Перспективи вирощування льна-долгунца в Україні. *Техніка і технології АПК*. 2010. № 11. С. 21–22.
11. Кривошеєва Л. М. Ознакова колекція льону – джерело вихідного матеріалу для селекції на якість волокна. *Генетичні ресурси рослин*. 2011. № 9. С. 54–60.
12. Лімонт А. Льон-довгунець і конкурентоспроможність льонарства та його відродження. *Техніка і технології АПК*. 2016. № 11. С. 14–19.
13. Логінов М. І. Перспективи селекції сортів льону-довгунцю з високою прядивною здатністю волокна та підвищеною насінневою продуктивністю. *Вісник Сумського НАУ*. 2014. № 3 (27). С. 201–204.
14. Логінов М. І. Селекція і насінництво льону-довгунцю. Глухів, 2010. 49 с.
15. Макаренко В. Культуры-фавориты. *Агроекспертиза*. 2014. № 4. С. 20–21.
16. Марков І. Секрети успішного вирощування льону-довгунцю. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 4. С. 299.
17. Методические указания по селекции льна-долгунца / А. Р. Рогаш и др. Торжок, 1987. 31 с.
18. Методичні рекомендації : Селекція та первинне насінництво льону-довгунцю on the development of flax growing in Ukraine. *Ahrosvit*. 2015. No. 7. P. 13–19.
5. Dosphehov B. A. Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed. Moscow : Agropromizdat, 1985. 351 p.
6. Drozd O. M. Productivity of long flax. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2010. No. 2. P. 25–26.
7. Ilkiv L. A. Current state and efficiency of flax production. *Ekonomichni nauky*. 2018. No. 12. P. 614–618.
8. Yotka O. Yu., Chuchvaha V. I., Kryvosheieva L. M. Significant collection of flax for resistance to fusarium wilt and anthracnose – a source of raw material for breeding. *Henetychni resursy roslin*. 2017. No. 20. P. 73–84.
9. Kostenko N. M. Update of official samples of long flax varieties. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorti roslin*. 2012. No. 2. P. 11–13.
10. Kravchuk V. Prospects for growing fiber flax in Ukraine. *Tekhnika i tehnologii APK*. 2010. No. 11. P. 21–22.
11. Kryvosheieva L. M. The iconic collection of flax is a source of raw material for selection for fiber quality. *Henetychni resursy roslin*. 2011. No. 9. P. 54–60.
12. Limont A. Long flax and the competitiveness of flax growing and its revival. *Tekhnika i tekhnolohii APK*. 2016. No. 11. P. 14–19.
13. Lohinov M. I. Prospects for selection of long flax varieties with high fiber spinning capacity and increased seed productivity. *Visnyk Sums'koho NAU*. 2014. No. 3 (27). P. 201–204.
14. Lohinov M. I. Selection and seed production of flax. Hlukhiv, 2010. 49 p.
15. Makarenko V. Cultures are favorites. *Agroperspektiva*. 2014. No. 4. P. 20–21.
16. Markov I. Secrets of successful cultivation of flax. *Ahrobiznes sododni*. 2015. No. 4. P. 299.
17. Methodical instructions on selection of long flax / A. R. Rogash et al. Torzhok, 1987. 31 p.
18. Methodical recommendations: Selection and primary seed production of flax / M. I. Loginov, V. P. Dynnyk, V. B. Kovalev and others. Glukhiv, 2010.

- /М. І. Логінов, В. П. Динник, В. Б. Ковальов та ін. Глухів, 2010. 50 с.
19. Наукові досягнення в селекції та створення нових сортів льону-довгунцю / М. І. Логінов, Л. М. Кривошиєва., В. І. Кандиба та ін. *Вісник Сумського НАУ*. 2016. № 2 (31). С. 209–213.
20. Наукові основи комплексної переробки стебел та насіння льону олійного / Л. А. Чурсіна та ін. Херсон, 2011. 354 с.
21. Облік шкідників та хвороб сільськогосподарських культур / за ред. В. П. Омелюта. Київ, 1984. 294 с.
22. Примаков О. А., Маринченко І. О., Козоризенко М. П. Шляхи розвитку льонарства в Україні. *Економіка АПК*. 2013. № 11. С. 32–37.
23. Рудік О. Л. Вплив вологозабезпечення на процеси росту та розвитку в умовах півдня України. *Таврійський наук. вісник*. № 98. С. 113–121.
24. Слісарчук М. В. Удосконалення техніки гібридизації льону олійного і льону-довгунцю при створенні нового вихідного матеріалу. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 3. С. 45–49.
25. Сторчоус І. Технологічні основи вирощування льону-довгунцю в Україні. *Агробізнес сьогодні*. 2018. № 11. С. 72–73.
26. Чехова І. В., Чехов С., Шкурко М. П. Вітчизняний ринок льону. *Економіка України*. 2017. № 1. С. 52–63.
27. Чехова І. В. Світовий ринок олійних культур. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 9. С. 71–77.
28. Чучвага В. І., Логінов М. І. Методичні вказівки з фітопатологічної оцінки стійкості селекційного матеріалу льону-довгунцю до фузаріозу. Суми, 2007. 11 с.
29. Чучвага В. І. Патогенність популяції гриба *Fusarium oxysporum* (F. Lini) на різних сортах стійкістю сортів льону-довгунцю в умовах північно-східної частини України. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 1. С. 36–40.
30. Шкарлет С. М., Коробка А. М. Стан та тенденції діяльності підприємств галузі льонарства України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2013. Вип. 1. С. 35–41.
- 50 p.
19. Scientific achievements in breeding and creation of new varieties of long flax / М. І. Lohinov, L. М. Kryvoshyieva, V. І. Kandyba та ін. *Visnyk Sumskoho NAU*. 2016. No. 2 (31). P. 209–213.
20. Scientific bases of complex processing of stalks and seeds of oil flax / L. A. Chursina та ін. Kherson, 2011. 354 p.
21. The accounting of pests and diseases of crops / ed. V. P. Omeliuty. Kyiv : Urozhai, 1984. 296 p.
22. Prymakov O. A., Marynchenko I. O., Kozorizenko M. P. Ways of development of flax growing in Ukraine. *Ekonomika APK*. 2013. No. 11. P. 32–37.
23. Rudik O. L. Influence of moisture supply on growth and development processes in the conditions of the south of Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. No. 98. P. 113–121.
24. Slisarchuk M. V. Improving the technique of hybridization of oil flax and long flax when creating a new source material. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2014. No. 3. P. 45–49.
25. Storchous I. Technological bases of growing flax in Ukraine. *Ahrobiznes sohodni*. 2018. No. 11. P. 72–73.
26. Chekhova I. V., Chekhov S., Shkurko M. P. Domestic flax market. *Ekonomika Ukrainy*. 2017. No. 1. P. 52–63.
27. Chekhova I. V. World market of oilseeds. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2017. No. 9. P. 71–77.
28. Chuchvaga V. I., Loginov M. I. Methodical instructions for phytopathological assessment of the resistance of breeding material of flax to fusarium wilt. Sumy, 2007. 11 p.
29. Chuchvaha V. I. Pathogenicity of the population of the fungus *Fusarium oxysporum* (F. Lini) on different varieties of long flax in the conditions of the north-eastern part of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No. 1. P. 36–40.
30. Shkarlet S. M., Korobka A. M. Status and trends of enterprises of the flax industry of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia*. 2013. Issue 1. P. 35–41.

Отримано 27.08.2020

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ

Глобальні зміни клімату та його вплив на довкілля дають підстави для перегляду енергетичних стратегій та пошуку нових технологічних рішень в галузі відновлювальних джерел енергії (ВДЕ).

У структурі ВДЕ у світі більше 50% займає енергія, отримана з біомаси рослинного походження, – це 15% всієї сукупної енергії, яка використовується.

Україна належить до енергодефіцитних країн, які не в змозі забезпечити енергетичну галузь викопними видами палива, тому для нашої держави є актуальним завдання розвитку альтернативної енергетики.

Перспективним поновлювальним джерелом палива є біомаса трав'янистих і деревних культур. Серед деревних енергетичних культур найбільші плантації засаджені тополями та вербами. Згідно з літературними даними, тополя продуктивніша, ніж верба, оскільки паростки верби чутливі до літньої засухи.

Вплив основних умов середовища та технологій вирощування на врожайність і якість сільськогосподарських культур розкрито в багатьох наукових джерелах. Проте питання щодо впливу технології вирощування та ґрунтово-кліматичних чинників на ріст і розвиток рослин енергетичної верби і тополі в умовах Західного регіону мало вивчене і недостатньо висвітлене в наукових публікаціях, що зумовлює його актуальність.

Результатами досліджень встановлено, що найбільший вихід біопалива верби енергетичної отримано у варіанті з густотою садіння 15 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив, який склав 61 490 кг/га. Вихід енергії при цьому був 983,8 ГДж/га. Внесення мінеральних добрив забезпечило збільшення виходу твердого біопалива в межах від 11 550 до 18 040 кг/га по всіх варіантах досліді.

Найбільший вихід біопалива тополі енергетичної отримано у варіанті з густотою садіння 6,7 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив – 76 450 кг/га. Вихід енергії при цьому – 122,3 ГДж/га. Внесення мінеральних добрив забезпечило збільшення виходу енергії в межах від 227 040 до

285 120 МДж/га по всіх варіантах досліду.

Проведена економічна оцінка вирощування енергетичної верби залежно від густоти насадження і фону живлення виявила, що найінтенсивніше економічний ефект зростає у варіанті з густиною садіння 15 та 12 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив, де було досягнуто прибутку 17,3–17,4 тис. грн/га.

Енергетично найефективнішим серед використаних у дослідженнях був варіант із густиною садіння 12 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив, за якого коефіцієнт енергетичної ефективності досяг 7,4.

Проведена економічна оцінка вирощування енергетичної тополі залежно від густоти насадження і фону живлення засвідчила, що найінтенсивніше економічний ефект зростає у варіанті з густиною садіння 6,7 та 5,6 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив, де було досягнуто прибутку 27,1–27,8 тис. грн/га.

Енергетично найефективнішим серед використаних у дослідженнях був варіант із густиною садіння 5,6 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив, за якого коефіцієнт енергетичної ефективності досяг 9,2.

Ключові слова: верба енергетична, тополя енергетична, вихід енергії, тверде біопаливо.

Voloschuk M., Lys N., Tkatchuk N., Iwaniuk R.

Precarpathian state agricultural experimental station of Institute of agriculture of Carpathian region of NAAS

Economic and energy efficiency of growing bioenergy crops in the western region

Global climate changes and its impact on the environment provide the basis for listing energy strategies and finding new renewable energy solutions (RES).

In the structure of renewable energy sources in the world more than 50% is consumed energy from biomass of vegetable origin and 15% of the total energy used.

Ukraine belongs to energy-deficient countries, which is unable to provide the energy sector with fossil fuels, therefore for our country it is the urgent task - development of alternative energy.

A promising renewable fuel source is biomass of grass and wood crops. Among the energy crops, the largest plantations are poplars and willows. According to the literary data, poplar is more productive than willow, since willow sprouts are susceptible to summer drought.

To date, the influence of the basic conditions of the environment and the technologies of cultivation on the yield and quality of crops is disclosed in many scientific publications and literary sources. However, at present, the question of the impact of cultivating technology and soil-climatic factors on the growth and development of energetic willow and poplar plants in the conditions of the Western region has been studied and insufficiently covered in scientific publications, which highlights the relevance of this issue.

The research results showed that the highest yield of energetic willow biofuel was obtained with a variant with a planting density of 15 thousand units/ha and the application of mineral fertilizers, which amounted 61490 kg/ha. The energy yield for this was 983.8 GJ/ha. Application of mineral fertilizers provides an increase in the yield of solid biofuels in the range from 11550 to 18040 kg/ha in all variants of the experiment.

The highest yield of energetic poplar biofuel was obtained with a planting density of 6.7 thousand units/ha and the application of mineral fertilizers and amounted 76,450 kg/ha. The energy yield for this is 122.3 GJ/ha. Application of mineral fertilizers provides an increase in energy yield in the range from 227040 to 285120 MJ/ha for all variants of the experiment.

The economic assessment of energetic willow cultivation depending on planting density and feeding background showed that the most intensive economic effect grew with planting density of 15 and 12 thousand units/ha and application of mineral fertilizers, where a profit of 17.3 - 17.4 thousand UAH/ha was reached.

The most energy efficient among those used in the research was the option with a planting density of 12 thousand units/ha and the application of mineral fertilizers, at which the energy efficiency ratio reaches 7.4.

The economic assessment of energetic poplar cultivation depending on planting density and feeding background showed that the most intensive economic effect grew with planting density of 6.7 and 5.6 thousand units/ha and the application of mineral fertilizers, where a profit of 27.1 - 27.8 thousand UAH/ha was reached.

The most energy efficient among those used in the research was the option with a planting density of 5.6 thousand units/ha and the application of mineral fertilizers, at which the energy efficiency ratio reaches 9.2.

Key words: energetic willow, energetic poplar, energy yield, solid biofuel.

Вступ. Розвиток світової цивілізації тісно пов'язаний з енергетичними ресурсами, що суттєво впливають на незалежну політику країни.

Враховуючи сучасну енергетичну кризу, породжену нестачею викопних видів палива, все більш актуальним стає питання використання ВДЕ та сталого розвитку економіки. Вдосконалення засад користування природно-ресурсним потенціалом, обґрунтування шляхів ефективного використання його резервів сприяють розв'язанню енергетичних проблем.

В Україні в останнє десятиріччя значна увага приділяється підвищенню ефективності використання біопалива та біоенергії, що дає змогу зменшити залежність національної економіки від імпорту енергоносіїв, знизити її енергоємність і забезпечити економічний розвиток [1, 2, 5, 7].

Одним з основних чинників збалансованого еколого-економічного розвитку України є ефективне використання природних

ресурсів, зокрема ВДЕ, в балансі агропромислового та лісового комплексу країни. Європейські держави досягли 10% забезпечення своїх енергетичних потреб за рахунок відновлювальної енергетики [30]. В Україні цей показник становить лише 4%, однак енергетична стратегія України на період до 2030 р. зобов'язує збільшити частку ВДЕ до 10% [29–30]. Наша держава змушена імпортувати приблизно 65% енергоносіїв. Більшість імпорту припадає на природний газ (79%) та нафтопродукти (66%), ціна на які постійно зростає.

Водночас потенціал України в плані виробництва ВДЕ є досить великим. Перш за все це пов'язано з тим, що Україна володіє дефіцитним у всьому світі ресурсом – землею. Ми маємо велику кількість орних площ, які з певних причин не використовуються в сільськогосподарському виробництві та цілком підійшли б для вирощування біоенергетичних культур. Отже, є всі передумови для створення національного біоенергетичного комплексу, до того ж світове зростання попиту на енергетичні сільськогосподарські культури сприяє підвищенню цін на біоенергетичну сировину, що збільшує пропозицію. Тому сільське господарство України має всі шанси перетворитись на галузь, здатну забезпечити не лише продовольчу, а й, певною мірою, енергетичну безпеку країни [15].

В енергетичному балансі України частка поновлювальних джерел енергії залишається незначною – 2,7%, з яких 1,9% припадає на гідроенергію і лише 0,8% – на біопаливо, енергію вітру та сонця. Отже, великим резервом підвищення відсотка використання біопалива в енергетичному балансі України може стати біопаливо, отримане від вирощування енергетичних рослин.

Залежність економіки України від імпорту енергоносіїв зумовлює необхідність пошуку альтернативних джерел для їх отримання. Вирішення цієї проблеми найближчим часом є надзвичайно актуальним з огляду на те, що через 7–10 років розвідані світові запаси нафти будуть вичерпані на 60–65%, запасів природного газу вистачить лише на 50–60 років, нафти – на 25–30, вугілля – на 500–600 років. Постійно зростаючі тарифи на газ та комунальні послуги ще більше стимулюють пошук, запровадження та використання альтернативних, нетрадиційних джерел енергії.

Збільшення енергоспоживання при зростанні ціни на енергоресурси та збільшення шкідливих викидів в атмосферу роблять розвиток біоенергетики надзвичайно актуальним.

Використанню біомаси як джерела для виробництва біопалива приділяють велику увагу в Німеччині, Польщі, Швеції, Данії.

Серед перспективних культур для зеленої енергетики виокремлюють такі основні енергетичні культури, як енергетична верба [21, 22], тополя [25], міскантус, свічграс, сіда багаторічна. Ці культури є маловимогливими до ґрунтово-кліматичних умов, унаслідок багаторічного беззмінного вирощування покращують структуру ґрунтів, а їх опале листя та кореневі рештки, які залишаються в ґрунті, здатні покращувати його родючість.

Тополя популярна серед деревних рослин в Україні і вважається однією з найбільш швидкорослих. Великого поширення вона набула в період створення вітрозахисних лісосмуг, висаджували її також як зелений фільтр для очищення забрудненого повітря в містах [23].

Застосування тополі надзвичайно різноманітне, але нині її розглядають як культуру, що може бути використана для виробництва твердих видів палива з подальшим отриманням тепла та електроенергії (теплотворна здатність тополі – приблизно 18,5 ГДж/т сухої маси). Вона більш бажана для виробництва біопалива, ніж багато інших деревних культур, з огляду на швидке зростання – до 5 м/р., а іноді й більше (залежно від клону та ґрунтово-кліматичних умов її вирощування), здатність продукувати значну кількість біомаси впродовж короткого періоду часу, високий вміст целюлози і низький – лігніну. На добрих ґрунтах клони тополі можуть давати до 18–20 т/га сухої речовини на рік [9, 25].

Позитивним моментом у вирощуванні тополі є те, що вона може рости в багатьох регіонах, має підвищену адаптивність до ґрунтів, досить високу стійкість до шкідників і легко розмножується вегетативно. Збирають енергетичну тополь переважно в зимовий період, що дає змогу використовувати звільнені технічні засоби, які були задіяні в літньо-осінній період. Наразі в Україні з'явилося багато підприємств, які займаються вирощуванням енергетичної верби, а от досвід промислового вирощування тополі як енергетичної культури для виробництва біопалива мають, на жаль, лише одиниці.

Енергетична верба є основною енергетичною культурою для виробництва твердого палива у світі. Це рослина з дуже високим приростом маси (в 14 разів більшим, ніж ліс, що росте природно). Середній щорічний приріст врожаю з 1 га становить 15–30 т деревини. Заготівлю здійснюють кожні 2–3 роки [10].

Енергетична верба – вид верби (*Salix*), що швидко росте та придатний для використання як біомаса. Ця верба застосовується шляхом прямого спалювання подрібненої біомаси або для виробництва паливних гранул і дає змогу зменшити втрати традиційних джерел енергії. Серед усіх енергетичних рослин у світі

саме верба стала основною енергетичною культурою для виробництва твердого палива [13, 20, 21]. Найбільші плантації верби розташовані у Швеції і складають приблизно 18–20 тис. га. В сусідній Польщі – більше 6 тис. га. В Україні, незважаючи на велику кількість незадіяних земель несільськогосподарського призначення, промислових плантацій енергетичних рослин поки що недостатньо.

Середній приріст маси енергетичної верби – 1,5 м на рік. Збір урожаю відбувається кожні 2–3 роки, період збору врожаю – листопад – лютий, коли опадає листя. Кількість циклів урожаю з однієї посадки – 7–8 разів, після чого можна проводити рекультивацію землі під посадку інших культур або закладати нову плантацію верби.

Саме вербу ефективно застосовують у протиерозійних заходах для укріплення ґрунтів; вона збагачує ґрунти мінералами та мікроелементами, поживними речовинами природного походження; плантації енергетичної верби є природними фільтрами для видалення відходів агропромислового виробництва та застосовуються як буферні зони в місцях накопичення біологічних відходів фермерських господарств; енергетична верба – природний фільтр для очищення ґрунтів від пестицидів [2].

Верби витримують періодичне покриття водою, але не є водяною культурою. Верба виживає і на луках та територіях з періодичним затопленням водою, де вирощування звичайних культур з певних причин ризиковане [28].

Ще однією перевагою при вирощуванні цієї культури є те, що порівняно з традиційними сільськогосподарськими культурами насадження енергетичної верби потребують у 3–5 разів менше елементів живлення та поповнюють запаси органіки в ґрунті завдяки опаді листя. Вони охоплюють корінням значно глибші горизонти ґрунту, ніж, наприклад, зернові культури, отримуючи з них додаткову кількість поживних речовин і вологи. Створені енергетичні плантації значно покращують естетичний, екологічний стан аграрних та урбанізованих ландшафтів, збільшують різноманіття флори та фауни [8, 26].

Насадження верби широко використовують для закріплення берегів рік і схилів ярів, а завдяки високій транспіраційній здатності (інтенсивному випаровуванню вологи з поверхні листової пластинки) їх застосовують для осушення ґрунтів [4, 16, 17]. Проведено низку досліджень та доведено позитивні аспекти використання насаджень енергетичних культур [6, 17, 18].

До пошуків нових, альтернативних джерел енергії учених спонукає багато причин, і одна з них – це екологія. Більшість

енергетичних рослин формують потужну вегетативну масу, яка інтенсивно фотосинтезує, зменшуючи надлишок вуглекислоти в атмосфері і наслідки парникового ефекту антропогенного походження, а коренева система за довготривалого вирощування культури на одному місці збагачує вміст органічної речовини в ґрунті, тим самим підвищуючи його родючість [14, 18, 20, 23].

Матеріали і методи. Науково-дослідна робота проводилась на дослідних полях Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН та в лабораторних умовах.

Ґрунт дослідного поля дерновий опідзолений. Потужність гумусового горизонту становить 40 см. За гранулометричним складом ґрунт грубопилувато-середньосуглинковий. Структура орного шару розпилена (грудкувато-пилувата). Після випадання дощів ці ґрунти можуть запливати, і на них утворюється кірка. Агрохімічна характеристика: рН сольове (потенціометричний) – 4,6, сума увібраних основ (Са+Mg) – 11,4 мг-екв/100 г (за Капшеном), вміст гумусу (за Тюрнімом) – 2,54%, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 79,0, рухомого фосфору (за Кірсановим) – 48,0, рухомого калію (за Кірсановим) – 82,0 мг/кг ґрунту; рухомих форм мікроелементів: бору (за Бергером і Труогом) – 1,00, молібдену (за Грігом) – 0,20, марганцю (за Пейве і Рінькісом) – 48,0 мг/кг ґрунту.

Схема досліду № 1 (табл. 1) передбачає вплив низки факторів на ріст, розвиток і продуктивність культури.

Фактор А – схема розміщення садивних місць: густина садіння – 12, 15, 18 тис. шт./га.

Фактор В – мінеральне живлення.

Дослід закладений в чотириразовій повторності. Площа посівної ділянки – 150 м², облікової – 125 м². Загальна площа ділянок в досліді – 0,36 га.

Згідно зі схемою посадки культури було висаджено в спарені ряди на відстані 0,70 м і з міжряддями 2 м.

1. Схема досліду № 1

Культура	Густина садіння		Мінеральне живлення
Енергетична верба	1	12 тис. шт./га	Без добрив
			N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀
	2	15 тис. шт./га	Без добрив
			N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀
	3	18 тис. шт./га	Без добрив
			N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀

Схема досліді № 2 (табл. 2) також передбачає вплив низки факторів на ріст, розвиток і продуктивність культури.

Фактор А – схема розміщення садивних місць: густина садіння – 8,3; 6,7; 5,6 тис. шт./га.

Фактор В – мінеральне живлення.

Дослід закладений в чотириразовій повторності. Площа посівної ділянки – 150 м², облікової – 125 м². Загальна площа ділянок в досліді – 0,36 га.

Згідно зі схемою посадки культури було висаджено в ряди з відстанню між рядами 3 м.

2. Схема досліді № 2

Культура	Густина садіння		Мінеральне живлення
Енергетична тополя	1	8,3 тис. шт./га	Без добрив
			N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀
	2	6,7 тис. шт./га	Без добрив
			N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀
	3	5,6 тис. шт./га	Без добрив
			N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀

Результати та обговорення. Підготовка ґрунту складалась із таких технологічних операцій: лушення стерні, оранка та передсадильний обробіток. З метою підрізання кореневищ, знищення пирію та інших коренепаросткових бур'янів лушення проводили на глибину 16 см дисковою бороною БДТ-3 в агрегаті з трактором Т-150 К. Наступною технологічною операцією була оранка ґрунту на глибину 22 см.

Через два тижні після оранки було проведено розпушування та вирівнювання ґрунту на глибину 12 см просапним культиватором КПСП-4 із зубовими боронами. Це дало змогу знищити пророслі бур'яни і вирівняти поверхню поля. Перед цією операцією згідно зі схемою досліді були внесені добрива на заплановані ділянки в нормі N₄₀P₃₀₀K₃₀₀.

Для проведення досліджень використовували такі мінеральні добрива: азотні – у вигляді аміачної селітри (34,4% д. р.); калійні – хлористий калій (60% д. р.); фосфорні – суперфосфат гранульований (18,7% д. р.). Добрива на ділянки вносили весною під культивування вручну. Для садіння використовували живці довжиною 22–25 см, діаметром – 0,8–1,00 см. На кожному живці було по 5–12 вічок. Під

час садіння живців бруньки перебували в сплячому стані та стані набубнявіння. Відстань між бруньками – від 2 до 5 см.

Перед садінням живці замочували у воді на 24 години.

Через 12 днів після садіння проводили розпушування ґрунту і знищення бур'янів у міжряддях верби культиватором.

За результатами дослідження доведено, що найбільший вихід біопалива верби енергетичної отримано у варіанті з густотою садіння 15 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив, який склав 61 490 кг/га, що на 8360 кг/га більше порівняно з варіантом із густотою садіння 18 тис. шт./га та на 3520 кг/га більше порівняно з варіантом із густотою садіння 12 тис. шт./га (табл. 3).

Вихід енергії при цьому був 983 840 МДж/га у варіанті з густотою садіння 15 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив, 850 080 МДж/га – у варіанті з густотою садіння 18 тис. шт./га та 927 520 МДж/га – у варіанті з густотою садіння 12 тис. шт./га.

Внесення мінеральних добрив забезпечило збільшення виходу твердого біопалива у межах від 11 550 до 18 040 кг/га по всіх варіантах досліджу.

3. Вихід енергії та твердого біопалива з отриманої біомаси верби енергетичної четвертого року вегетації залежно від густоти насадження і фону живлення

Густота садіння	Мінеральне живлення	Збір сухої маси, т/га	Вихід твердого біопалива, кг/га	Вихід енергії, МДж/га
18 тис. шт./га (крок садіння 40 см)	Без добрив	37,8	41 580	665 280
	$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	48,3	53 130	850 080
15 тис. шт./га (крок садіння 50 см)	Без добрив	39,5	43 450	695 200
	$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	55,9	61 490	983 840
12 тис. шт./га (крок садіння 60 см)	Без добрив	37,9	41 690	667 040
	$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	52,7	57 970	927 520

Найбільший вихід біопалива тополі енергетичної отримано у варіанті з густотою садіння 6,7 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив – 76 450 кг/га, що на 6160 кг/га більше порівняно з варіантом із

густотою садіння 8,3 тис. шт./га та на 3190 кг/га більше порівняно з варіантом із густотою садіння 5,6 тис. шт./га (табл. 4).

4. Вихід енергії та твердого біопалива з отриманої біомаси тополі енергетичної четвертого року вегетації залежно від густоти насадження і фону живлення

Густота садіння	Мінеральне живлення	Збір сухої маси, т/га	Вихід твердого біопалива, кг/га	Вихід енергії, МДж/га
8,3 тис. шт./га (крок садіння 40 см)	Без добрив	51,0	56 100	897 600
	$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	63,9	70 290	1 124 640
6,7 тис. шт./га (крок садіння 50 см)	Без добрив	55,3	60 830	973 280
	$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	69,5	76 450	1 223 200
5,6 тис. шт./га (крок садіння 60 см)	Без добрив	50,4	55 440	887 040
	$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	66,6	73 260	1 172 160

Вихід енергії при цьому був 1 124 640 МДж/га у варіанті з густотою садіння 8,3 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив, 1 223 200 МДж/га – у варіанті з густотою садіння 6,7 тис. шт./га та 1 172 160 МДж/га – у варіанті з густотою садіння 5,6 тис. шт./га.

Внесення мінеральних добрив забезпечило збільшення виходу енергії у межах від 227 040 до 285 120 МДж/га по всіх варіантах досліджу.

Отже, внесення мінеральних добрив забезпечило збільшення виходу твердого біопалива та енергії із верби та тополі енергетичної по всіх варіантах досліджу.

Економічну ефективність вирощування енергетичних культур розраховували, виходячи із затрат на вирощування та реалізаційної ціни біомаси (згідно з реалізаційною ціною ТОВ «Салікс Енерджі») [4]. Проведена економічна оцінка вирощування енергетичної верби залежно від густоти насадження і фону живлення виявила, що найінтенсивніше економічний ефект зростав у варіанті з густотою садіння 15 та 12 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив, де було досягнуто прибутку 17,3–17,4 тис. грн/га (табл. 5).

Для об'єктивнішої оцінки ефективності вирощування різних культур використовують показник енергетичної ефективності технологій їх вирощування – енергетичний коефіцієнт, який

визначають через співвідношення акумульованої енергії у їхньому врожаї з енергією, затраченою на його отримання.

Затрати сукупної енергії на вирощування біоенергетичних культур визначають для кожного агротехнічного заходу. Визначають також енергію, акумульовану в паливно-мастильних матеріалах, добривах, насінні, пестицидах, машинах і механізмах, транспортних засобах.

5. Економічна ефективність вирощування верби енергетичної залежно від густоти насадження і фону живлення

Густина садіння	Мінеральне живлення	Вихід сухої біомаси, т/га	Затрати на вирощування, тис. грн/га	Надходження від реалізації, тис. грн/га	Умовно чистий прибуток, тис. грн
18 тис. шт./га (крок садіння 40 см)	Без добрив	37,8	30,1	35,9	5,8
	N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀	48,3	38,5	45,9	7,4
15 тис. шт./га (крок садіння 50 см)	Без добрив	39,5	27,3	37,5	10,2
	N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀	55,9	35,8	53,1	17,3
12 тис. шт./га (крок садіння 60 см)	Без добрив	37,9	23,6	36,0	12,4
	N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀	52,7	32,7	50,1	17,4

Результати проведених досліджень свідчать, що вирощування енергетичної верби є високоефективним (табл. 6). Витрати енергії на вирощування вербової біомаси при цьому в 5,5–7,4 разу менші, ніж кількість акумульованої в ній енергії.

Енергетично найефективнішим серед використаних у дослідженнях є варіант із густиною садіння 12 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив, за якого коефіцієнт енергетичної ефективності досяг 7,4.

Отримані результати підтверджують висновки інших дослідників, які вивчали енергетичну ефективність сільськогосподарських культур і встановили, що коефіцієнт енергетичної ефективності енергетичної верби достатньо високий [10].

6. Енергетична оцінка вирощування верби енергетичної залежно від густоти насадження і фону живлення

Густина садіння	Мінеральне живлення	Вихід сухої біомаси, т/га	Затрати сукупної енергії, ГДж/га	Вихід енергії, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
18 тис. шт./га (крок садіння 40 см)	Без добрив	37,8	118,0	665,3	5,6
	N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀	48,3	153,8	850,1	5,5
15 тис. шт./га (крок садіння 50 см)	Без добрив	39,5	109,2	695,2	6,4
	N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀	55,9	143,2	983,8	6,9
12 тис. шт./га (крок садіння 60 см)	Без добрив	37,9	94,4	667,0	7,1
	N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀	52,7	125,3	927,5	7,4

Проведена економічна оцінка вирощування енергетичної тополі залежно від густоти насадження і фону живлення засвідчила, що найінтенсивніше економічний ефект зростав у варіанті з густиною садіння 6,7 та 5,6 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив, де було досягнуто прибутку 27,1–27,8 тис. грн/га (табл. 7).

7. Економічна ефективність вирощування тополі енергетичної залежно від густоти насадження і фону живлення

Густина садіння	Мінеральне живлення	Вихід сухої біомаси, т/га	Затрати на вирощування, тис. грн/га	Надходження від реалізації, тис. грн/га	Умовно чистий прибуток, тис. грн
8,3 тис. шт./га (крок садіння 40 см)	Без добрив	51,0	33,1	48,5	15,4
	N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀	63,9	41,7	60,7	19,0
6,7 тис. шт./га (крок садіння 50 см)	Без добрив	55,3	30,1	52,5	22,4
	N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀	69,5	38,9	66,0	27,1
5,6 тис. шт./га (крок садіння 60 см)	Без добрив	50,4	26,8	47,9	21,1
	N ₄₀ P ₃₀₀ K ₃₀₀ + N ₄₀	66,6	35,5	63,27	27,8

Результати проведених досліджень свідчать, що витрати енергії на вирощування біомаси з тополі енергетичної при цьому в 7,2–9,2 разу менші, ніж кількість акумульованої в ній енергії.

Енергетично найефективнішим серед використаних у дослідженнях є варіант із густрою садіння 5,6 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив, за якого коефіцієнт енергетичної ефективності досяг 9,2 (табл. 8).

8. Енергетична оцінка вирощування тополі енергетичної залежно від густоти насадження і фону живлення

Густина садіння	Мінеральне живлення	Вихід сухої біомаси, т/га	Заграти сукупної енергії, ГДж/га	Вихід енергії, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
8,3 тис. шт./га (крок садіння 40 см)	Без добрив	51,0	120,1	897,6	7,5
	$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	63,9	155,8	1124,6	7,2
6,7 тис. шт./га (крок садіння 50 см)	Без добрив	55,3	111,4	973,3	8,7
	$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	69,5	145,9	1223,2	8,4
5,6 тис. шт./га (крок садіння 60 см)	Без добрив	50,4	96,4	887,0	9,2
	$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	66,6	127,1	1172,2	9,2

Висновки. Найбільший вихід біопалива верби енергетичної отримано у варіанті з густрою садіння 15 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив, який склав 61 490 кг/га. Вихід енергії при цьому був 983,8 ГДж/га. Внесення мінеральних добрив забезпечило збільшення виходу твердого біопалива в межах від 11 550 до 18 040 кг/га по всіх варіантах досліджу.

Найбільший вихід біопалива тополі енергетичної отримано у варіанті з густрою садіння 6,7 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив – 76 450 кг/га. Вихід енергії при цьому був 122,3 ГДж/га. Внесення мінеральних добрив забезпечило збільшення виходу енергії у межах від 227 040 до 285 120 МДж/га по всіх варіантах досліджу.

Проведена економічна оцінка вирощування енергетичної верби залежно від густоти насадження і фону живлення виявила, що найінтенсивніше економічний ефект зростав у варіанті з густотою садіння 15 та 12 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив, де було досягнуто прибутку 17,3–17,4 тис. грн/га.

Енергетично найефективнішим серед використаних у дослідженнях був варіант із густотою садіння 12 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив, за якого коефіцієнт енергетичної ефективності досяг 7,4.

Проведена економічна оцінка вирощування енергетичної тополі залежно від густоти насадження і фону живлення засвідчила, що найінтенсивніше економічний ефект зростав у варіанті з густотою садіння 6,7 та 5,6 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив, де було досягнуто прибутку 27,1–27,8 тис. грн/га.

Список використаної літератури

1. Бойко І. І. Перспективи вирощування енергетичної верби для виробництва твердого біопалива. *Біоенергетика*. 2017. № 1 (9). С. 24–26.
2. Гнап І. В. Інтродукція сортів енергетичної верби та удосконалення технології їх вирощування в Західному Поліссі : дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09. Київ, 2019. 20 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва, 1985. 351 с.
4. Енергетична верба: технологія вирощування та використання / М. В. Роїк та ін. Вінниця, 2015. 340 с.
5. Кравчук В. На шляху до створення плантацій енергетичних культур. *Техніка і технології АПК*. 2013. № 2. С. 31–34.
6. Лис Н. М., Фучило Я. Д., Ткачук Н. Л. Вплив густоти і внесення мінеральних добрив на ріст і продуктивність плантацій енергетичної верби в умовах Прикарпаття. *Біоенергетика*. 2018. № 2 (12). С. 19–21.
7. Макарченко В. Енергетичні культури в Україні. *Agroexpert: практичний посібник аграрія*. 2012. № 9. С. 114–117.

References

1. Boiko I. I. Perspektyvy vyroshchuvannya enerhetychnoi verby dlia vyrobnytstva tverdoho biopalyva. *Bioenerhetyka*. 2017. No. 1 (9). S. 24–26.
2. Hnap I. V. Introduktsiia sortiv enerhetychnoi verby ta udoskonalennia tekhnologii yikh vyroshchuvannya v Zakhidnomu Polissi : dys. ... kand. s.-h. nauk : spets. 06.01.09. Kyiv, 2019. 20 s.
3. Dospekhov B. A. Metodyka polevoho opyta (s osnovamy statystycheskoi obrabotky rezultatov yssledovanyi). 5-e yzd., dop. u pererab. Moskva, 1985. 351 s.
4. Enerhetychna verba: tekhnolohiia vyroshchuvannya ta vykorystannia / M. V. Roik ta in. Vinnytsia, 2015. 340 s.
5. Kravchuk V. Na shliakhu do stvorennia plantatsii enerhetychnykh kultur. *Tekhnika i tekhnologii APK*. 2013. No. 2. S. 31–34.
6. Lys N. M., Fuchylo Ya. D., Tkachuk N. L. Vplyv hustoty i vnesennia mineralnykh dobrovy na rist i produktyvnist plantatsii enerhetychnoi verby v umovakh Prykarpattia. *Bioenerhetyka*. 2018. No. 2 (12). S. 19–21.
7. Makarchenko V. Enerhetychni kultury v Ukraini. *Agroexpert: praktychnyi posibnyk ahrariia*. 2012. S. 114–117.

8. Методологія дослідження енергетичних плантацій верб і тополь / Я. Д. Фучило та ін. Київ, 2018. 137 с.
9. Роїк М. В. Перспективи вирощування енергетичної верби для виробництва біопалива. *Зб. наук. праць Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2011. Вип. 12. С. 142–148.
10. Роїк М. В. Перспективи вирощування енергетичної верби для виробництва твердого біопалива. *Біоенергетика*. 2013. № 2. С. 18–19.
11. Роїк М. В. Перспективи розвитку біоенергетики в Україні. *Цукрові буряки*. 2012. № 23. С. 68.
12. Роїк М. В. Роль і місце фітоенергетики в паливно-енергетичному комплексі України. *Цукрові буряки*. 2011. № 1. С. 6–7.
13. Ружило З. Альтернатива природним вуглеводням. *Механізація сільського господарства*. 2011. № 2. С. 15–18.
14. Савіна С. С. Проблеми і перспективи розвитку виробництва біопалива в Україні. *Зб. наук. праць ВНАУ. Сер.: Економічні науки*. 2011. № 1 (48). С. 166–171.
15. Сінченко В. М., Гнап І. В. Вплив основних елементів живлення на продуктивність енергетичної верби. *Біоенергетика*. 2018. № 1. С. 9–12.
16. Сінченко В. М., Пиркін В. І., Гнап І. В. Управління технологічними процесами вирощування енергетичної верби. *Біоенергетика*. 2016. № 2. С. 6–10.
17. Ткачук Н. Л. Вихід енергії та твердого біопалива з отриманої біомаси тополі енергетичної залежно від густоти насадження і фону живлення. *Зб. наук. праць міжнар. наук.-практ. конф. Подільського держ. агро-техніч. ун-ту*. 2019. Ч. I. С. 157.
18. Умови, необхідні для вирощування енергетичної верби / В. М. Сінченко та ін. *Біоенергетика*. 2017. № 2. С. 9–13.
19. Фучило Я. Д., Лис Н. М., Ткачук Н. Л. Ріст і продуктивність
8. Metodolohiia doslidzhennia enerhetychnykh plantatsii verb i topol / Ya. D. Fuchylo ta in. Kyiv, 2018. 137 s.
9. Roik M. V. Perspektyvy vyroshchuvannia enerhetychnoi verby dlia vyrobnytstva biopalyva. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*. 2011. Vyp. 12. S. 142–148.
10. Roik M. V. Perspektyvy vyroshchuvannia enerhetychnoi verby dlia vyrobnytstva tverdogo biopalyva. *Bioenerhetyka*. 2013. No. 2. S. 18–19.
11. Roik M. V. Perspektyvy rozvytku bioenerhetyky v Ukraini. *Tsukrovi buriaki*. 2012. № 23. S. 68.
12. Roik M. V. Rol i mistse fitoenerhetykiv palyvno enerhetychnomu kompleksі Ukrainy. *Tsukrovi buriaki*. 2011. No. 1. S. 6–7.
13. Ruzhlyo Z. Alternatyva pryrodnym vuhlevodnyam. *Mekhanizatsiia silskoho hospodarstva*. 2011. No. 2. S. 15–18.
14. Savina S. S. Problemy i perspektyvy rozvytku vyrobnytstva biopalyva v Ukraini. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Serii: Ekonomichni nauky*. 2011. No. 1 (48). S. 166–171.
15. Sinchenko V. M., Pyrkin V. I., Hnap I. V. Upravlinnia tekhnolohichnymy protsesamy vyroshchuvannia enerhetychnoi verby. *Bioenerhetyka*. 2016. No. 2. S. 6–10.
16. Sinchenko V. M., Hnap I. V. Vplyv osnovnykh elementiv zhyvlennia na produktyvnist enerhetychnoi verby. *Bioenerhetyka*. 2018. No. 1. S. 9–12.
17. Tkachuk N. L. Vykhid enerhii ta tverdogo biopalyva z otrymanoi biomasy topoli enerhetychnoi zalezho vid hustoty nasadzhenia i fonu zhyvlennia. *Zbirnyk naukovykh prats mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii Podilskoho derzhavnogo ahro-tekhnichnoho universytetu*. 2019. Chastyna I. S. 157.
18. Umovy, neobkhidni dlia vyroshchuvannia enerhetychnoi verby / V. M. Sinchenko ta in. *Bioenerhetyka*. 2017. No. 2. S. 9–13.
19. Fuchylo Ya. D., Lys N. M., Tkachuk N. L., Ivaniuk R. S. Rist i

- енергетичних плантацій верби в умовах Прикарпаття. *Зб. наук. праць Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2019. Вип. 27. С. 115–122.
20. Фучило Я. Д., Літвін В. М., Сбитна В. М. Плантаційне вирощування тополі в умовах Київського Полісся. Київ, 2012. 214 с.
21. Фучило Я. Д. Особливості вирощування енергетичної верби. *Біоенергетика*. 2016. № 1. С. 11–13.
22. Фучило Я. Д. Перспективи вирощування енергетичної верби. *Сучасні аграрні технології*. 2013. № 7. С. 69–71.
23. Фучило Я. Д., Сбитна М. В. Верби України (біологія, екологія, використання). Київ, 2009. 200 с.
24. Фучило Я. Енергетична верба – перспективи вирощування в Україні. *Новини агротехніки*. 2013. № 1/2. С. 30–31.
25. Хіврич О. Тополя на біопаливо: особливості технології вирощування. *Пропозиція*. 2016. № 1. С. 66.
26. Чурілов Д. Г. Державне регулювання ринку твердого біопалива як один із чинників збалансованого природокористування. *Вісник Полтав. держ. аграрної акад.* 2012. № 2. С. 89–93.
27. Шевчук Р. Біоенергетичні культури для Полісся. *Аграрний тиждень. Україна*. 2013. № 31/32. С. 13–14.
28. Шершун М. Х. Еколого-економічні особливості розвитку біоенергетики в зоні Полісся. *Економіка АПК*. 2012. № 9. С. 19–23.
29. Щербина О. М. Верба енергетична: Використання та вирощування. Ужгород, 2011. 104 с.
30. McCracken A. R., Dawson W. M. Interaction of willow (*Salix*) clones growing in mixtures. *Tests of Agrochemicals and Cultivars*. 2019. P. 54–55.
- produktivnist enerhetychnykh plantatsii verby v umovakh Prykarpattia. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*. 2019. Vyp. 27. S. 115–122.
20. Fuchylo Ya. D., Litvin V. M., Sbytna V. M. Plantatsiine vyroshchuvannya topoli v umovakh Kyivskoho Polissia. Kyiv, 2012. 214 s.
21. Fuchylo Ya. D. Osoblyvosti vyroshchuvannya enerhetychnoi verby. *Bioenerhytika*. 2016. No. 1. S. 11–13.
22. Fuchylo Ya. D. Perspektyvy vyroshchuvannya enerhetychnoi verby. *Suchasni ahraryni tekhnolohii*. 2013. No. 7. S. 69–71.
23. Fuchylo Ya. D., Sbytna M. V. Verby Ukrainy (biolohiia, ekolohiia, vykorystannia). Kyiv, 2009. 200 s.
24. Fuchylo Ya. Enerhetychna verba – perspektyvy vyroshchuvannia v Ukraini. *Novyny ahrotekhniky*. 2013. No. 1/2. S. 30–31.
25. Khivrych O. Topolia na biopalyvo: osoblyvosti tekhnolohii vyroshchuvannia. *Propozysiiia*. 2016. No. 1. P. 66.
26. Churilov D. H. derzhavne rehuliuвання rynku tverdogo biopalyva yak odyn iz chynnykiv zbalansovanoho pryrodokorystuvannia. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarynoi akademii*. 2012. No. 2. S. 89–93.
27. Shevchuk R. Bioenerhetychni kultury dlia Polissia. *Ahraryni tyzhden Ukraina*. 2013. No. 31/32. S. 13–14.
28. Shershun M. Kh. Ekoloho-ekonomichni osoblyvosti rozvytku bioenerhetyky v zoni Polissia. *Ekonomika APK*. 2012. No. 9. S. 19–23.
29. Shcherbyna O. M. Verba enerhetychna: *Vykorystannia ta vyroshchuvannia*. Uzhhorod, 2011. 104 s.
30. McCracken A. R., Dawson W. M. Interaction of willow (*Salix*) clones growing in mixtures. *Tests of Agrochemicals and Cultivars*. 2019. S. 54–55.

Отримано 26.08.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-4

УДК 633.15:631.555:631.811

О. П. ВОЛОЩУК, доктор сільськогосподарських наук

О. Ф. СТАСІВ, кандидат економічних наук

В. В. ГЛИВА, кандидат сільськогосподарських наук

Г. С. ГЕРЕШКО, науковий співробітник

М. О. ПАЩАК, аспірант

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл., 81115, e-mail: olexandravoloschuk53@gmail.com

ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД РІЗНИХ НОРМ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ У ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

У світовому рослинництві кукурудза посідає третє місце після пшениці й рису і використовується для технічних цілей – 15–20%, на корм худобі – 60–65%. Вона економічно вигідна на аграрному ринку, для України – це експортно орієнтована культура, попит на яку на внутрішньому ринку становить приблизно третину її загального виробництва, тому її більше реалізують на зовнішньому. Ефективне використання генетичних можливостей нових гібридів дає змогу підвищити продуктивність і є головним резервом збільшення валових зборів кукурудзи. Правильний добір гібридів різних груп стиглості з високим потенціалом врожайності та підвищеною адаптивністю до несприятливих абіотичних факторів певної зони вирощування – дуже важливе завдання як для селекції, так і для насінництва культури.

За останні роки спостерігається помітне зростання кількості гібридів кукурудзи в Державному реєстрі сортів рослин України, які вирізняються за тривалістю вегетаційного періоду, висотою рослин, стійкістю до загущення, хвороб, посухи, реакцією на зміни рівня живлення рослин, водного режиму та ін.

У статті представлено результати досліджень з особливостей формування структури рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Науково обґрунтовано, що продуктивність гібридів забезпечується їх біологічними властивостями позитивно реагувати на погодні фактори, які складаються, та на рівень мінерального живлення рослин.

У погодних умовах 2019, 2020 рр. на сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах Західного Лісостепу урожайність зеленої маси гібридів кукурудзи варіювала від 42,4–44,0 т/га (контроль – без добрив), до 54,8–58,9 т/га – за норми внесення $N_{120}P_{60}K_{60}$ і 61,1–71,5 т/га – за $N_{150}P_{90}K_{90}$.

Найвищу урожайність зерна (7,49–7,83 т/га) забезпечили гібриди кукурудзи на фоні мінерального живлення $N_{150}P_{90}K_{90}$. Залежно від групи

© Волощук О. П., Стасів О. Ф.,
Глива В. В., Герешко Г. С., Пащак М. О., 2020

стиглості й норми висіву насіння різниця між гібридами та контролем становила 3,14 т/га (ранньостиглі) і 3,25 т/га (середньоранні).

За норми внесення мінеральних добрив $N_{150}P_{90}K_{90}$ гібриди ранньостиглої групи сформували масу 1000 насінин вищу на 5,7% порівняно з середньоранньою. Стабільно високою за усіх рівнів живлення вона була в гібридів ранньостиглої групи ДН Меотида (259, 274, 286 г) та середньоранньої Оржиця 237 МВ (269, 312, 322 г).

Ключові слова: кукурудза, гібрид, ФАО, погодні фактори, урожайність зеленої маси, зерна, маса 1000 зерен.

Voloshchuk O., Stasiv O., Hlyva V., Hereshko H., Pashchak M.

Institute of Agriculture of Carpathian region of NAAS

Productivity of maize hybrids in the western Forest-Steppe of Ukraine depending from different norms of mineral fertilizer application

In the world crop production, corn takes third place after wheat and rice, where about 15–20% of grain is used for technical purposes, for livestock feeding – 60–65%. It is the most profitable in the agricultural market, for Ukraine it is an export-oriented culture, the demand of which in the domestic market is about one third of its total production, and is more sold on the external market. The effective use of the genetic capabilities of new hybrids can increase productivity and is the main reserve for increasing gross harvests of corn. The correct selection of hybrids of different ripeness groups with a high yield potential and increased adaptability to the unfavorable abiotic factors of a particular growing zone is a very important task for both breeding and seed production.

In recent years, there has been a noticeable increase in the number of corn hybrids in the State Register of Plant Varieties of Ukraine, which differ in the length of the growing season, plant height, resistance to thickening, disease, drought, reaction to changes in plant nutrition, water regime, etc.

The article presents the results of studies on the features of the formation of the structure of plants of maize hybrids of various ripeness groups. It is scientifically substantiated that the performance of hybrids is ensured by their biological properties to respond positively to weather factors that comprise the level of mineral nutrition of plants.

In weather conditions 2019, 2020 on gray forest superficially gleyed soils of the western Forest-Steppe, the yield of green mass of maize hybrids varied from 42,4–44,0 t/ha (control - without fertilizers), to 54,8–58,9 t/ha - at an application rate of $N_{120}P_{60}K_{60}$ and 61,1–71,5 t/ha - by $N_{150}P_{90}K_{90}$.

The highest grain yield (7,49–7,83 t/ha) was provided by maize hybrids against the background of mineral nutrition $N_{120}P_{60}K_{60}$. Depending on the ripeness group and the seeding rate, the difference between the hybrids was 3,14 (early maturing) and 3,25 (mid-early) t/ha to the control.

At the rate of application of mineral fertilizers $N_{150}P_{90}K_{90}$, the hybrids of the early maturing group formed a weight of 1000 seeds higher by 5,7% compared to the middle one. It was consistently high at all levels of nutrition in hybrids of the

early maturing group DN Meotyda (259, 274, 286 g); in the mid-early - Orzhytysya 237 MV (269, 312, 322 g).

Key words: maize, hybrid, FAO, weather factors, yield of green mass, grain, weight of 1000 grains.

Вступ. У світовому землеробстві кукурудза займає приблизно 130 млн га, валові збори її зерна перевищують 470 млн т. Найбільші посівні площі цієї культури зосереджені в США – приблизно 30 млн га, Бразилії – до 12 млн га, Індії – 6 млн га, Румунії – 3 млн га [33]. Цю культуру вирощують як зернову, кормову і технічну, оскільки вона характеризується універсальністю використання і високою врожайністю. Вітчизняною селекцією запропоновано залежно від співвідношення періоду вегетації і температурного режиму п'ять груп стиглості гібридів: ранньостиглі (90–100 діб – FAO 150–199), середньоранні (100–110 діб – FAO 200–299), середньостиглі (110–120 діб – FAO 300–399), середньопізні (120–130 діб – FAO 400–500), пізньостиглі (130–140 діб – FAO 501–600) [4, 14–16, 26, 28, 29].

Вченими встановлено, що поєднати високу врожайність та стабільність прояву цієї ознаки за різних умов вирощування практично неможливо, оскільки гібриди з FAO до 390 мають у більшості випадків вищу стабільність урожайності, й, навпаки, гібриди з FAO понад 400 різко знижують продуктивність при порушенні оптимуму умов вирощування [5, 7, 9, 18, 22, 27, 32, 34].

У виробництві доцільно використовувати гібриди з різними типами реакції на мінливість умов середовища, у тому числі інтенсивного типу – для одержання максимальних урожаїв у не лімітованих умовах; гомеостатичні – для отримання гарантованого врожаю на гірших і стресових фонах; середньопластичні – для стабільних урожаїв на полях із нестабільним агрофоном. Важливу роль у забезпеченні високих урожаїв зерна гібридів кукурудзи відіграє їх пристосованість до умов зовнішнього середовища, які постійно варіюють. Різноманітність умов вирощування кукурудзи потребує певних екологічних характеристик гібридів. Створення форм, які поєднували б високу потенціальну продуктивність і генетично зумовлену стійкість чи пристосованість до різних ґрунтово-кліматичних умов, є одним з основних завдань [2, 3, 11, 19, 31].

Дотримання науково обґрунтованого співвідношення гібридів є важливим резервом підвищення рівня врожайності і надійного дозрівання зерна кукурудзи, що дає змогу скоротити енерговитрати при збиральній і після збиральній доробці урожаю. Для зони Степу пріоритетними є такі групи стиглості: ранньостигла, середньорання і

середньостигла, для Лісостепу – ранньостигла і середньорання, для Полісся – ранньостигла [6, 12, 13, 21, 30].

Оскільки середня врожайність гібридів кукурудзи в зоні Західного Лісостепу залишається невисокою, добір гібридів різних груп стиглості з потенціалом продуктивності 12–16 т/га та підвищеною адаптивністю до несприятливих абіотичних факторів належить до актуальних питань і є значним резервом збільшення валових зборів.

Мета досліджень полягала в науковому обґрунтуванні та комплексній оцінці зернової продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості за норм внесення мінеральних добрив у зоні Західного Лісостепу України.

Матеріали і методи. Досліджували гібриди кукурудзи ранньостиглої групи (ФАО 150–199) – Почаївський 190 МВ, ДН Меотида та середньоранньої (ФАО 200–299) – ДН Хортиця, Оржиця 237 МВ. Оригіатор – ДУ Інститут зернових культур НААН України. Рівні живлення рослин: контроль (без добрив), $N_{120}P_{60}K_{60}$, $N_{150}P_{90}K_{90}$.

Польові дослідження проводили в сівозміні лабораторії насіннезнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Загальна площа ділянки – 39 м², облікова – 25 м². Повторність – чотириразова.

Ґрунт дослідних ділянок – сірий лісовий поверхнево оглешений легкосуглинковий, який характеризувався такими показниками: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 1,9%, рН сольової витяжки (потенціометричний метод) – 4,8, гідролітична кислотність (за Каппеном – Гільковицем) – 2,91 мг екв/100 г ґрунту, вміст рухомого фосфору і калію (за Кірсановим) – 98 і 85 мг на 1 кг ґрунту, лужногідролізованого азоту (за Корнфільдом) – 87 мг на 1 кг ґрунту.

Технологія вирощування кукурудзи в досліді загальноприйнята для ґрунтово-кліматичних умов зони Західного Лісостепу. Попередник – озимі зернові. Строк сівби – оптимальний (друга декада травня), спосіб сівби – широкорядний (70 см), норма висіву: ранньостиглих гібридів (ФАО 150–199) – 80 тис. схож. нас./га, середньоранніх (ФАО 200–299) – 75 тис. схож. нас./га.

Для знищення бур'янів на посівах кукурудзи вносили досходовий гербіцид «Дуал голд» (1,0–1,6 л/га) та післясходовий «Майс тер пауер» (1,5 л/га).

Фенологічні спостереження проводили із відзначенням таких фенофаз вегетації: сходи, викидання волоті, початок і повне цвітіння волоті та качанів, молочна, молочно-воскова та повна стиглість зерна. Визначали польову схожість насіння та густоту рослин [10].

Вимірювали висоту рослин та висоту прикріплення нижнього розвинутого із зерном качана (відстань від поверхні ґрунту до місця прикріплення).

Облік урожаю зеленої маси вели поділяючно шляхом збирання рослин в снопи і їх зважування. Збирання та облік урожаю зерна гібридів кукурудзи проводили вручну. Качани з кожної ділянки звільняли від обгорток і зважували.

За середньою кількістю качанів 25 шт. з кожного варіанта визначали довжину качана (см), вагу 1000 зерен (г) та урожайність з 1 га в перерахунку на 14-відсоткову вологість [1].

Опрацювання та узагальнення результатів досліджень проводили на комп'ютері з використанням програми «Microsoft Excel». Одержані дані обробляли методом дисперсійного аналізу за Б. О. Доспеховим [7]; економічну ефективність оцінювали за методикою, рекомендованою для досліджень у сільськогосподарській галузі (Г. В. Лоза, Е. Я. Удовенко, В. Е. Вовк [и др.], 1980) [17].

Результати та обговорення. Погодні умови вегетаційних періодів 2019–2020 рр. були нетиповими і відрізнялися від середньобіогатричних показників. Перехід температури повітря в ці роки через 5°C відбувся в першій декаді березня, а через 10°C – у другій декаді квітня, тому строки сівби кукурудзи було перенесено на першу декаду травня.

Залежно від якості висіяного насіння його польова схожість варіювала від 86 до 89%. Початок сходів в усіх гібридів відзначено через 12 діб після сівби – 04.05, а повні зафіксовано через 14 днів (18.05). Фаза викидання волоті в групі ранньостиглих гібридів на контрольному варіанті наступила 13.07–14.07, а в середньоранніх – 15.07–17.07. Початок цвітіння волоті й качанів у ранньостиглих гібридів спостерігали, відповідно, 14–15.07 й 15–16.07, а в середньоранніх – 16–18.07 й 17–20.07. Повне цвітіння волоті в групі ранньостиглих гібридів зафіксовано 16–17.07, а в групі середньоранніх – 18–20.07. Повне цвітіння качанів відмічено 17–19.07 в ранньостиглих гібридів і 20–22.07 – в середньоранніх. Фаза молочної стиглості в ранньостиглих гібридів кукурудзи наступила 06–07.08, а через 8 днів відмітили настання молочно-воскової стиглості, в групі середньоранніх гібридів ці фази відзначено, відповідно, 09–10.08 та 16–20.08. Воскову стиглість зерна в ранньостиглій групі гібридів зафіксовано 22–26.08, а повну – 12–16.09. В середньоранній групі гібридів кукурудзи настання повної стиглості зерна відмічено 16–20.09

За нашими спостереженнями, тривалість вегетаційного періоду гібридів ранньостиглої групи становила 132–136 діб, а середньоранньої – 136–140 діб.

Однією з важливих морфологічних ознак, за якими можна характеризувати реакцію гібридів на зміни умов живлення, є темпи росту рослин у висоту. Дані табл. 1 підтверджують, що найменшу висоту рослин (235,0–238,2 см) у повну стиглість зерна кукурудзи спостерігали в гібридів на контролі (без добрив). Кращий рівень живлення рослин за внесення норми $N_{120}P_{60}K_{60}$ обумовлював ріст гібридів у висоту порівняно з попереднім варіантом на 3,8–6,3% (р), а за норми $N_{150}P_{90}K_{90}$ – на 5,8–9,9%.

1. Висота рослин гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (середнє за 2019–2020 рр.)

Гібрид	Висота рослин, см			Приріст до контролю			
				$N_{120}P_{60}K_{60}$		$N_{150}P_{90}K_{90}$	
	контроль (без добрив)	$N_{120}P_{60}K_{60}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$	см	%	см	%
Ранньостиглі (ФАО 150–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га)							
Почаївський 190 МВ	234,1	242,4	248,6	8,3	3,5	14,5	6,2
ДН Меотида	235,8	245,3	248,5	9,5	4,0	12,7	5,4
Середнє	235,0	244,0	248,6	8,9	3,8	13,6	5,8
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас./га)							
ДН Хортиця	237,8	252,5	260,2	14,7	6,2	22,4	9,4
Оржиця 237 МВ	238,5	253,6	263,1	15,1	6,3	24,6	10,3
Середнє	238,2	253,1	261,7	14,6	6,3	23,5	9,9
$HP_{0,05}$	1,5	2,0	2,6				

Під впливом норм висіву насіння цей показник також змінювався, вищими на 13,1 см були рослини за норми 75 тис. схож. нас./га.

Висота прикріплення нижнього розвинутого (із зерном) качана в ранньостиглих гібридів на контрольному варіанті (без добрив) перебувала в межах 64,0–67,0 см ($HP_{0,05} = 1,0$ см) (табл. 2).

2. Висота прикріплення нижнього качана в рослин гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (середнє за 2019–2020 рр.)

Гібрид	Висота прикріплення качана, см			Приріст до контролю			
	контроль (без добрив)	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀		N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	
				см	%	см	%
Ранньостиглі (ФАО 150–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га)							
Почаївський 190 МВ	64	75	86	11	17,2	22	34,4
ДН Меотида	64	76	90	12	18,8	26	40,6
Середнє	64	75	94	12	18,0	24	37,5
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас./га)							
ДН Хортиця	66	80	95	14	21,2	29	43,9
Оржиця 237 МВ	67	84	97	17	25,4	30	44,8
Середнє	67	78	96	16	23,3	30	44,4
НІР _{0,05}	1,0	1,1	1,2				

На варіанті з внесенням мінеральних добрив у нормі N₁₂₀P₆₀K₆₀ спостерігали збільшення відстані на 12,0–16,0 см (НІР_{0,05} = 1,1 см) порівняно з контролем (без добрив), а за вищого рівня живлення рослин N₁₂₀P₉₀K₉₀ – на 24–30 см за НІР_{0,05} = 1,2 см.

Залежно від біологічних особливостей гібридів, групи стиглості, рівнів живлення рослин та норм висіву насіння довжина качана змінювалася (табл. 3).

У гібридів ранньостиглої групи довжина качана становила в середньому 20 см на контролі (без добрив) за НІР_{0,05} = 0,5 см. На варіанті внесення мінеральних добрив у нормі N₁₂₀P₉₀K₉₀ – 22 см (НІР_{0,05} = 0,7 см). На найвищому фоні мінерального живлення рослин довжина качана гібридів була більшою до попереднього фону на 1–2 см (НІР_{0,05} = 1,0 см).

3. Структурні показники качана гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (середнє за 2019–2020 рр.)

Гібрид	Довжина качана, см				Кількість рядів у качані, шт.				Кількість зерен в качані, шт.			
	контроль (без добрив)	N _{120P₆₀K₆₀}	N _{150P₉₀K₉₀}	середнє	контроль (без добрив)	N _{120P₆₀K₆₀}	N _{150P₉₀K₉₀}	середнє	контроль (без добрив)	N _{120P₆₀K₆₀}	N _{150P₉₀K₉₀}	середнє
Ранньостиглі (FAO 150–199)												
(норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га)												
Почайівський 190 МВ	20	21	23	21	12	14	14	13	660	714	805	726
ДН Меотіда	20	22	24	22	12	12	14	13	662	768	810	747
Середнє	20	22	24	22	12	13	14	13	661	741	808	737
Середньоранні (FAO 200–299)												
(норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас./га)												
ДН Хорліця	19	22	23	21	14	16	18	16	673	842	943	796
Оржіця 237 МВ	20	21	23	22	14	16	16	15	680	840	966	829
Середнє	20	22	23	22	14	16	17	16	677	841	955	813
НР _{0,05}	0,5	0,7	1,0	0,6	0,4	0,2	0,6	0,6	37	52	43	

Кількість рядів у качані залежала від морфологічних ознак гібриду, однак під впливом мінерального живлення рослин спостерігали їх збільшення. Якщо на контролі (без добрив) їх кількість становила в гібридів ранньостиглої групи (ФАО 150–199, норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га) – 12 шт./кач. і середньоранньої (ФАО 200–299, норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас./га) – 14 шт./кач. ($НІР_{0,05} = 0,4$ шт./кач.), то у варіанті з нормою внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$ – 13 і 16 шт./кач. ($НІР_{0,05} = 0,2$ шт./кач.), а за $N_{150}P_{90}K_{90}$ – 14 і 17 шт./кач. ($НІР_{0,05} = 0,6$ шт./кач.).

Залежно від рядів у качані та зерен у рядку кількість насінин у качані була різною, найменша в середньому – на контролі (без добрив) – 661 (рс) і 677 шт. (ср) ($НІР_{0,05} = 37$ шт.); на фоні $N_{120}P_{60}K_{60}$ вона була більшою, відповідно, 741 і 841 шт. ($НІР_{0,05} = 52$ шт.), а на $N_{150}P_{90}K_{90}$ – 808 і 945 шт. ($НІР_{0,05} = 43$ шт.).

Урожайність зеленої маси у фазу молочної стиглості качанів на контролі (без добрив) у гібридів ранньостиглої групи становила 42,4 т/га, середньоранньої – 44,0 т/га ($НІР_{0,05} = 1,75$ т/га) (табл. 4).

4. Урожайність зеленої маси гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (середнє за 2019–2020 рр.)

Гібрид	Врожайність зеленої маси, т/га			Приріст до контролю			
	контроль (без добрив)	$N_{120}P_{60}K_{60}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$	$N_{120}P_{60}K_{60}$		$N_{150}P_{90}K_{90}$	
				т/га	%	т/га	%
Ранньостиглі (ФАО 150–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га)							
Почайвський 190 МВ	44,2	57,6	62,3	13,4	30,3	18,1	41,0
ДН Меотида	40,5	51,9	59,9	11,4	28,1	19,4	47,9
Середнє	42,4	54,8	61,1	12,4	29,2	18,9	44,5
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас./га)							
ДН Хортиця	42,3	58,7	70,6	17,4	55,6	19,3	61,7
Оржиця 237 МВ	45,6	59,1	72,3	18,5	18,0	10,7	25,7
Середнє	44,0	58,9	71,5	18,0	36,8	15,0	43,7
$НІР_{0,05}$	1,75	1,80	2,00				

За норми внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$ цей показник був вищим порівняно з контролем, відповідно, на 12,4 і 14,9 т/га, або на 29,2 і 33,8%, за $HP_{0,05} = 1,80$ т/га.

Збільшення норми внесення мінеральних добрив до $N_{150}P_{90}K_{90}$ сприяло наростанню зеленої маси рослин гібридів кукурудзи на рівні 61,1 т/га (ранньостиглі) і 71,5 т/га (середньоранні) ($HP_{0,05} = 2,00$ т/га). Найвищу урожайність зеленої маси за такого рівня живлення забезпечили ранньостиглий гібрид Почаївський 190 МВ (62,3 т/га) і середньоранній ДН Оржиця (72,3 т/га).

Зернова продуктивність гібридів залежала від рівня живлення рослин, їх густоти на одиниці площі та групи стиглості (табл. 5).

5. Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (середнє за 2019–2020 рр.)

Гібрид	Врожайність зерна, т/га			Приріст до контролю			
	контроль (без добрив)	$N_{120}P_{60}K_{60}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$	$N_{120}P_{60}K_{60}$		$N_{150}P_{90}K_{90}$	
				т/га	%	т/га	%
Ранньостиглі (ФАО 150–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га)							
Почаївський 190 МВ	4,41	6,27	7,69	1,86	42,2	3,28	74,4
ДН Меотида	4,28	6,15	7,28	1,87	43,7	3,00	70,1
Середнє	4,35	6,21	7,49	1,87	42,8	3,14	72,2
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас./га)							
ДН Хортиця	4,52	6,45	7,76	1,93	42,7	3,24	71,7
Оржиця 237 МВ	4,65	6,74	7,90	2,02	44,9	3,25	70,0
Середнє	4,59	6,60	7,83	1,98	43,8	3,25	71,0
$HP_{0,05}$	0,19	0,21	0,30				

На контролі (без добрив) цей показник варіював від 4,35 т/га в ранньостиглої групи з нормою висіву насіння 80 тис. схож. нас./га до 4,59 т/га – в середньоранньої (75 тис. схож. нас./га) за $HP_{0,05} = 0,19$ т/га. У варіанті з внесенням норми мінеральних добрив $N_{120}P_{60}K_{60}$ продуктивність гібридів зростала, відповідно, на 1,87 і 1,98 т/га, або на 42,8 і 43,8% ($HP_{0,05} = 0,021$ т/га). Найбільш

оптимальним був рівень мінерального живлення $N_{150}P_{90}K_{90}$, за якого приріст до контролю (без добрив) становив 3,14 т/га (ранньостиглі гібриди, норма висіву насіння 80 тис. схож. нас./га) і 3,25 т/га (середньоранні, норма висіву насіння 75 тис. схож. нас./га) ($НІР_{0,05} = 0,30$ т/га).

Маса 1000 зерен гібридів кукурудзи залежно від групи стиглості та норми висіву насіння на контролі (без добрив) варіювала від 259 (ср) до 265 г (рс) ($НІР_{0,05} = 0,5$ г) (табл. 6). Кращі умови живлення рослин за внесення мінеральних добрив сприяли зростанню цього показника за норми $N_{120}P_{60}K_{60}$ на 15–37 г ($НІР_{0,05} = 0,8$ г), а за вищої $N_{150}P_{90}K_{90}$ – на 35–51 г ($НІР_{0,05} = 0,9$ г).

6. Маса 1000 зерен гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (середнє за 2019–2020 рр.)

Гібрид	Маса 1000 зерен, г			Приріст до контролю			
	контроль (без добрив)	$N_{120}P_{60}K_{60}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$	$N_{120}P_{60}K_{60}$		$N_{150}P_{90}K_{90}$	
				г	%	г	%
Ранньостиглі (ФАО 150–199) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га)							
Почаївський 190 МВ	258	283	302	25	9,7	44	17,1
ДН Меотида	259	265	286	6	2,3	27	10,4
Середнє	259	274	294	16	5,8	35	13,5
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас./га)							
ДН Хортиця	261	292	310	31	11,9	49	18,8
Оржиця 237 МВ	269	312	322	43	16,0	53	19,7
Середнє	265	302	316	37	14	51	19,3
$НІР_{0,05}$	0,5	0,8	0,9				

Висновки. У погодних умовах 2019–2020 рр. на сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах Західного Лісостепу урожайність зеленої маси гібридів кукурудзи варіювала від 42,4 до 44,0 т/га (контроль – без добрив), вищою була за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{120}P_{60}K_{60}$ на 12,4–18,0 т/га і за $N_{150}P_{90}K_{90}$ – на 15,0–18,9 т/га.

Найвищу урожайність зерна (7,49–7,83 т/га) забезпечили гібриди кукурудзи на фоні мінерального живлення $N_{150}P_{90}K_{90}$. Залежно від групи стиглості й норми висіву насіння різниця між гібридами становила 0,11 т/га.

Кращі умови живлення за внесення мінеральних добрив сприяли зростанню маси 1000 насінин до контролю на 16–37% в ранньостиглих гібридів і на 35–51% – в середньоранніх. Стабільно високим за всіх рівнів живлення цей показник був у гібридів ранньостиглої групи ДН Меотида та середньоранньої Оржиця 237 МВ.

Список використаної літератури

1. Агафонов Н. С., Тороп Е. А., Тороп А. А. К методике изучения структуры урожая. *Селекция и семеноводство*. 2005. № 4. С. 7–12.
2. Асанішвілі Н. М., Корсун С. Г., Шляхтурова С. П. Якість зерна кукурудзи залежно від технології вирощування в північній частині Лісостепу. *Землеробство*. 2014. Вип. 1/2. С. 63–66.
3. Багатченко В. В. Вихід високоякісного насіння кукурудзи в залежності від густоти стояння рослин. *Наук. вісник Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України*. 2018. Вип. 294. С. 103–109.
4. Бикін А., Тарасенко О. Фізичні властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту і динаміка росту рослин кукурудзи за прямої сівби. *Вісник Львівського нац. аграрного ун-ту*. Сер.: Агрономія. 2014. № 18. С. 47–52.
5. Влащук А. Н., Прищепо Н. Н., Колпакова А. С. Влияние приемов агротехники на урожайность гибридов кукурузы различных групп спелости. *Вестник Белорус. гос. с.-х. акад.* 2017. Вип. 4. С. 105–108.
6. Вожегова Р. А., Влащук А. М., Дробит О. С. Продуктивність і економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Вісник аграрної науки*. 2018. Вип. 7. С. 18–26.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов

References

1. Agafonov N. S., Torop E. A., Torop A. A. On the method of studying the structure of the crop. *Selekcija i semenovodstvo*. 2005. No. 4. P. 7–12.
2. Asanishvili N. M., Korsun S. H., Shliakhturova S. P. The quality of corn grain, depending on the cultivation technology in the northern part of the Forest-Steppe. *Zemlerobstvo*. 2014. Issue 1/2. P. 63–66.
3. Bagatchenko V. V. Yield of high-quality corn seeds depending on the density of standing plants. *Naukoviy visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. 2018. Issue 294. P. 103–109.
4. Bykin A., Tarasenko O. Physical properties of dark-gray podzolic soil and growth dynamics of maize plants by direct sowing. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Seria: Ahronomiia. 2014. No 18. P. 47–52.
5. Vlashchuk A. N., Pryshchepo N. N., Kolkakova A. S. The influence of agricultural techniques on the productivity of maize hybrids of different ripeness groups. *Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skhozozhajstvennoj akademii*. 2017. Issue 4. P. 105–108.
6. Vozhehova R. A., Vlashchuk A. M., Drobbit O. S. Productivity and economic efficiency of growing corn hybrids of different ripeness groups. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. Issue 7. P. 18–26.
7. Dospheov B. A. Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results). 5-e izd., dop. i pererab. Moscow : Agropromizdat,

исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

8. Досягнення та перспективи селекції кукурудзи для умов зрошення / Ю. О. Лавриненко та ін. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 9. С. 72–76.

9. Єрмакова Л. М., Крестьянінов С. В. Урожайність кукурудзи залежно від удобрення та гібриду на темно-сірих опідзолених ґрунтах. *Вісник Полтав. держ. аграрної акад.* 2016. № 4. С. 63–65.

10. Кваліфікаційна експертиза з визначення показників придатності до поширення сортів / гібридів кукурудзи. *Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні* / Міністерство аграрної політики та продовольства України ; Український інститут експертизи сортів рослин. [Б. м.], 2016. С. 14–17.

11. Кукурудза на зрошуваних землях Півдня України / Ю. О. Лавриненко та ін. Херсон : Айлант, 2011. 468 с.

12. Лавриненко Ю. О., Коковихін С. В., Писаренко П. В. Оцінка статистичних зв'язків продуктивності різних за групами ФАО гібридів кукурудзи з теплоенергетичними показниками в умовах зрошення. *Таврійський наук. вісник*. 2009. Вип. 65. С. 7–18.

13. Лиховид П. В. Ефективність використання мінеральних добрив кукурудзою цукровою залежно від агротехніки її вирощування при зрошенні. *Таврійський наук. вісник*. 2016. Вип. 95. С. 62–66.

14. Мазур В. А., Шевченко М. В. Кукурудза – стан та перспективи виробництва в Україні. *Економіка, наука, освіта: інтеграція та синергія* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Братислава, 18–21 січ. 2016 р.). Київ, 2016. Т. 3. С. 104–105.

15. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних

1985. 351 p.

8. Achievements and prospects of corn breeding for irrigation conditions / Yu. O. Lavrynenko et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2014. No. 9. P. 72–76.

9. Yermakova L. M., Krestianinov Ye. V. Yield of corn depending on fertilizer and hybrid on dark gray podzolized soils. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2016. No. 4. P. 63–65.

10. Qualification examination to determine suitability for distribution of maize varieties / hybrids. *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslin hrupy zernovykh, krup'ianykh ta zernobobovykh na prydamist do poshyrennia v Ukraini* / Ministerstvo ahrarnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy ; Ukrainyskyi instytut ekspertyzy sortiv roslin. [B. m.], 2016. P. 14–17.

11. Corn on the irrigated lands of the South of Ukraine / Yu. O. Lavrynenko et al. Kherson : Ailant, 2011. 468 p.

12. Lavrynenko Yu. O., Kokovikhin S. V., Pysarenko P. V. Evaluation of statistical performance relationships of various FAO groups hybrids of corn with heat and energy indicators under irrigation conditions. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2009. Issue 65. P. 7–18.

13. Lykhovyd P. V. Efficiency of the use of mineral fertilizers by sugar corn, depending on the agricutlural technique of its cultivation during irrigation. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2016. Issue 95. P. 62–66.

14. Mazur V. A., Shevchenko M. V. Corn – state and prospects of production in Ukraine. *Ekonomika, nauka, osvita: intehratsiia ta synerhiia* : materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf. (m. Bratislava, 18–21 sich. 2016 r.). Kyiv, 2016. Vol. 3. P. 104–105.

15. Mazur V. A., Shevchenko N. V. The influence of technological methods of cultivation on the formation of quality indicators of grain. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2017. Issue 6. Vol. 1. P. 7–13.

16. Mazur V. A., Shevchenko N. V. The formation of the deciduous surface area of plants of corn hybrids depending on the technological methods of cultivation. *Bioresursy i pryrodo-*

- показників зерна. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. Вип. 6. Т. 1. С. 7–13.
16. 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.
17. Методика определения экономической эффективности исследований в сельском хозяйстве, результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений / Г. В. Лоза и др. Москва : Колос, 1980. 112 с.
18. Надь Я. Кукурудза. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2012. 580 с.
19. Пашенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкін О. Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи. Дніпропетровськ : АРТ-ПРЕС, 2009. 224 с.
20. Петриченко В. Ф., Томащук О. В. Особливості формування показників якості зерна кукурудзи за різних технологій вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Науковий вісник НУБіП України*. Сер.: Агрономія. 2019. № 1. Т. 10. С. 29–37.
21. Рудавська Н. М., Глива В. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 64. С. 120–132.
22. Рудавська Н. М., Гук Р. М. Вплив удобрення на формування врожаю гібридів кукурудзи. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. Вип. 61. С. 123–134.
23. Румбах М. Ю. Оптимізація елементів технології вирощування гібридів кукурудзи в умовах північної підзони Степу України. *Бюлетень Ін-ту зерн. господарства*. 2009. № 36. С. 128–131.
- korystuvannia*. 2018. Vol. 10. No. 1/2. P. 108–114.
17. The methodology for determining the economic efficiency of research in agriculture, the results of research and development, new equipment, inventions and rationalization proposals / G. V. Loza et al. Moscow : Kolos, 1980. 112 p.
18. Nad Ya. Corn. Vinnytsia : FOP Korzun D. Yu., 2012. 580 p.
19. Pashchenko Yu. M., Borysov V. M., Shyshkin O. Yu. Adaptive and resource-saving technologies for growing corn hybrids. Dnipropetrovsk : ART-PRES, 2009. 224 p.
20. Petrychenko V. F., Tomashchuk O. V. Features of the formation of indicators of the quality of corn grain under various cultivation technologies in the Forest-Steppe Right-Bank. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy*. Ser.: Ahronomiia. 2019. No. 1. Vol. 10. P. 29–37.
21. Rudavska N. M., Hlyva V. V. Formation of the productivity of maize hybrids in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarymytstvo*. 2018. Issue 64. P. 120–132.
22. Rudavska N. M., Huk R. M. The effect of fertilizer on the formation of a crop of corn hybrids. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarymytstvo*. 2017. Issue 61. P. 123–134.
23. Rumbakh M. Yu. Optimization of technology elements for growing corn hybrids in the northern subzone of the Steppe of Ukraine. *Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva*. 2009. No. 36. P. 128–131.
24. Serikov V. O. Breeding of new maize hybrids and features of their seed production in the steppe zone of Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2008. Issue 60. P. 31–37.
25. Sydorenko S. E., Toloraia T. R., Lomovskoi D. V. Nitrogen fertilizers to increase the yield of ears of sweet corn on the background of mulching between rows of straw. *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2015. No. 108 (04). P. 179–189.

24. Серіков В. О. Селекція нових гібридів кукурудзи та особливості їх насінництва в степовій зоні України. *Таврійський наук. вісник*. 2008. Вип. 60. С. 31–37.
25. Сидоренко С. Е., Толорая Т. Р., Ломовской Д. В. Азотные удобрения в повышении урожайности початков сахарной кукурузы на фоне мульчирования междурядий соломой. *Научный журнал КубГАУ*. 2015. № 108 (04). С. 179–189.
26. Скоростиглі гібриди як фактор енерго- і ресурсозбереження у виробництві зерна кукурудзи / Б. В. Дзюбецький та ін. *Таврійський наук. вісник*. 2007. Вип. 53. С. 27–36.
27. Створення нових гібридів кукурудзи для умов зрошуваного землеробства / Ю. О. Лавриненко та ін. *Зрошуване землеробство*. 2014. Вип. 62. С. 79–81.
28. Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року / за ред. Ю. О. Лупенка, В. Я. Месель-Веселяка. Київ : ННЦ «ІАЕ», 2012. 182 с.
29. Фатеев А. І., Мартиненко В. М., Собко М. Г. Продуктивність культур сівозміни і винос елементів живлення за різних систем удобрення та обробітку. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 3. С. 11–15.
30. Формування врожаю нових гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від елементів технології в умовах степової зони України на зрошенні / А. М. Влашук та ін. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 69–73.
31. Циков В. С., Дудка М. І., Шевченко О. М. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами сумісно з азотним мінеральним добривом. *Бюлетень Ін-ту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 23–27.
32. Циков В. С. Кукуруза: технология, гибриды, семена. Днепропетровск : Зоря, 2003. 296 с.
26. Early ripening hybrids as a factor of energy and resource conservation in the production of corn grain / B. V. Dziubetskyi et al. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2007. Issue 53. P. 27–36.
27. Creation of new maize hybrids for irrigated agriculture / Yu. O. Lavrynenko et al. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2014. Issue 62. P. 79–81.
28. Strategic directions of agricultural development in Ukraine for the period until 2020 / za red. Yu. O. Lupenka, V. Ya. Mesel-Veseliaka. Kyiv : NNTs «IAE», 2012. 182 p.
29. Fateiev A. I., Martynenko V. M., Sobko M. H. Productivity of crop rotation and removal of nutrients with various fertilizer and processing systems. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2016. No. 3. P. 11–15.
30. Harvesting of new maize hybrids of different ripeness groups depending on technology elements in the steppe zone of Ukraine under irrigation / A. M. Vlashchuk et al. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2016. Issue 65. P. 69–73.
31. Tsykov V. S., Dudka M. I., Shevchenko O. M. Efficiency of foliar nutrition of corn with microelements along with nitrogen fertilizer. *Biuletyn In-tu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAU Ukrainy*. 2016. No. 11. P. 23–27.
32. Tsykov V. S. Corn: technology, hybrids, seeds. Dnepropetrovsk : Zoria, 2003. 296 p.
33. Shevchenko N. V. Duration of interphase periods of corn hybrids plants depending on processing and foliar top dressing. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*. 2018. Issue 1. P. 73–76.
34. Yakunin O. P., Kotchenko M. V. Grain productivity of maize hybrids depending on growing conditions. *Visnyk Dnipropetrovskoho DAU*. 2007. No. 2. P. 13–16.

33. Шевченко Н. В. Тривалість міжфазних періодів рослин гібридів кукурудзи залежно від обробки та позакоренових підживлень. *Збалансоване природокористування*. 2018. Вип. 1. С. 73–76.

34. Яқунін О. П., Котченко М. В. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від умов вирощування. *Вісник Дніпропетров. ДАУ*. 2007. № 2. С. 13–16.

Отримано 15.10.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-5

УДК 519.233.5:631.41:631.445.2:631.51

О. С. ГАВРИШКО¹, Ю. М. ОЛІФІР¹, кандидати сільськогосподарських наук

Т. В. ПАРТИКА¹, кандидат біологічних наук

Н. Г. БУСЛАЄВА², кандидат економічних наук

¹Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл., 81115, e-mail: havryshko0@gmail.com

²ННЦ «Інститут землеробства НААН»

вул. Машинобудівників, 2-Б, смт Чабани Києво-Святошинського р-ну Київської обл., 08162

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ ПРОДУКТИВНОСТІ СІВОЗМІНИ ВІД ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ, АГРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯСНО-СІРОГО ЛІСОВОГО ПОВЕРХНЕВО ОГЛЕСНОГО ҐРУНТУ ЗА ТРИВАЛОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВПЛИВУ

Рівень родючості ґрунту визначається комплексом властивостей, серед яких агрофізичні, фізико-хімічні, агрохімічні та ін. Показники, які характеризують агрохімічну складову ґрунту, змінюються під дією органічних і мінеральних добрив. Взаємодіючи з ґрунтом, добрива трансформуються, істотно впливаючи на умови живлення рослин і, як наслідок, на продуктивність сільськогосподарських культур.

Результатами досліджень встановлено, що в ясно-сірому лісовому поверхнево оглесному ґрунті за умов періодично промивного типу водного режиму найбільшою мірою поліпшуються фізико-хімічні властивості за органо-мінерального удобрення на фоні вапнування. Показник pH_{KCl} підвищився до 5,25, Нг знизилася до 2,30 мг-екв/100 г ґрунту, а сума увібраних основ зросла до 10,7 мг-екв/100 г ґрунту. Вміст рухомого алюмінію становить 4,15 мг/кг ґрунту.

За таких умов вміст N в $NEgl_{орн.}$ і $NEgl_{п/орн.}$ шарах становить 96,6–102,9 мг/кг ґрунту, P_2O_5 – 204,7–184,5 мг/кг ґрунту, K_2O – 159,4–182,5 мг/кг ґрунту проти, відповідно, 86,8; 37,2 та 45,0 мг/кг варіанта без внесення добрив.

В багатьох агрономічних дослідженнях важливо з'ясувати залежність між двома або декількома ознаками, виявити їх взаємний зв'язок. Частіше трапляються такі співвідношення між змінними, коли кожному значенню ознаки X відповідає не одне, а безліч можливих значень ознаки Y. Такі зв'язки з'являються лише при масовому вивченні ознак і, на відміну від функціональних, називаються вірогідними, або кореляційними.

Проведений кореляційний аналіз дав змогу виявити певні тенденції зв'язку між фізико-хімічними, агрохімічними показниками ґрунту та

© Гавришко О. С., Оліфір Ю. М.,
Партика Т. В., Буслаєва Н. Г., 2020

продуктивністю сівозміни. Простежується тенденція тісного зв'язку продуктивності сівозміни з фізико-хімічними та агрохімічними показниками, окрім азоту, де рівень зв'язку був середнім ($r = 0,571-0,661$).

Виявлено обернену залежність продуктивності від гідролітичної кислотності та рухомого алюмінію, що призводить до зниження продуктивності на дослідному ґрунті.

Коефіцієнти кореляції свідчать, що рН, гідролітична кислотність та рухомий алюміній істотно впливають на збільшення вмісту гумусу ($r = 0,771$) та фосфору ($r = 0,629$) у шарі ґрунту 0–20 см, проте тіснота зв'язку залежності між вказаними показниками була оберненою.

Ключові слова: ясно-сірий лісовий поверхнево оглеєний ґрунт, горизонт, кореляція, сівозміна, кислотність, гумус.

Havryshko¹ O., Olifir¹ Y., Partyka¹ T., Buslaeva² N.

¹Institute of Agriculture of Carpathian region of NAAS

²NSC "Institute of Agricultural of NAAS"

Correlation analysis of crop rotation productivity depending on physicochemical, agrochemical parameters of light grey forest surface-gleyed soil under long-term agricultural impact

The level of soil fertility is determined by a set of properties, including agrophysical, physicochemical, agrochemical, etc. Indicators that characterize the agrochemical component of the soil change under the impact of organic and mineral fertilizers. Fertilizers transform, while interacting with the soil, significantly affect conditions of plant nutrition and, as a consequence, the productivity of crops.

The results of research show that organo-mineral fertilizer with liming improve physical and chemical properties in the light gray forest surface-gleyed soil under periodically leaching water regime. The pH_{KCl} increases to 5.25, Ah decreases to 2.30 mg-eq/100 g of soil, and the amount of absorbed bases increases to 10.7 mg-eq/100 g of soil. The content of mobile aluminum is 4.15 mg/kg of soil.

Under such conditions, the content of N in HEglarable. and HEglsub layers is 96.6–102.9 mg/kg of soil, P_2O_5 – 204.7–184.5 mg/kg of soil, K_2O – 159.4–182.5 mg/kg of soil against 86.8; 37.2 and 45.0 mg/kg in the variant without fertilizer application.

In many agronomic studies it is very important to find out the relationship between two or more traits, to establish their relationship. Such relations between variables are more common, when each value of the attribute X corresponds to not one, but many possible values of the attribute Y. Such connections appear only in the mass study of attributes and, unlike functional ones, are called probabilistic or correlation.

The correlation analysis revealed certain trends in the relationship between physicochemical, agrochemical parameters of the soil and crop rotation productivity. There is a tendency of close connection of crop rotation productivity with physicochemical and agrochemical indicators, except for nitrogen, where the level of connection was average ($r = 0.571-0.661$).

The inverse dependence of productivity on hydrolytic acidity and mobile aluminum is revealed, which leads to a decrease in productivity on the experimental soil.

Correlation coefficients indicate that pH, hydrolytic acidity and mobile aluminum significantly affect the increase in the content of humus ($r = 0.771$) and phosphorus ($r = 0.629$) in the soil layer 0-20 cm, the closeness of the relationship between these indicators was inverted.

Key words: light gray forest surface-gleyed soil, horizon, correlation, crop rotation, acidity, humus.

Вступ. Кореляційний аналіз є методом оброблення статистичних даних, який полягає у вивченні та порівнянні коефіцієнтів кореляції між однією або декількома парами ознак, властивостей, показників для виявлення між ними кореляційних зв'язків. При цьому порівнюють коефіцієнти кореляції між однією парою або численними парами ознак для виявлення між ними статистичних взаємозв'язків [20, 24, 25, 26].

Основним джерелом елементів живлення для формування врожаю є гумус, від запасів і якості якого залежать структура ґрунту, його водні і фізичні властивості, поглинальна здатність і ферментативна активність [5, 7, 8, 9, 13, 18]. Оцінка вмісту і запасів поживних елементів, їх перерозподіл у ґрунті, зокрема по профілю, дають змогу не тільки з'ясувати реально вільний доступ до фонду поживних елементів ґрунту для рослин, а і їх біогенну акумуляцію, шляхи міграції в ландшафті та участь у біологічному кругообігу речовин, що особливо актуально для підвищення ефективності агропромислового виробництва, яке має реалізовуватись з урахуванням зміни родючості ґрунтів [3, 4, 15, 16, 17]. Тому між вмістом гумусу і величиною запасів основних елементів живлення в ґрунті існує певна залежність, або кореляційний зв'язок [2, 13, 22, 23, 29, 30].

Користь кореляцій у тому, що вони здатні вказувати на відношення, яке може мати передбачуваний характер і тому бути придатним для практичного застосування [3, 11, 14, 19, 24, 27]. Кореляція виявляє не точний взаємозв'язок між двома ознаками, а тільки ступінь мінливості однієї від іншої [10].

За даними «Статистичного щорічника України – 2003» [17], зазвичай самої лише наявності кореляції недостатньо для того, щоб зробити висновок про причинно-наслідковий зв'язок, що часто формулюють фразою «кореляція не означає причинності». У багатьох випадках, коли достовірно відомо, що залежність існує, кореляційний аналіз може не дати результатів унаслідок того, що залежність

нелінійна. Факт кореляційної залежності не дає змоги стверджувати, яка зі змінних попереджує чи є причиною змін або що змінні причинно пов'язані між собою [20, 21, 26, 29].

Матеріали і методи. Дослідження залежності продуктивності сівозміни від фізико-хімічних та агрохімічних показників ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту в умовах Західного Лісостепу України здійснювали впродовж 2017–2020 рр. на основі тривалого (1965) стаціонарного дослідів, занесеного в Реєстр довгострокових польових дослідів НААН (атестат реєстрації НААН № 29) на дослідному полі лабораторії агрохімії Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН [7].

Ґрунт стаціонарного дослідів – ясно-сірий лісовий поверхнево оглеєний грубопилувато-легкосуглинковий на лесоподібних відкладах, орний шар (0–20 см) якого на час закладки дослідів характеризувався такими усередненими вихідними показниками родючості: pH_{KCl} – 4,2, гідролітична кислотність (за Каппеном) – 4,5 мг-екв/100 г ґрунту; обмінна (за Соколовим) – 0,6 мг-екв/100 г ґрунту; вміст рухомого алюмінію (за Соколовим) – 60,0 мг/кг; доступного фосфору (за Кірсановим) та обмінного калію (за Масловою) – 36,0 і 50,0 мг/кг ґрунту відповідно.

Стаціонарний дослід розміщений у просторі на трьох полях, варіанти перебувають у триразовому повторенні. Розмір посівної ділянки – 168 м², облікової – 100 м². Сівозміна чотириріпільна з таким чергуванням культур: кукурудза на силос, ячмінь ярий з підсівом конюшини лучної, конюшина лучна, пшениця озима.

Дослідження проводили в таких варіантах: без добрив (контроль, вар. 1); $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68} + 10$ т/га гною + $\text{CaCO}_3 - 6$ т/га (1,0 Нг) (вар. 7); гній, 10 т/га + $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68} + \text{CaCO}_3$ оптим. за кисл.-осн. буф. – 2,5 т/га (вар. 8); $\text{N}_{105}\text{P}_{101}\text{K}_{101} + 10$ т/га гною + $\text{CaCO}_3 - 6$ т/га (1,0 Нг) (вар. 12); $\text{N}_{30}\text{P}_{34}\text{K}_{34} + 15$ т/га гною + $\text{CaCO}_3 - 9$ т/га (1,5 Нг) (вар. 13); за тривалого внесення лише $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ (вар. 15); у варіантах $\text{N}_{105}\text{P}_{101}\text{K}_{101} + \text{CaCO}_3, - 9$ т/га (1,5 Нг) (вар. 17) і $\text{N}_{105}\text{P}_{101}\text{K}_{101} + \text{CaCO}_3$ оптим. за кисл.-осн. буф. – 2,5 т/га (вар. 18).

У досліді застосовували середньоперепрілий гній великої рогатої худоби на солом'яній підстилці, аміачну селітру (34%), гранульований суперфосфат (19,5%), калійну сіль (40%), в останні роки – нітроамофоску (17%). Як вапняковий матеріал використовували вапнякове борошно (93,5% CaCO_3). Черговий тур вапнування проводили перед початком ІХ ротації сівозміни (під кукурудзу на силос). Гній (40–60 т/га) вносили під кукурудзу на силос, фосфорно-

калійні добрива – восени, а азотні – під передпосівну культивуацію. Обробіток ґрунту і догляд за посівами – загальноприйнятий для умов зони.

Зразки ґрунту відбирали та готували до аналізів згідно з ДСТУ ISO 11464-2001. Агрохімічні та фізико-хімічні показники ґрунту визначали за такими методиками: гумус – за методом І. В. Тюріна (ДСТУ 4732–2007); рН сольової витяжки – потенціометричним методом (ДСТУ ISO 10390-2001), гідролітичну кислотність – за Каппеном у модифікації ЦІНАО (ДСТУ 7537:2014), вміст рухомого алюмінію – за Соколовим (ГОСТ 26485-85); лужногідролізний азот (N) – за Д. Р. Корнфілдом (ДСТУ 7863:2015); рухомий фосфор (P_2O_5) та обмінний калій (K_2O) – за Ф. В. Чиріковим у витяжці 0,5 н CH_3COOH (ДСТУ 4115–2002) [1, 8]; математичне оброблення результатів досліджень врожайних даних здійснювали дисперсійним та кореляційно-регресійним методом за Б. О. Доспеховим і В. О. Єщенком [11, 12] з використанням програм «Microsoft Excel» і «Statistica 6.0».

Результати та обговорення. Результатами досліджень встановлено, що в ясно-сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті за умов періодично промивного типу водного режиму [10, 14] одноразове внесення за ротацію $CaCO_3$ (1,0 Нг), 10 т/га сівозмінної площі гною і щорічно мінеральних добрив $N_{65}P_{68}K_{68}$ (вар. 7) і $N_{105}P_{101}K_{101}$ (вар. 12) змінили на кінець дев'ятої ротації pH_{KCl} орного шару ґрунту з 4,20 до 5,25 і 5,54, а гідролітична кислотність знизилася до 2,45 і 2,20 мг-екв/100 г ґрунту проти 4,68 мг-екв/100 г ґрунту на контролі (вар. 1). Вміст рухомого алюмінію в орному та підорному шарах становив 4,15 і 5,35 мг/кг ґрунту відповідно. За вказаних систем удобрення формується найвища продуктивність – 7,68 і 7,47 т з. о. з гектара сівозмінної площі, що, відповідно, на 4,87 і 4,66 т/га з. о. перевищує варіант без добрив.

За внесення $N_{105}P_{101}K_{101}$ та оптимальної дози $CaCO_3$ за кислотно-основною буферністю (вар. 18) гідролітична кислотність зростає в обох шарах порівняно з контролем без добрив. Вміст рухомого алюмінію коливався від 8,10 до 13,25 мг/кг ґрунту. За мінеральної системи удобрення без вапнування (вар. 15) кількість рухомого алюмінію перебувала на найвищому рівні (75,0 мг/кг ґрунту), гідролітична кислотність підвищилася до 5,02–5,05 мг-екв/100 г ґрунту, а показник pH_{KCl} знизився до 3,94–4,08 (табл. 1).

Отже, високі дози мінеральних добрив ефективні лише за умови внесення їх на фоні вапнування 1,5 $CaCO_3$ за Нг. Так, у варіанті

застосування мінеральних добрив у дозі $N_{105}P_{101}K_{101}$ і вапнування $0,5$ н $CaCO_3$ за Нг (вар. 17) показник pH_{KCl} в орному шарі становив $5,59$, а гідролітична кислотність знижувалась від $2,07$ до $1,89$ мг-екв/100 г ґрунту, вміст алюмінію – до $4,90$ мг/кг ґрунту.

При тривалому систематичному застосуванні мінеральних добрив, гною і вапна сума увібраних основ ясно-сірого лісового ґрунту також значно змінюється (табл. 1). Так, найбільше її значення отримано за органо-мінеральної системи удобрення із застосуванням $N_{65}P_{68}K_{68}$, 10 т/га сівозмінної площі гною на фоні періодичного внесення $1,0$ $CaCO_3$ за Нг (вар. 7). При цьому сума увібраних основ у шарі $0-20$ см збільшилась до $10,7$ при їх вмісті на контролі (вар. 1) $3,5$ мг-екв/100 г ґрунту.

За систематичного внесення 10 т/га сівозмінної площі гною і високої дози $N_{105}P_{101}K_{101}+1,0$ вапна за Нг (вар. 12) сума увібраних $Ca+Mg$ підвищилась до $8,0$ мг-екв/100 г ґрунту, що підкреслює особливе значення гною в системі удобрення не тільки як джерела живлення, а в першу чергу як біологічного меліоранта, що зв'язує сполуки рухомого алюмінію і сприяє збільшенню суми увібраних основ порівняно з контролем без добрив.

За мінеральної системи удобрення (вар. 15) відбулось зниження суми увібраних основ в орному та підорному шарах ґрунту порівняно з іншими удобрювальними варіантами ґрунту до $3,0$ і $2,8$ мг-екв/100 г ґрунту. За внесення $N_{65}P_{68}K_{68}$ і $N_{105}P_{101}K_{101}$ на фоні вапнування $1,0$ н за Нг і внесення 10 т/га гною сума увібраних основ у шарі $0-20$ см була, відповідно, на $0,5-3,2$ мг-екв/100 г ґрунту нижчою порівняно з варіантом мінерального удобрення в дозі $N_{30}P_{34}K_{34}$ із внесенням $CaCO_3$ ($1,5$ Нг) і 15 т/га гною (вар. 13), де їх кількість перебувала на рівні $11,2$ мг-екв/100 г ґрунту.

Встановлено, що вміст гумусу $1,89\%$ забезпечує органо-мінеральна система удобрення з внесенням на гектар сівозмінної площі мінеральних добрив у дозі $N_{65}P_{68}K_{68}$ на фоні 10 т/га гною і $1,0$ $CaCO_3$ за Нг. При цьому вміст гумусу порівняно з варіантом без добрив підвищився на $0,42\%$. За сумісного внесення $N_{30}P_{34}K_{34}$, 15 т/га сівозмінної площі гною на фоні вапнування $1,5$ $CaCO_3$ вміст гумусу збільшився на $0,36\%$ порівняно з контролем без добрив (табл. 1).

За мінеральної системи удобрення при внесенні впродовж 50 років одних мінеральних добрив вміст гумусу в ґрунті підвищився лише на $0,11\%$ в орному шарі і становив $1,58\%$. Мінеральні добрива на фоні вапнування хоч і підвищили вміст гумусу до $1,66\%$ в орному шарі ґрунту, однак загалом ця система удобрення є економічно витратною.

1. Фізико-хімічні, агрохімічні показники та продуктивність сівозміни ясно-сірого лісового поверхнево-оглеєного ґрунту залежно від різних доз добрив і вапна в стаціонарному польовому досліді (2017–2020)

№	Варіант	pH _{KCl}	Нг	Сума увібраних основ	Al ³⁺ , мг/кг ґрунту	Гумус, %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Продуктивність сівозміни, т/га з. о.			
											мг-екв/100 г ґрунту	мг/кг ґрунту	
												Шар ґрунту, см	
1		0–20	0–20	0–20	0–20	0–20	0–20	0–20	0–20	11			
		20–35	20–35	20–35	20–35	20–35	20–35	20–35	20–35				
1	Без добрив (контроль)	4,20	4,68	3,5	60,65	1,47	86,8	37,2	45,0	2,81			
		4,15	4,26	2,4	61,20	1,40	84,7	32,2	29,5				
7	Гній, 10 т/га + N ₆₅ P ₆₈ K ₆₈ + СаСО ₃ , (1,0 Нг)	5,25	2,45	10,7	4,15	1,89	102,9	184,5	182,5	7,68			
		5,43	2,30	7,5	5,35	1,63	95,9	154,5	125,0				
8	Гній, 10 т/га + N ₆₅ P ₆₈ K ₆₈ + СаСО ₃ оптим. за кисл.-осн. буф.	4,95	2,97	6,2	6,90	1,74	93,8	165,0	186,0	7,38			
		4,97	3,09	7,0	7,10	1,54	94,5	122,2	108,7				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	Гній, 10 т/га +N ₁₀₅ P ₁₀₁ K ₁₀₁ + CaCO ₃ , (1,0 Нг)	5,54	2,20	8,0	6,10	1,78	96,6	204,7	159,4	7,47
		5,17	2,48	6,9	5,35	1,62	89,8	166,5	103,7	
13	Гній, 15 т/га +N ₃₀ P ₃₄ K ₃₄ + CaCO ₃ , (1,5 Нг)	5,68	2,07	11,2	3,75	1,83	96,2	167,2	130,6	6,89
		5,62	2,00	8,0	3,95	1,56	89,2	128,2	80,2	
15	N ₆₃ P ₆₈ K ₆₈	4,08	5,02	3,0	75,0	1,58	94,5	163,7	140,6	3,68
		3,94	5,05	2,8	74,4	1,42	80,1	134,2	71,2	
17	N ₁₀₅ P ₁₀₁ K ₁₀₁ + CaCO ₃ , (1,5 Нг)	5,59	2,07	9,6	4,90	1,66	88,9	177,7	125,7	6,67
		5,99	1,89	7,0	2,00	1,41	81,2	133,5	62,5	
18	N ₁₀₅ P ₁₀₁ K ₁₀₁ + CaCO ₃ оптим. за кисл.-осн. буф.	4,69	3,32	8,3	13,25	1,58	89,6	160,5	120,0	6,24
		4,95	2,57	5,0	8,10	1,42	84,3	113,5	60,2	
НП _{0,5}		0,2	0,1	0,7	1,4	0,05	8	9	8	8
		0,1	0,1	0,7	1,5	0,04	6	8	7	

Закономірності зміни агрохімічних властивостей ґрунтів найбільш об'єктивно відображають характер ведення сільськогосподарського виробництва. Здійснені дослідження тривалого досліду виявили, що систематичне застосування різних доз добрив і вапна суттєво впливає на вміст основних елементів живлення в ґрунті. Найкращий поживний режим ясно-сірого лісового поверхнево оглееного ґрунту формується за орґано-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування. Так, за сумісного внесення в сівозміні $N_{105}P_{101}K_{101}$ і $N_{65}P_{68}K_{68}$ 10 т/га гною на фоні внесення $CaCO_3$ 1,0 дози за Нг (вар. 12, 7) вміст легкогідролізного азоту становив, відповідно, 96,6–102,9 мг/кг ґрунту, рухомих форм P_2O_5 – 204,7–184,5 мг/кг ґрунту і K_2O – 159,4–182,5 мг/кг ґрунту проти, відповідно, 86,8, 37,2 та 45,0 мг/кг ґрунту на контролі без добрив (див. табл. 1).

Достатньо високим вмістом легкодоступних поживних речовин в орному шарі ґрунту (N – 94,5, P_2O_5 – 163,7, K_2O – 140,6) характеризується варіант з інтенсивним мінеральним удобренням (вар. 15). Однак унаслідок зростання кислотності (pH_{KCl} дорівнює 4,08, а Нг становить 5,02 мг-екв/100 г ґрунту) рослини не здатні засвоювати поживні речовини ґрунту та трансформувати їх у врожай. Зміни вмісту легкодоступних поживних речовин під впливом удобрення та вапнування в підорному шарі ґрунту підлягають тим самим закономірностям, що і в орному.

Проведений кореляційний аналіз дав змогу виявити певні тенденції залежності між фізико-хімічними, агрохімічними показниками ґрунту та продуктивністю сівозміни. Простежується тісний зв'язок продуктивності сівозміни з усіма показниками ґрунту ($r = 0,735-0,948$), окрім азоту, де рівень зв'язку був середнім ($r = 0,571-0,661$). Поряд із цим виявлено обернену залежність продуктивності від гідролітичної кислотності ($r = -0,905; -0,844$) та рухомого алюмінію ($r = -0,835; -0,840$), тобто підвищення вмісту вказаних показників призводить до зниження продуктивності.

Залежність продуктивності сівозміни від рН, гідролітичної кислотності, гумусу та рухомого фосфору є вищою у шарі 0–20 см, а від суми увібраних основ, вмісту рухомого алюмінію, легкогідролізного азоту та обмінного калію, навпаки, залежність є вищою від вмісту у шарі 20–35 см (табл. 2).

2. Кореляційна матриця зв'язку між фізико-хімічними, агрохімічними показниками ясно-сірого лісового поверхнево-оглеєного ґрунту та продуктивністю сівозміни залежно від різних доз добрив і вапна в стаціонарному польовому досліді (2017–2020)

Показник	r _{Hксл}	Hг	Сума увібраних основ		Al ³⁺ , мг/кг ґрунту	Гумус, %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Продуктивність сівозміни, т/га з. о.
			Hг-екв/100 г ґрунту	4						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Шар ґрунту 0–20 см										
r _{Hксл}	1,000									
Hг, мг-екв/100 г ґрунту	-0,983									
Сума увібраних основ, мг-екв/100 г ґрунту	0,882	-0,910	1,000							
Al ³⁺ , мг/кг ґрунту	-0,875	0,920	-0,814	1,000						
Гумус, %	0,771	-0,778	0,760	-0,704	1,000					
N, мг/кг ґрунту	0,387	-0,389	0,452	-0,304	1,000					
P ₂ O ₅ , мг/кг ґрунту	0,629	-0,647	0,576	-0,372	0,712	1,000				
K ₂ O, мг/кг ґрунту	0,438	-0,493	0,398	-0,373	0,777	0,764	1,000			
Продуктивність сівозміни, т/га з. о.	0,838	-0,905	0,812	-0,835	0,852	0,571	0,791	0,776	1,000	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Шар ґрунту 20–35 см									
pH _{ксл}	1,000								
Hg, мг-екв/100 г ґрунту	-0,961	1,000							
Сума увібраних основ, мг-екв/100 г ґрунту	0,897	-0,888	1,000						
Al ³⁺ , мг/кг ґрунту	-0,868	0,946	-0,852	1,000					
Гумус, %	0,410	-0,470	0,717	-0,519	1,000				
N, мг/кг ґрунту	0,314	-0,398	0,625	-0,562	0,856	1,000			
P ₂ O ₅ , мг/кг ґрунту	0,506	-0,464	0,661	-0,322	0,632	0,303	1,000		
K ₂ O, мг/кг ґрунту	0,386	-0,387	0,701	-0,412	0,881	0,797	0,787	1,000	
Продуктивність сівозміни, т/га з. о.	0,809	-0,844	0,948	-0,840	0,735	0,661	0,745	0,789	1,000

Між фізико-хімічними та агрохімічними показниками ґрунту тіснота зв'язку варіювала від слабкого до середнього та високого рівня. Коефіцієнти кореляції свідчать, що реакція ґрунтового розчину істотно впливає на збільшення вмісту гумусу ($r = 0,771$) та фосфору ($r = 0,629$) у шарі ґрунту 0–20 см. При цьому в шарі 20–35 см вплив рН слабшає, відповідно, до $r = 0,410$ та $r = 0,506$.

Схожий вплив на вміст гумусу та фосфору в ґрунті мають гідролітична кислотність та рухомий алюміній, проте в цьому випадку за такого ж рівня тісноти зв'язку залежність між вказаними показниками була оберненою. Тобто зростання гідролітичної кислотності та кількості рухомого алюмінію призводить до зменшення вмісту гумусу та доступного фосфору в ґрунті. Крім цього, в обох шарах ґрунту спостерігається тісний та наближений до тісного кореляційного зв'язок гумусу з азотом ($r = 0,856$ – $0,864$), фосфором ($r = 0,632$ – $0,712$) та калієм ($r = 0,777$ – $0,881$).

Зв'язок агрохімічних показників, таких як гумус, азот, фосфор та калій, із рН та гідролітичною кислотністю тісніший у шарі 0–20 см порівняно з шаром 20–35 см.

Висновки. Отже, систематичне сумісне застосування на кислих ясно-сірих лісових поверхнево оглесних ґрунтах органо-мінеральних систем удобрення з внесенням 10 т/га сівозмінної площі гною, однієї ($N_{65}P_{68}K_{68}$) та півтори норми ($N_{105}P_{101}K_{101}$) мінеральних добрив на фоні застосування 1,0 н $CaCO_3$ за гідролітичною кислотністю найбільшою мірою покращує їх фізико-хімічні та агрохімічні властивості.

За вказаних систем удобрення формується найвища продуктивність – 7,68 і 7,47 т з. о. з гектара сівозмінної площі, що, відповідно, на 4,87 і 4,66 т/га з. о. перевищує варіант без добрив.

Тривалий антропогенний вплив на ясно-сірий лісовий поверхнево оглеєний ґрунт веде до тенденції тісного зв'язку продуктивності сівозміни з усіма показниками ґрунту, окрім азоту, де рівень зв'язку був середнім ($r = 0,571$ – $0,661$). Виявлено обернену залежність продуктивності від гідролітичної кислотності та вмісту рухомого алюмінію, що призводить до зниження продуктивності.

Коефіцієнти кореляції свідчать, що рН, гідролітична кислотність та рухомий алюміній істотно впливають на збільшення вмісту гумусу ($r = 0,771$) та фосфору ($r = 0,629$) у шарі ґрунту 0–20 см, проте тіснота зв'язку залежності між вказаними показниками була оберненою.

Список використаної літератури

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. Москва : Изд-во МГУ, 1970. 488 с.

References

1. Arinushkina E. V. Guide on chemical soil analysis. Moscow : Izdatel'stvo MGU, 1970. 488 p.

2. Бережная Е. В., Бережной В. И. Математические методы моделирования экономических систем : учеб. пособ. Москва : Финансы и статистика, 2001. 368 с.
2. Berezhnaja E. V., Berezhnoj V. I. Mathematical methods for modeling economic systems : textbook. Moscow : Finansy i statistika, 2001. 368 p.
3. Бородин А. Л. Агрофізичні властивості посівного шару ґрунту перед сівбою ярих культур. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2016. Вип. 85. С. 96–99.
3. Borodin A. L. Agrofizychni vlastyvosti posivnogo шару ґрунту перед sivboyu yaryx kultur. *Agroximiya i ґruntoznnavstvo*. 2016. Vyp. 85. S. 96–99.
4. Вергунова І. М. Основи математичного моделювання для аналізу та прогнозу агрономічних процесів. Київ : Нора-прінт, 2000. 146 с.
4. Verhunova I. M. Fundamentals of mathematical modeling for analysis and forecasting of agronomic processes. Kyiv : Nora-print, 2000. 146 p.
5. Веремеєнко С. И., Фурманец О. А. Изменение агрохимических свойств темно-серой почвы Западной Лесостепи Украины под влиянием длительного сельскохозяйственного использования. *Почвоведение*. 2014. № 5. С. 602–610.
5. Veremeenko S. I., Furmanets O. A. Changes in the agrochemical properties of dark gray soil in the Western Ukrainian Forest-Steppe under the effect of long-term agricultural use. *Pochvovedenie*. 2014. Vol. 47. No. 5. P. 602–610. DOI: 10.7868/S0032180X14050244.
6. Вплив добрив у сівозміні на родючість ґрунту і продуктивність культур / С. Е. Дегодюк та ін. *Зб. наук. праць Нац. наук. центру «Ін-т землеробства НААН»*. 2010. Вип. 4. С. 3–10.
6. Influence of fertilizers in crop rotation on soil fertility and crop productivity / S. E. Dehodiuk et al. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovooho tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN»*. 2010. Issue 4. P. 3–10.
7. Гізбуллін Н. Г. Удосконалення методики проведення польових досліджень. *Наук. праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2007. Вип. 9. С. 79–87.
7. Hizbullin N. H. Improving the methodology of field research. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*. 2007. Issue 9. P. 79–87.
8. Господаренко Г. М. Агрохімія : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2013. 406 с.
8. Hospodarenko H. M. Agrarian chemistry : textbook. Kyiv : Ahrarna osvita, 2013. 406 p.
9. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Трансформація кислотно-основних властивостей ґрунту за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник Уман. нац. ун-ту садівництва*. 2014. № 1. С. 8–12.
9. Hospodarenko H. M., Prokopchuk I. V. Transformation of acid-base soil properties with long-term use of fertilizers in field crop rotation. *Visnyk Umanskooho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2014. No. 1. P. 8–12.
10. Ґрунти Львівської області : монографія / за ред. С. П. Позняка. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 424 с.
10. Soils of Lviv region: a collective monograph / ed. by S. P. Pozniak. Lviv : LNU imeni Ivana Franka, 2020. 424 p.
11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. Москва, 1985. 351 с.
11. Dosphehov B. A. Methodology of field experiment (with basics of statistical processing of research results). 5th ed. Moscow : Agropromizdat, 1985. 351 p.
12. Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця : Едельвейс і К, 2014. 332 с.
12. Yeshchenko V. O. Fundamentals of scientific research in agronomy. Vinnytsia : Edelveys i K, 2014. 332 p.
13. Кирильчук А. А., Бонішко О. С. Хімія ґрунтів. Основи теорії і практикум.
13. Kyrylchuk A. A., Bonishko O. S. Chimiia ґruntiv. Osnovy teorii i praktykum. Lviv : LNU imeni Ivana Franka, 2011. 354 s.
14. Lviv region: natural conditions and resources: monograph / ed. by

Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 354 с.

14. Львівська область: природні умови та ресурси: монографія / за заг. ред. М. М. Назарука. Львів : Видавництво Старого Лева, 2018. 592 с.

15. Малієнко А. М., Борис Н. Є., Бушлаєва Н. Г. Питання методики польових дослідів у землеробстві та рослинництві *Землеробство*. 2018. Вип. 1. С. 38–44.

16. Мешалкина Ю. Л., Самсонова В. П. Математическая статистика в почвоведении. Москва : МАКС Пресс, 2008. 84 с.

17. Статистичний щорічник України – 2003. Київ : Консультант, 2004. 632 с.

18. Ушкаренко В. А. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве. Москва : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2011. 336 с.

19. Царенко О. М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології. Суми : Університетська книга, 2000. 203 с.

20. Чичуліна К. В. Кореляційний зв'язок в економіко-математичних моделях. *Наук. праці Полтав. держ. аграрної акад.* 2012. Вип. 1(4). Т. 3. С. 250–255.

21. Effects of slope position, aspect and cropping system on soil nutrient variability in hilly areas / Y. Gou, H. Chen, W. Wu, H. B. Liu *Soil Res.* 2015. Vol. 53. P. 338–348. DOI: 10.1071/SR14113.

22. Effect of slope position on physico-chemical properties of eroded soil / F. Khan, Z. Hayat, W. Ahmad et al. *Soil Environ.* 2013. Vol. 32. P. 22–28.

23. El Shafee O., Abdoun T., Zeghal M. Centrifuge modeling and analysis of soil structure interaction under biaxial dynamic excitations. *Geotechnical Special Publication*. 2017. Vol. 281. P. 37–47. DOI: 10.1088/1748-9326/10/2/024019.

24. Hallett P., Mooney S., Whalley R. Soil physics: New approaches and emerging challenges. *European Journal of Soil Science*. 2013. Vol. 64 (3). P. 277–278.

25. Johnson R. M., Richard E. P. Variable rate lime application in Louisiana

M. M. Nazaruk. Lviv : Vydavnytstvo Staroho Leva, 2018. 592 p.

15. Malienko A. M., Borys N. E., Buslaeva N. G. The questions of methodology of field experiments in agriculture and crop production. *Zemlerobstvo*. 2018. Issue 1. P. 38–44.

16. Meshalkina Ju. L., Samsonova V. P. Mathematical statistics in soil science. Moscow : MAKS Press, 2008. 84 p.

17. Statistical Yearbook of Ukraine – 2003. Kyiv : Konsultant, 2004. 632 p.

18. Ushkarenko V. A. Analysis of variance and correlation in crop and meadow farming. Moscow : RGAU-MSHA im. K. A. Timirjazeva, 2011. 336 p.

19. Tsarenko O. M. Computer methods in agriculture and biology. Sumy : Universytetska knyha, 2000. 203 p.

20. Chychulina K. V. Correlation in economic and mathematical models. *Naukovi pratsi Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2012. Issue 1 (4). Vol. 3. P. 250–255.

21. Effects of slope position, aspect and cropping system on soil nutrient variability in hilly areas / Y. Gou, H. Chen, W. Wu, H. B. Liu. *Soil Res.* 2015. Vol. 53. P. 338–348. DOI: 10.1071/SR14113.

22. Effect of slope position on physico-chemical properties of eroded soil / F. Khan, Z. Hayat, W. Ahmad et al. *Soil Environ.* 2013. Vol. 32. P. 22–28.

23. El Shafee O., Abdoun T., Zeghal M. Centrifuge modeling and analysis of soil structure interaction under biaxial dynamic excitations. *Geotechnical Special Publication*. 2017. Vol. 281. P. 37–47. DOI: 10.1088/1748-9326/10/2/024019.

24. Hallett P., Mooney S., Whalley R. Soil physics: New approaches and emerging challenges. *European Journal of Soil Science*. 2013. Vol. 64 (3). P. 277–278.

25. Johnson R. M., Richard E. P. Variable rate lime application in Louisiana sugarcane production systems. *Precision Agriculture*. 2010. Vol. 11. P. 464–474. DOI: 10.1007/s11119-009-9140-2.

26. Ma Q., Zhao G. X. Effects of different land use types on soil nutrients in intensive agricultural region. *J. Nat. Res.* 2010. Vol. 25. P. 1834–1844.

- sugarcane production systems. *Precision Agriculture*. 2010. Vol. 11. P. 464–474. DOI: 10.1007/s11119-009-9140-2.
26. Ma Q., Zhao G. X. Effects of different land use types on soil nutrients in intensive agricultural region. *J. Nat. Res.* 2010. Vol. 25. P. 1834–1844.
27. Nichols K. A., Samson-Liebig S. An inexpensive and simple method to demonstrate soil quality parameters. *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education*. 2011. Vol. 40. P. 51–57. DOI: 10.1071/SR14113.
28. Nichols K. A., Toro M. A new index for measuring whole soil stability. *Soil and Tillage Research*. 2010. Vol. 111(2). P. 99–104. DOI: 10.1007/s11119-009-9140-2.
29. Shake table test of soil-pile groups-bridge structure interaction in liquefiable ground / Tang L. et al. *Earthquake Engineering and Engineering Vibration*. 2010. Vol. 9, № 1. P. 39–50. DOI : 10.1016/e2012.01.010.
30. Variation in soil physical and chemical properties as affected by three slope positions and their management implications in Ganye, North-Eastern Nigeria / S. A. Gisilanbe, H. J. Philip, R. I. Solomon, E. E. Okorie. *Asian. J. Soil Sci. Plant Nutr.* 2017. Vol. 2. P. 1–13. DOI: 10.9734/AJSSPN/2017/39047.
27. Nichols K. A., Samson-Liebig S. An inexpensive and simple method to demonstrate soil quality parameters. *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education*. 2011. Vol. 40. P. 51–57. DOI: 10.1071/SR14113.
28. Nichols K. A., Toro M. A new index for measuring whole soil stability. *Soil and Tillage Research*. 2010. Vol. 111(2). P. 99–104. DOI: 10.1007/s11119-009-9140-2.
29. Shake table test of soil-pile groups-bridge structure interaction in liquefiable ground / Tang L. et al. *Earthquake Engineering and Engineering Vibration*. 2010. Vol. 9, № 1. P. 39–50. DOI : 10.1016/e2012.01.010.
30. Variation in soil physical and chemical properties as affected by three slope positions and their management implications in Ganye, North-Eastern Nigeria / S. A. Gisilanbe, H. J. Philip, R. I. Solomon, E. E. Okorie. *Asian. J. Soil Sci. Plant Nutr.* 2017. Vol. 2. P. 1–13. DOI: 10.9734/AJSSPN/2017/39047.

Отримано 17.09.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-6

УДК 631.6.02: 631.67

Л. М. ГРАНОВСЬКА, доктор економічних наук, професор

Р. А. ВОЖЕГОВА, доктор с.-г. наук, професор, член-кореспондент НААН

Інститут зрошуваного землеробства НААН

м. Херсон, сел. Наддніпрянське,

73483, e-mail: izz.ua@ukr.net, G_Ludmila15@ukr.net

ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ: ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ ТА ЗАХОДИ З ЇХ ПОПЕРЕДЖЕННЯ

У статті науково обґрунтовано напрями зниження рівня деградації та відтворення родючості ґрунтів. Методологічну основу досліджень становлять сучасні методи наукового дослідження: історичний, системний аналіз і підхід, економіко-статистичні. Важливість проблеми збереження ґрунтів і для України, і для всіх країн світу підтверджується міжнародними та вітчизняними нормативними документами. Проведено аналіз сучасного стану ґрунтів та ефективності їх використання у світі та в Україні, зокрема в Херсонській області як найбільш складній за показниками природно-кліматичних умов. Досліджено питання впливу змін клімату в степовій зоні на продуктивність сільськогосподарських культур та ефективність сільськогосподарської діяльності за умови попередження процесів деградації ґрунтів і опустелювання земель. Визначено природні та антропогенні фактори впливу на процеси деградації та опустелювання ґрунтів і доведено, що однією з причин деградації є їх природна засушливість, яка супроводжується недостатньою кількістю опадів, від'ємним водним балансом і пов'язаним із цим специфічним процесом ґрунтоутворення. Обґрунтовано напрями збереження родючості ґрунту та наведено приклад практичного застосування результатів досліджень в ДПДГ «Асканійське» Інституту зрошуваного землеробства НААН.

Науково обґрунтовано оптимальне співвідношення вмісту гумусу і валової енергії у темно-каштанових ґрунтах регіону та визначено, що однією з важливих вимог забезпечення бездефіцитного балансу гумусу і вмісту його на рівні 2,5–3,5% в умовах зрошення є дотримання співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах Південного Степу. Розроблені напрями збереження родючості ґрунтів дають змогу попередити їх деградацію, забезпечити бездефіцитний баланс гумусу, підвищити ефективність сільськогосподарської діяльності на зрошуваних землях, покращити екологічний стан агроландшафтів, а також вирішити важливе державне завдання – забезпечити продовольчу безпеку як складову національної безпеки України.

Доведено, що в умовах подальших змін клімату важливими залишаються наукові дослідження з визначення особливостей процесу ґрунтоутворення та розроблення заходів зі збереження родючості ґрунтів,

накопичення та раціонального використання ґрунтової вологи, оптимізації рівня розораності сільськогосподарських земель та адаптації системи землеробства і зрошуваного землеробства до нової агроекологічної ситуації, пов'язаної з глобальними кліматичними змінами.

Ключові слова: деградація, опустелювання, агроландшафт, зрошення, зміна клімату, гумус, родючість ґрунтів.

Hranovska L., Vozhehova R.

Institute of Irrigated Agriculture NAAS

Soil degradation in the Southern Steppe of Ukraine: causes, consequences, and measures for prevention

The article gives scientific substantiation for the ways of reducing the level of degradation and restoring soil fertility. Methodological basis of scientific investigation is made up of the modern methods of research: historical, systematic, statistical analysis. The importance of the problem of soil conservation for Ukraine and all countries of the world is confirmed by international and domestic law. Was analyzed the current state of soils and the efficiency of their use in the world and Ukraine and especially in Kherson region, the most difficult region in terms of natural and climatic conditions. The authors investigated the influence of climate change of the steppe zone on cropping capacity and agricultural productivity under the condition of the prevention of processes of soil degradation and desertification. Natural and anthropogenic factors influencing the processes of soil degradation and desertification have been identified and it has been proved that one of the causes of soil degradation is their natural aridity, which is accompanied by a scarcity of rainfall, negative water balance, and specific soil forming processes. The article gives the substantiated ways of soil conservation and the example of the practical application of research results in State Enterprise “Research Farm “Askaniyske” of the Institute of Irrigated Farming NAAS. The authors have scientifically substantiated the optimal ratio of humus level and gross energy content in dark chestnut soils of the region and have determined that one of the important requirements to ensure a deficit-free humus balance and keeping its content at the level of 2.5–3.5% under irrigation, is to ensure the ratio of crops in crop rotations of the southern steppe. The developed ways of soil conservation will prevent the degradation, ensure a deficit-free humus balance, increase the agricultural productivity of irrigated lands, improve the ecological condition of cultivated land, and solve an important state task – to ensure food security as part of Ukraine’s national security. The article also proves that scientific researches on the definition of features of soil forming processes and development of measures for soil conservation, accumulation and rational use of soil moisture, optimization of level of plough-disturbance of tilled areas and adaptation of farming system and irrigated farming to a new agri-environmental situation related to the global climate change remain very important.

Key words: degradation, desertification, agrolandscape, irrigation, climate change, humus, soils fertility.

Вступ. Природно-кліматичні умови Південного регіону України сприяють виробництву багатьох видів продукції рослинництва, що підтверджується не тільки багаторічним досвідом розвитку сільського господарства в цьому регіоні, а й висновками продовольчої і сільськогосподарської Комісії ООН (ФАО), згідно з якими Україну зараховують до країн, які в перспективі можуть стати світовими продовольчими донорами. Саме на таких висновках ФАО ґрунтується стратегічна мета розвитку сільського господарства України для перетворення його на одного з лідерів з виробництва сільськогосподарської продукції [31]. Для цього необхідно удосконалити складові елементи технологічного, технічного, ресурсного, фінансового, організаційного і законодавчого забезпечення розвитку сільського господарства, а також реалізувати заходи, спрямовані на зниження залежності галузі землеробства й рослинництва від несприятливих погодних умов, особливо регіональних кліматичних змін.

Україна загалом має 60,4 млн га земель, із них – 42 млн га сільськогосподарських земель, з яких ріллі – 32,9 млн га. Площа чорноземів складає 28 млн га. У зоні Степу України зосереджено 25,1 млн га земель, у тому числі 19,2 млн га – сільськогосподарських земель, із них ріллі – 15,6 млн га, а рівень розораності – 81,3%. Галузь забезпечує 17% ВВП країни і 40% валютних надходжень в Україну [2, 3].

З огляду на значний природний ресурсний потенціал, Україні загрожує багато різних ризиків при його використанні, що робить її неконкурентоспроможною на світовому ринку. Враховуючи, як активно розвиваються галузі економіки інших країн світу, у тому числі сільське господарство, Україна значно програє і в конкуренції, і у витратах виробництва і ресурсів, а також у торговельних операціях, торгуючи сировиною і не створюючи доданої вартості в країні [24]. Однак необхідно враховувати не тільки кількісні показники природного ресурсу (грунти), а й якісні, що охоплюють родючість ґрунтів, доступність водних ресурсів, кліматичні умови, які безпосередньо впливають на сільськогосподарське виробництво і, як кінцевий результат, вартість отриманої продукції. Нині для України характерні прості, іноді примітивні форми ведення природогосподарювання, неефективні або витратні способи виробництва, низький рівень соціальної організації, втрата політичного контролю над територією [15]. У процесі сільськогосподарської діяльності наш товаровиробник частіше орієнтується на цінності, що дає природа. Земельні ресурси є активом,

чітко пов'язаним із пасивом та його елементами, основні з яких – організація та менеджмент.

За географічним положенням більша частина України, в тому числі Степ, розташована в зоні недостатнього природного зволоження, що потребує застосування спеціальних елементів технологій вирощування сільськогосподарських культур і в першу чергу – зрошення [4, 7]. Кліматичні зміни останніх років посилили ймовірність виникнення ризиків у процесі сільськогосподарської діяльності, пов'язаних із підвищенням температур, нерівномірністю опадів або їх повною відсутністю в критичні фази розвитку сільськогосподарських культур. Якщо сума позитивних температур на території України збільшилася на 200–400°C, то, наприклад, у Херсонській області сума ефективних температур – вище +5°C і збільшилась на 673°C тільки за останні 10 років [1]. Значно зросла частка опадів зливового характеру, що призводить до значних їх втрат за рахунок стоку в понижені місця [8, 19]. Все це сприяє посиленню процесів деградації ґрунтів та опустелюванню земель [14], оскільки природні екосистеми на засушливих землях Південного Степу України чутливі до нерациональної сільськогосподарської діяльності і можуть легко переходити в стадію деградованих ґрунтів, що характеризуються низькими показниками родючості. Подальша деградація ґрунтів на засушливих територіях під впливом негативних природних, антропогенних і техногенних факторів призводить до опустелювання.

Існує декілька форм деградації ґрунтів, які супроводжуються втратою поживних речовин і родючого шару ґрунту, водною і вітровою ерозією, утворенням зсувів, забрудненням ґрунтів хімічними елементами, ущільненням, засоленням, осолонцюванням тощо [8, 9, 15].

Площа земель у світі, схильних до процесів деградації, складає 3,6 млрд га, або 70% всіх земель [6]. На цих землях проживає приблизно 4 млрд осіб і більшість із них – за межею бідності. За період з 1981 р. по теперішній час у світі втрачено 24% ґрунтів через деградацію та опустелювання, а кожен рік людство втрачає з цих причин приблизно 12 млрд га земель. На втрачених землях можна було б отримувати приблизно 20 млн тонн зернових культур [25]. Для утворення 2,5 см ґрунтового шару необхідно майже 500 років, а для його знищення – всього декілька.

Процеси деградації та опустелювання ґрунтів є характерним явищем для багатьох країн світу, в тому числі для України. До його причин належить природна засушливість земель, яка супроводжується недостатньою кількістю опадів, від'ємним водним балансом і

пов'язаними з цим умовами ґрунтоутворення. У 2019 р. з наявної площі можливого зрошення – 1,7 млн га – зрошувалось 510 тис. га, в Херсонській області – 320 тис. га [6]. За таких площ фактичного зрошення неможливо забезпечити стабільне виробництво продукції рослинництва, а отже, й відновлення і розвиток галузі тваринництва в Південному Степу України [4].

Матеріали і методи. Методологічну основу наукових досліджень становлять сучасні методи досліджень: історичний, системний підхід і аналіз, економіко-статистичні методи. Інформаційною основою наукових досліджень є законодавчо-нормативні документи України, регламенти та директиви ЄС і програми ООН з питань охорони навколишнього природного середовища, зниження рівня деградації ґрунтів та боротьби з бідністю.

Результати та обговорення. Засушливі землі, як зазначають зарубіжні вчені Юккі Хори (Yukie Hori), Кристина Штульбергер (Christina Stuhlberger) та Отто Симонетт (Otto Simonett), – це землі, які характеризуються нестабільними опадами, значними перепадами денної і нічної температури повітря, наявністю ґрунтів з недостатньою кількістю вологи [21]. Зарубіжні вчені (Adeel, Zafar et al., 2005) вказують, що прогресуюча деградація природних екосистем розпочалась у другій половині ХХ століття та значно перевищила втрати екосистем за весь період людської історії (приблизно 70% екосистемних послуг втрачено за останні 50 років) [30]. Серед наслідків: погана водозабезпеченість, втрата земельних, водних, рибних і лісових ресурсів, деградація та опустелювання ґрунтів, погіршення якості атмосферного повітря, нездатність екосистем задовольняти екосистемні та естетичні потреби.

Економічний аналіз зарубіжних вчених (King, Ed., 2013) доводить, що кожен рік площа деградованих земель у світі збільшується активними темпами і вже майже дорівнює площі трьох територій Швейцарії [28]. Фахівці Конвенції ООН з боротьби з опустелюванням (United Nations Convention to Combat Desertification, UNCCD) стверджують, що «...сухопутна деградація і засуха заважають розвитку всіх країн світу і це є виклик, який вимагає від урядів багатьох країн прийняти таку реальність» [23]. Світові експерти вважають, що найближчим часом для забезпечення продовольчої безпеки у світі знадобиться додатково приблизно 120 млн га сільськогосподарських земель [24].

Важливість проблеми збереження ґрунтів і для України, і для всіх країн світу підтверджують міжнародні нормативні документи [5, 11, 22, 25], а також учасники міжнародної конференції в Мексичі у

2015 р. на тему: «Боротьба з деградацією та опустелюванням ґрунтів для зменшення масштабів бідності і забезпечення стійкого розвитку: вклад науки, техніки, технологій, традиційних знань і практики». Конференція була проведена в межах Міжнародної програми ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП), Конвенції ООН з боротьби з опустелюванням і діяльності наукових установ та громадських організацій з питань охорони навколишнього середовища та раціонального природокористування.

Вплив змін клімату на сільське господарство України є однозначним. Підвищення середньорічної температури може мати обмежено позитивний вплив на сільське господарство [22], проте землеробство в степовій і лісостеповій зонах вимагатиме додаткового зрошування, яке призведе до скорочення дефіцитних водних ресурсів і збільшення витрат на вирощування сільськогосподарських культур [5, 6]. Вчені прогнозують, що збільшення частоти посушливих явищ може знизити врожаї зернових культур у світі на 40–60% у період прогнозу до 2050 р. Відсутність стійкого снігового покриву за умов низьких температур впродовж зимніх місяців призводитиме до вимерзання озимих культур [7].

Стан ґрунтів в Україні також викликає занепокоєння науковців. Ще 1910 р. академік А. А. Ізмаїльський, звертаючи увагу землекористувачів на зростання рівня посушливості в Степу України та нераціональну систему землекористування, зазначив: «...Якщо ми будемо продовжувати так безтурботно спостерігати прогресуючі зміни поверхні наших степів, а у зв'язку з тим і прогресуюче висушування степового ґрунту, то навряд чи можна сумніватись, що в недалекому майбутньому наші степи перетворяться на безплідну пустелю». І нині ця загроза стає реальністю. За дослідженнями В. В. Докучаєва, вміст гумусу в орному шарі ґрунтів у більшості регіонів України дорівнював 5,3–6,1%, а 20 років тому його вміст в орному шарі в середньому по країні становив від 3,3 до 3,8%. Сучасні обстеження фахівців ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» фіксують вміст гумусу на рівні 3,0%. Втрата 1 см орного шару ґрунту на полях призводить до зниження рівня врожайності посівів зернових культур у середньому на 0,5 ц/га [1].

За даними вчених ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії» НААН, площа деградованих сільськогосподарських земель охоплює приблизно 10–15 млн га. Деградація земель в Україні через втрату гумусу і поживних речовин відбувається на площі до 43%, через водну і вітрову ерозію – 20%, зараження ґрунтів вірусами сільськогосподарських культур – 60%. Як зауважує у своїх виступах

академік НААН С. А. Балюк, за останні 130 років українські землі втратили 30% гумусу, а насиченість ґрунтів мінеральними елементами складає лише 80–130 кг/га, за умови забезпечення бездефіцитного балансу поживних речовин ця величина має дорівнювати 150 кг/га [3].

Стан ґрунтів і раціональність їх використання в Херсонській області не відрізняються від стану ґрунтів у країні загалом. При площі сільськогосподарських угідь 1965,5 тис. га (69,0% усіх земель) площа ріллі складає 1777,7 тис. га, рівень розораності дорівнює 90,4%, що є необґрунтованим і негативним явищем для Херсонської області [1]. Малопродуктивних земель на території області 25%, потребують консервації – приблизно 3,0%. Одним із факторів, що посилює процес деградації ґрунтів в умовах засушливого клімату, є природна солонцюватість та осолонцюваність ґрунтів, які в період активного застосування зрошення були покращені за допомогою інфільтраційних процесів і переміщення важкорозчинних солей вниз по ґрунтовому профілю [15, 16]. Після припинення зрошення на цих землях активно відбувається процес вторинного осолонцювання. Наприклад, тільки на території Херсонської області площа таких земель перевищує 400 тис. га.

Підвищення температури повітря сприяє збільшенню площі засолених і осолонцюваних земель і в інших країнах, вирубка лісів посилює процеси водної та вітрової ерозії, а економічні й політичні умови, як і недостатній рівень культури виховання, освіти та бідність населення, також не сприяють збереженню ґрунтів і попередженню процесів деградації та опустелювання [6].

Останнім часом проведено значний обсяг досліджень з питань впливу змін клімату в степовій зоні на продуктивність сільськогосподарських культур та ефективність сільськогосподарської діяльності за умови попередження процесів деградації та опустелювання [1, 2, 6]. Результати досліджень доводять, що при подальшому застосуванні традиційної системи ведення землеробства в регіоні може відбутись значне зниження продуктивності сільськогосподарських культур через зниження показників родючості ґрунтів.

З метою подолання негативних явищ, пов'язаних зі змінами клімату, вчені пропонують впроваджувати низку заходів, спрямованих на адаптацію землеробства до нових кліматичних умов [18, 22, 23].

Використання науково необґрунтованих технологій вирощування сільськогосподарських культур, екстенсивне земле- і водокористування в зоні зрошення, повна відсутність органічних добрив, невиконання постанов Кабінету Міністрів та нормативних

актів Національної академії аграрних наук України щодо нормативів оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах та щодо землеустрою призводять до зниження родючості ґрунтів, що негативно впливає на їх якість.

Вченими Інституту зрошуваного землеробства НААН України розроблено і впроваджено у виробництво низку інноваційних технологій вирощування сільськогосподарських культур, способів та прийомів обробітку ґрунту, способів поливу та режимів зрошення сільськогосподарських культур, технологій меліорації засолених і осолонцьованих ґрунтів тощо [1]. Ці технології класифікуються як наукоємні, ресурсозберігаючі, ґрунтозахисні, еколого-безпечні та енергозберігаючі. Їх впровадження у виробництво забезпечує не тільки економічний ефект від господарської діяльності, а й створює умови для збереження, охорони і раціонального використання ґрунтів, водних та енергоресурсів.

Ефективним прикладом застосування цих інноваційних технологій у виробництві є Державне підприємство «Дослідне господарство "Асканійське"» Інституту зрошуваного землеробства НААН. Підприємство розташоване в Південному Степу України і має площу сільськогосподарських земель приблизно 9 тис. га, з них зрошуваних земель – 5 тис. га. З 1986 р. на цьому підприємстві фіксували зміни вмісту гумусу в ґрунті, які негативно впливали на ефективність сільськогосподарської діяльності. Зміни гумусу були пов'язані із системою удобрення ґрунтів і співвідношенням мінеральних та органічних добрив.

Важливою складовою ґрунту є органічна речовина, яка являє собою сукупність живої біомаси й органічних решток рослин, тварин, мікроорганізмів, продуктів їх метаболізму і специфічних новоутворених гумусових речовин, що рівномірно пронизують ґрунтовий профіль. З кожним роком, за даними ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», вміст гумусу в ґрунтах країни зменшується на 500–700 кг/га. Крім того, за матеріалами агрохімічної паспортизації виявлено, що кожні 5 років ґрунти України втрачають у середньому 0,05% гумусу. Застосування тільки мінеральних добрив призводить до пептизації гумусу та його зменшення в ґрунті, і лише поєднання мінеральних та органічних добрив сприяє підвищенню органічної речовини в ґрунті, що є основою показника родючості будь-якого ґрунту. Вченими доведено, що в регіоні Південного Степу України оптимальним співвідношенням мінеральних та органічних добрив є 1:15 [1].

Збереження галузі тваринництва на підприємстві дало змогу отримувати достатню кількість органічних добрив, а дотримання оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівознах забезпечило підвищення вмісту гумусу в ґрунтах, що зрошуються, на рівні 2,99%. Відношення вмісту гумусу до валової енергії в темно-каштанових ґрунтах цього підприємства за період з 1990 по 2015 р. трималося в межах 93,67–94,18% (табл. 1). Важливими вимогами забезпечення бездефіцитного балансу гумусу і вмісту його на рівні 2,5–3,5% в умовах зрошення є: дотримання співвідношення сільськогосподарських культур у сівознах Південного Степу (зернових і зернобобових культур – 40–82%, технічних – 5–35%, овочевих і баштанних – до 20%, кормових – до 60%, багаторічних бобових трав – до 17–44%); внесення гною в кількості 3–7 т/га; впровадження ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, інноваційних способів поливу та водозберігаючих режимів їх зрошення [1].

1. Вміст валової енергії в орному шарі темно-каштанових ґрунтів за турами обстеження в ДПДГ «Асканійське»* (середнє за 1990–2015 рр.)

Вміст, ГДж/га	Тур обстеження					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
P ₂ O ₅	8,9	9,7	8,1	11,0	7,8	8,5
K ₂ O	30,0	32,5	29,6	29,3	28,0	29,4
N (нітрифікаційна здатність)	9,0	9,0	9,4	9,9	9,2	7,5
Гумус	750,0	758,0	731,1	747,3	728,4	748,9
Усього	797,9	809,2	778,2	797,5	773,4	794,3
Гумус у % до суми	94,00	93,67	93,95	93,71	94,18	94,29

*Джерело: складено авторами.

В Україні прийнято низку законів, постанов та положень щодо раціонального використання, відтворення та охорони ґрунтів, однак це не забезпечує раціонального використання земельних ресурсів всіма землекористувачами та землевласниками.

Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо збереження родючості ґрунтів» 2009 р. запровадив доповнення (ст. 55 Кодексу України про адміністративні порушення та ст. 22 Земельного кодексу України) щодо розроблення та затвердження в установленому порядку проектів землеустрою, які забезпечують еколого-економічне обґрунтування проектів сівозмін і впорядкування угідь та передбачають заходи з охорони земель [10].

Цей же закон містить доповнення до Нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах у різних природно-сільськогосподарських регіонах (до ст. 33-1), а ст. 55 Кодексу України про адміністративні порушення доповнена відповідальністю за порушення проєктів сівозмін.

У Законі України «Про землеустрій» 2003 р. (ст. 52) достатньо детально прописано порядок розроблення та впровадження еколого-економічних проєктів землеустрою земельних сільськогосподарських ділянок площею більше 100 га, а п. г ст. 55 цього закону містить вимоги щодо складання схем чергування сільськогосподарських культур у сівозміні [12]. Однак ці положення потребують удосконалення, зокрема проєкт сівозміни бажано розглядати не як проєкт землеустрою з відповідними правовими обмеженнями власника земельної ділянки (хоча елемент межування він містить), а як агроекологічний проєкт з еколого-економічним обґрунтуванням сівозміни з метою реалізації законодавчих положень щодо використання, охорони і відтворення ґрунтів як національного багатства.

Важливими складовими забезпечення раціональності землеводіння і землекористування є відродження системи агрохімічної паспортизації ґрунтів, розроблення агрохімічних паспортів та історії полів земельних ділянок. Це дасть змогу попередити та знизити рівень деградації ґрунтів, що зрошуються; зберегти родючість ґрунтів шляхом бездифіцитного балансу гумусу в ґрунтах; забезпечити збалансування агроландшафтів і підвищити їх екологічну стійкість та протидію глобальним змінам клімату; підвищити економічну ефективність господарської діяльності підприємств у зоні зрошення, благополуччя населення та його соціальний рівень; створити сучасну інфраструктуру населеного пункту.

Вченими Інституту в напрямі раціонального використання земельних ресурсів, попередження їх деградації та сталого розвитку зрошуваного землеробства розроблено:

- технології вирощування сільськогосподарських культур та системи землеробства в умовах змін клімату для агровиробничих систем з різним ступенем інтенсифікації – високоінтенсивних, ресурсоощадних, органічних, спрямованих на підвищення врожайності та економічної ефективності;
- комплекс агромеліоративних заходів для покращення родючості меліорованих ґрунтів, попередження водної та вітрової ерозії, зниження засолення та осолонцювання;

– балансові методи формування систем удобрення сільськогосподарських культур із проведенням агрохімічних аналізів ґрунту (вміст нітратного азоту, рухомого фосфору, обмінного калію, гумусу, нітрифікаційна здатність тощо) і подальшим встановленням оптимальних доз мінеральних добрив на величину планової урожайності для окремих полів з виконанням вимог щодо охорони навколишнього середовища;

– системи біологізації інтегрованого захисту рослин від шкідників, збудників хвороб і бур'янів, особливо в умовах регіональних кліматичних змін, впровадження нових методів фітосанітарного моніторингу та прогнозу розвитку шкодочинних об'єктів, нормування витрат пестицидів тощо;

– напрями меліорації осолонцьованих ґрунтів шляхом внесення меліорантів (фосфогіпсу) по талому ґрунту навесні в нормі 3–5 т/га;

– удосконалену систему основного обробітку ґрунту в сівозмінах з різним насиченням зернових і технічних культур у напрямі мінімізації фізичного навантаження на ґрунт, а також посіву в попередньо необроблений ґрунт;

– спосіб адаптації технологій вирощування посухостійких і солестійких культур у сівозмінах: сорго, сафлор, люцерна, бобові культури, горох, нут, чечевиця тощо;

– систему мінімізації основного обробітку ґрунту з метою збереження вуглецю як умови накопичення природної вологи і підвищення тим самим родючості ґрунту.

Висновки. Однією з причин деградації ґрунтів в умовах Південного Степу України є їх природна засушливість, яка супроводжується недостатньою кількістю опадів, від'ємним водним балансом і пов'язаним із цим специфічним процесом ґрунтоутворення. Науково обґрунтовані напрями раціонального землекористування дадуть змогу зберегти родючість ґрунтів, попередити їх деградацію, забезпечити бездефіцитний баланс гумусу, підвищити ефективність сільськогосподарської діяльності на зрошуваних землях, покращити екологічний стан агроландшафтів, а також вирішити важливе державне завдання – забезпечити продовольчу безпеку як складову національної безпеки України.

В умовах подальших змін клімату важливими залишаються наукові дослідження з визначення особливостей процесу ґрунтоутворення та розроблення заходів зі збереження родючості ґрунтів, накопичення та раціонального використання ґрунтової вологи, оптимізації рівня розораності сільськогосподарських земель та адаптації системи землеробства і зрошуваного землеробства до нової

агроекологічної ситуації, пов'язаної з глобальними кліматичними змінами.

Список використаної літератури

1. Голобородько С. П., Грановська Л. Н. Природне середовище Південного Степу: ефективність використання. Київ. *Агроперспектива*. 2013. № 8. С. 76–81.
2. Ґрунтові ресурси Херсонської області, їхня продуктивність та раціональне використання (для інвестиційних проєктів) / В. А. Демьохін, В. Г. Пелих, В. А. Величко, В. Б. Соловей. Київ : Колобів, 2007. 132 с.
3. Екологічний стан ґрунтів України / С. А. Балуєк, В. В. Медведєв, М. М. Мірошніченко та ін. *Український географічний журнал*. 2012. № 2. С. 38–42.
4. Коваленко А. М. Раціональне використання зрошуваних земель півдня України при різному сільсько-господарському їх використанні. *Зрошуване землеробство*. Херсон. 2014. № 61. С. 21–23.
5. Концепція боротьби з деградацією земель та опустелюванням : розпорядження Кабінету Міністрів України від 22.10.2014 р. № 1024-р. *База даних «Законодавство України»* / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1024-2014-%D1%80#Text>.
6. Концепція відновлення та розвитку зрошення у південному регіоні України / за наук. ред. М. І. Ромашенка. Київ : ЦП «Компринт», 2014. 28 с.
7. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України. Київ : Аграрна наука, 2009. 624 с.
8. Петроченко В. І. Методологія розробки системи машин для здійснення ефективних заходів захисту від шкідливої дії вод. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. Глеваха. 2013. Вип. 98. Т. 1. С. 541–550.
9. Петроченко В. І., Розгон В. А.

References

1. Holoborodko, S.P., Hranovska L. N. Environment of Southern Steppe: use efficiency. *Ahroperspektyva*. 2013. No. 8. P. 76–81.
2. Soil resources of Kherson region, their productivity and rational use (for investment projects) / V. A. Demokhin, V. H. Pelykh, V. A. Velychko, V. B. Solovei. Kyiv : Kolobih, 2007. P. 67–108.
3. Ecological state of the soils of Ukraine / S. A. Baliuk, V. V. Medvediev, M. M. Miroshnychenko. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal*. 2012. No. 2. P. 38–42.
4. Kavalenko A. M. Rational use of the irrigated lands of the South of Ukraine under various agricultural use of them. *Naukovyi zbirnyk Instytutu zroshuvanoho zemlerobstva NAAN Ukrainy*. 2014. No. 61. P. 21–23.
5. The concept of combating land degradation and desertification : Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy by 22.10.2014 No. 1024-p. *Baza danykh «Zakonodavstvo Ukrainy»* / Verkhovna Rada Ukrainy. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1024-2014-%D1%80#Text>.
6. Development and renewal concept of irrigation in the Southern region of Ukraine / ed. by M. I. Romashchenko. Kyiv : Komprynt, 2014. P. 28.
7. Scientific bases of protection and rational use of the irrigated lands of Ukraine. *Agrarna Nauka*. 2009. 624 p.
8. Petrochenko V. I. Methodology of the development of the machines system for carrying out efficient protection measures against harmful influence of waters. *Mekhanizatsiia ta elektrifikatsiia silskoho hospodarstva – Mechanization and electrification of agriculture*. 2013. Issue 98. P. 541–550.
9. Petrochenko V. I., Rozghon V. A. Correction of the efficiency coefficient of the irrigation canals depending on the

Корегування коефіцієнта корисної дії зрошувальних каналів залежно від корисної витрати в них. *Водне*

господарство України. 2015. № 5. С. 27–31.

10. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо збереження родючості ґрунтів : Закон України. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*. 2009. № 47–48. Ст. 719.

11. Про затвердження Національного плану дій щодо боротьби з деградацією земель та опустелюванням : розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.03.2016 р. № 271-р. *База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/271-2016-%D1%80#Text>.

12. Про землеустрій : Закон України. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*. 2003. № 36. Ст. 282.

13. Про Рекомендації парламентських слухань «Підтоплення земель в Україні: проблеми та шляхи подолання» : Постанова Верховної Ради України від 06.03.2003 р. № 609-IV. *База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/609-IV#Text>.

14. Ромащенко М. І., Шевченко А. М., Драчинська Е. С. Удосконалення нормативно-методичного забезпечення моніторингу зрошуваних земель. *Меліорація і водне господарство*. 2008. Вип. 96. С. 104–115.

15. Рябцев М. П. Подтопление и затопление территорий населенных пунктов – проблемы, требующие комплексного решения. *Меліорація і водне господарство*. Київ : Аграрна наука, 2005. Вип. 92. С. 173–182.

16. Рябцев М. П. Схема районирования зоны устойчивого подтопления Присвияшья и приморских территорий. *Меліорація і водне господарство*. Київ : Аграрна наука, 2007. Вип. 95. С. 167–176.

efficiency loss in them. *Vodne gospodarstvo Ukrainy*. 2015. P. 27–31.

10. On Amendments to Certain Legislative Acts of Ukraine Concerning the Preservation of Soil Fertility : Law of Ukraine. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR)*. 2009. No. 47–48. P. 719.

11. National Action Plan to Combat Degradation and Desertification : Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy by 30.03.2016 No. 271-p. *Baza danykh «Zakonodavstvo Ukrainy» / Verkhovna Rada Ukrainy*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/271-2016-%D1%80#Text>.

12. On Land Management : Law of Ukraine. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR)*. 2003. No. 36. P. 282.

13. Recommendations of the Parliamentary “Land flooding in Ukraine: problems and ways of solving” : Postanova Verkhovnoi Rady Ukrainy by 06.03.2003 № 609-IV. *Baza danykh «Zakonodavstvo Ukrainy» / Verkhovna Rada Ukrainy*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/609-IV#Text>.

14. Romashchenko M. I., Shevchenko A. M., Drachynska E. S. Improvement of the normative and methodological monitoring of the irrigated lands. *Melioratsiia i vodne gospodarstvo*. 2008. No. 96. P. 104–115.

15. Riabtsev M. P. Flooding of the settlements territories – problems requiring the complex solution. *Melioratsiia i vodne gospodarstvo*. 2005. No. 92. P. 173–182.

16. Riabtsev M. P. Scheme of zoning the stable flooding of Prisivashie and coastal territories. *Melioratsiia i vodne gospodarstvo*. 2007. No. 95. P. 167–176.

17. Tarariko O. H., Iliencko T. V., Kuchma T. L. Formation of ecologically stable landscapes in the conditions of climate changes. *Ahroekolohichniy zhurnal Instytutu ahroekolohii ta pryrodokorystuvannia NAAN Ukrainy*. 2013. No. 4. P. 13–21.

18. Ukraina i polityka protydii zmini klimatu: ekonomichniy aspekt. *Analitichna dopovid / ed. by V. R. Sidenka, O. O. Veklych*. Kyiv : Zapovit, 2016. 208 p.

Synthesis / United Nations Convention to Combat Desertification. 2011. 234 p.

27. Hranovska L. M. Irrigation – a key tool of agricultural development and minimization of the effect of changes in climate on socio-economic development of Ukraine. *Natural sciences and modern technological solutions: knowledge interation in the XXI century: collective monograph* / O. V. Averchev, H. S. Balashova, I. M. Biliaieva, S. P. Holoborodko, etc. Lviv-Torun : Liha-Pres, 2019. P. 67–83.

28. King Ed. Desertification Crisis Affecting 168 Countries Worldwide, Study Shows. Tokyo : United Nations University, 2013.

29. Olesen J. E., Bindi M. Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy*. 2002. No. 16. P. 239–262.

30. Simulating the impact of climate change on rice phenology and grain yield in irrigated drylands of Central Asia / K. P. Devkota, A. M. Manschadi, M. Devkota, O. Egamberdiev, P. L. G. Vlek. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. 2013. No. 52. P. 2033–2050.

31. Zafar A., Safriel U., Niemeijer D., White R. Ecosystems and Human Well-Being: Desertification Synthesis: A Report of the Millennium Ecosystem Assessment. Washington, D. C. : World Resources Institute. 2005. 15 p.

28. King Ed. Desertification Crisis Affecting 168 Countries Worldwide, Study Shows. Tokyo : United Nations University, 2013.

29. Olesen J. E., Bindi M. Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy*. 2002. No. 16. P. 239–262.

30. Simulating the impact of climate change on rice phenology and grain yield in irrigated drylands of Central Asia / K. P. Devkota, A. M. Manschadi, M. Devkota, O. Egamberdiev, P. L. G. Vlek. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. 2013. No. 52. P. 2033–2050.

31. Zafar A., Safriel U., Niemeijer D., White R. Ecosystems and Human Well-Being: Desertification Synthesis: A Report of the Millennium Ecosystem Assessment. Washington, D. C. : World Resources Institute. 2005. 15 p.

Отримано 22.07.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-7

УДК 581.145.2:633.11:631.872

О. Л. ДУБИЦЬКИЙ, кандидат біологічних наук

О. Й. КАЧМАР, А. О. ДУБИЦЬКА, О. В. ВАВРИНОВИЧ, кандидати с.-г. наук

М. М. ЩЕРБА, науковий співробітник

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл., 81115, e-mail: oksanaostrowska@ukr.net

СТАНОВЛЕННЯ ПОТЕНЦІЙНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КОЛОСУ В ОНТОГЕНЕЗІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

Вивчено становлення фізіологічних, морфологічних ознак росту пластинок верхніх листків (ПВЛ; вихід в трубку – молочна стиглість), продуктивності колосу (GDM , суха речовина муки зерна колосу) пшениці озимої за умов базової екологізованої системи удобрення, екологічно безпечних систем удобрення (БЕСУ, ЕБСУ відповідно) на основі соломи гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$. Як елементи екологізації у складі технологій ЕБСУ було використано біостимулятор, гумусовмісне добриво, мікробіологічне добриво і добриво на хелатній основі. Встановлено достовірні зміни відносної швидкості росту, швидкості нетто-асиміляції ПВЛ ($RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$) в умовах ЕБСУ відносно БЕСУ, а також достовірні зміни вмісту сухої речовини, тривалості площі і тривалості біомаси ПВЛ ($LDMC_{ВЛ}$, $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$ відповідно) у технологіях ЕБСУ стосовно контролю і БЕСУ. Мінливість $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$ відносно контролю, питомої площі, питомої маси ПВЛ ($SLA_{ВЛ}$, $LMA_{ВЛ}$ відповідно), контролю і БЕСУ була неоднозначною.

Виявлено достовірні прирости GDM в умовах БЕСУ відносно контролю та за умов ЕБСУ, стосовно контролю і БЕСУ. Винайдено істотні кореляційні взаємозалежності між $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$ або $LDMC_{ВЛ}$ і $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$, $SLA_{ВЛ}$, $LMA_{ВЛ}$ ($r^* = 0,81 - -0,96$; $p = 0,024-0,989$; $P < 0,010-0,050$), а також GDM ($r^* = -0,91-0,96$; $P < 0,010-0,050$). Також встановлено наявність значущої позитивної та негативної кореляції між GDM та $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$, $SLA_{ВЛ}$, $LMA_{ВЛ}$ у ряду технологій БЕСУ–ЕБСУ ($r^* = -0,76-0,85$; $p = 0,931-0,980$; $P < 0,050$). Загалом в умовах технологій контроль – БЕСУ–ЕБСУ взаємозалежності $GDM - RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$, $SLA_{ВЛ}$, $LMA_{ВЛ}$ були малозначущими: $r^* = -0,37-0,44$; $p = 0,143-0,720$. Резюмовано, що зменшення $LDMC_{ВЛ}$, одночасне збільшення $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$, $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$ призводять до приросту GDM в умовах ЕБСУ відносно БЕСУ. При цьому зменшення $SLA_{ВЛ}$, протилежно – $LMA_{ВЛ}$, було більш пріоритетним. Запропоновано гіпотези, що виявлена мінливість ознак росту ПВЛ являє собою різні способи реалізації елементів адаптивних стратегій росту й економіки ПВЛ, відповідних змін

донорно-акцепторних відносин до умов забезпечення ресурсами рослин пшениці озимої, вирощених із застосуванням БЕСУ, ЕБСУ.

Ключові слова: пшениця озима, пластинки верхніх листків, ознаки росту, економічні ознаки, донорно-акцепторні відносини, екологічно безпечні системи удобрення, двовимірна кореляція.

Dubitsky A., Kachmar O., Dubitska A., Vavrivich O., Shcherba M.

Institute of Agriculture of Carpathian region of NAAS

The formation of potential ear productivity in the ontogenesis of winter wheat under conditions of ecologically safe fertilizers systems

The formations of the physiological, morphological growth traits of the upper leaf blades (ULB; booting – milk ripeness), ear productivity (*GDM*, the grain flour dry matter) of winter wheat under the conditions of the basic ecologized fertilizer system, ecologically safe fertilizers systems (BEFS, ESFS, respectively) on the basis pea straw + $N_{30}P_{45}K_{45}$ were studied. As elements of ecologization as part of the ESFS technologies, the biostimulator, humus fertilizer, microbiological fertilizer and the chelate-based fertilizer were used. The reliable variations of the relative growth rate, net assimilation rate of the ULB (*RGR_{UL}*, *NAR_{UL}*) under conditions of ESFS, relative to BEFS, as well as reliable changes of the dry matter content, of the area duration and biomass duration of ULB (*LDMC_{UL}*, *LAD_{UL}*, *BMD_{UL}*, respectively) under conditions of ESFS-technologies, as compared to the control and BEFS, were established. The variability of *RGR_{UL}*, *NAR_{UL}*, relative to the control, specific area, and specific weight of ULB (*SLA_{UL}*, *LMA_{UL}*, respectively), concerning to control and BEFS, were ambiguous. The reliable gains of *GDM* were revealed under conditions of BEFS, relative to the control, and under conditions of ESFS, as compared to the control and BEFS. Significant correlation interdependencies were found between *LAD_{UL}* or *BMD_{UL}* or *LDMC_{UL}* and *RGR_{UL}*, *NAR_{UL}*, *SLA_{UL}*, *LMA_{UL}* ($r^* = 0,81 - -0,96$; $p = 0,024-0,989$; $P < 0,010-0,050$), as well as *GDM* ($r^* = -0,91-0,96$; $P < 0,010-0,050$). The presence of a significant positive and negative correlations between *GDM* and *RGR_{UL}*, *NAR_{UL}*, *SLA_{UL}*, *LMA_{UL}* in the series BEFS–ESFS technologies was also established ($r^* = -0,76-0,85$; $p = 0,931-0,980$; $P < 0,050$). In general, under the conditions of technologies control – BEFS–ESFS the interdependencies *GDM* – *RGR_{UL}*, *NAR_{UL}*, *SLA_{UL}*, *LMA_{UL}* were insignificant: $r^* = -0,37-0,44$; $p = 0,143-0,720$. It was summarized, that a decrease of *LDMC_{UL}*, a simultaneous increase of *LAD_{UL}*, *BMD_{UL}*, *RGR_{UL}*, *NAR_{UL}* lead to the increase of *GDM* under the conditions of ESFS, relative to the BEFS. At the same time, reduction *SLA_{UL}*, opposite – *LMA_{UL}* was more priority. It was hypothesized, that the revealed variability of the growth traits of ULB represents various ways of implementing of the elements of adaptive growth strategies and economics of ULB, and corresponding changes of source-sink relations to the conditions of resources providing of winter wheat plants, that were grown using BEFS, ESFS.

Key words: winter wheat, upper leaf blades, growth traits, economics traits, source-sink relations, ecologically safe fertilizers systems, two-dimensional correlation.

Вступ. За сучасними уявленнями, листки верхніх ярусів (верхні листки – ВЛ: 1-й – прапорцевий ПЛ, 2-й – передпрапорцевий ППЛ, 3-й – ЗВЛ) є важливими функціональними фотосинтетичними одиницями і постачальниками асимілятів до репродуктивних органів (колос) зернових культур, у тому числі пшениці, під час раннього та наступних етапів репродуктивного розвитку (колосіння – виповнення зерна) зазначених рослин. Накопичено чимало даних, що свідчать про істотну залежність кінцевої продуктивності сільськогосподарських рослин від низки ознак ВЛ, зокрема ПЛ. При цьому значна частина досліджень зосереджені на взаємозалежностях між величинами урожайності (*Yield*) й площі, тривалості площі листків (*leaf area duration LAD*) для ВЛ, першочергово для ПЛ [1, 2, 4, 7, 11, 16, 24].

Така увага до площі, *LAD* для ВЛ зернових культур не в останню чергу зумовлена системою уявлень про класичні положення аналізу росту рослин, згідно з якими $Yield \approx RGR \times BMD \approx NAR \times LAD$; *RGR* (relative growth rate) – відносна швидкість росту, *NAR* (net assimilation rate) – швидкість нетто-асиміляції, *BMD* (biomass duration) – тривалість біомаси для надземної частини цілісної рослини в посіві [22]. Звідси очевидно, що *Yield* сільськогосподарської культури залежить від накопичення та розподілу біомаси та/або площі листків у надземній частині рослини. Своєю чергою, на рівні індивідуального організму зазначені закономірності розподілу описують рівнянням, що поєднує економічний баланс ресурсів (асимілятів) з еколого-фізіологічними і морфо-анатомічними ознаками росту надземної частини рослини: $RGR = NAR \times LAR = NAR \times SLA \times LMF$. У цьому рівнянні *RGR* характеризує швидкість та ефективність інвестування ресурсів у зазначену частину рослини [22, 28, 30, 31, 33]. Також *NAR* детермінує швидкість та ефективність інвестування біомаси рослини в площу листків [35]. Крім того, є сенс розглядати *RGR*, *NAR* як потенційну швидкість відтоку асимілятів з органів-донорів з розрахунку на рослину та площу листків відповідно [10]. *LAD*, *BMD* являють собою потенційні інтегральні величини накопичення біомаси у листках, рослині відповідно [14, 22, 24]. Позначення інших величин: *LAR* – leaf area ratio = площа листків / маса надземної частини рослини; $SLA = 1/LMA$ – specific leaf area – питома площа листків, *LMA* (*SLW*) – leaf mass per area ratio (specific leaf weight) – питома маса листків, *LMF* (*LMR*) – leaf mass fraction (rate) – біомаса листків / біомаса надземної частини [22, 28, 30, 31, 33]; *LMA* – ефективність накопичення біомаси на одиницю площі листків; *SLA* – рентабельність повернення інвестування біомаси в площу листків [13, 30]. $SLA = 1/(LD \times LT) \approx$

$\approx 1/(LDMC \times LT)$, $LMA = LVA \times LD$; LD , LT – щільність тканин листка, його товщина, $LDMC$, LVA – вміст сухої речовини, об'єм / площа листка [13, 23].

Отже, формування кінцевої продуктивності залежить від поєднання еколого-фізіологічних і морфо-анатомічних ознак росту, які характеризують економічний баланс ресурсів, асимілятив (притік, відтік) в організмі та популяції сільськогосподарських рослин. В той же час невідомо, яким чином продуктивність пшениці озимої залежить від ознак $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$, $SLA_{ВЛ}$, $LMA_{ВЛ}$, $LDMC_{ВЛ}$, $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$, що відображають відповідний економічний баланс ресурсів на рівні пластинок ВЛ (ПВЛ – ПЛ, ППЛ) в умовах екологічно безпечних систем удобрення (ЕБСУ). Вивчення та аналіз взаємозалежностей між переліченими ознаками ПВЛ та продуктивністю колосу (суха речовина муки зерна – the grain flour dry matter, GDM) в умовах ЕБСУ дадуть змогу відповісти на поставлене питання в термінах фізіології, морфології та економіки листків пшениці озимої.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2016–2018 рр. на пшениці озимій (*Triticum aestivum* L.) сортів Поліська 90 (2016, 2017), Фаворитка (2018), які вирощували на сірому лісовому ґрунті після гороху посівного (*Pisum sativum* L.) в умовах стаціонарного досліду по вивченню наукових основ управління продуктивністю короткоротаційних сівозмін Карпатського регіону (Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН). Зміст дослідних варіантів наведено в табл. 1.

1. Зміст варіантів польового стаціонарного досліду

№ вар.	Зміст варіанта
1	Контроль (без добрив)
2	Солома гороху
3	$N_{30}P_{45}K_{45}$ + солома гороху
4	$N_{30}P_{45}K_{45}$ + солома гороху + біостимулятор
5	$N_{30}P_{45}K_{45}$ + солома гороху + біостимулятор + гумусне добриво
6	$N_{30}P_{45}K_{45}$ + солома гороху + біостимулятор + мікробіологічне добриво
7	$N_{30}P_{45}K_{45}$ + солома гороху + хелатне добриво

Площа дослідної мікроділянки – 1 м²; повторність ділянок 6-разова; розташування ділянок системне. Солому вносили під осінню оранку (2,2 т/га), гумусовмісне добриво (ГД, «Еко-імпульс», 1,5 л/га) –

у фазі весняного кушення, мікробіологічне добриво (МД, «Еко-грунт», 3,0 л/га) – у міжфазний період весняне кушення – трубкування, хелатне добриво (ХД, «Роза-соль» 18-18-18+125+МЕ, одноразова доза 1,0 л/га) та біостимулятор (БС, «Тера-сорб», одноразова доза 0,5 л/га) – двічі за вегетацію у фазі повного кушення та колосіння. Фази онтогенезу пшениці визначали за Майсуряном [5]. Відбір ВЛ – (ПЛ, ППЛ, $n = 12$; продуктивні пагони) проводили у фазах виходу в трубку, колосіння, цвітіння, молочної стиглості (Т, К, Ц, М) загальноприйнятими методами [8] у 3 біологічних повторностях. Визначали площу [6], масу сирі, сухої речовини ПВЛ та муки зерна висушуванням зразків (104–106°C, 10–14 год).

Середні величини RGR , NAR у кожній i -й парі ПВЛ ($n = 12$) пшениці озимої між фазами онтогенезу (міжфазний період) $(j+1) - j = k$ ($RGR_{ВЛ\ k(i)}$, $NAR_{ВЛ\ k(i)}$, Т–К, К–Ц, Ц–М) розраховували згідно з [22]:

$$RGR_{ВЛ\ k(i)} = \ln(W_{j+1(i)}/W_{j(i)})/\Delta t_k, \quad (1)$$

$$NAR_{ВЛ\ k(i)} = [\Delta W_{k(i)}/(0,01\Delta A_{k(i)})] \cdot [\ln(A_{j+1(i)}/A_{j(i)})/\Delta t_k], \quad (2)$$

$$\Delta W_{k(i)} = W_{j+1(i)} - W_{j(i)}, \Delta A_{k(i)} = A_{j+1(i)} - A_{j(i)}, \Delta t_k = t_{j+1} - t_j, \quad (3, 4, 5)$$

де $W_{j(i)}$, $W_{j+1(i)}$, $A_{j(i)}$, $A_{j+1(i)}$, Δt_k – середня суха речовина та площа i -ї ПВЛ у фазі j , $j+1$ (мг, см²), тривалість періоду між фазами $(j+1) - j = k$, доба, відповідно; 0,01 – коефіцієнт перерахунку см² у дм². Показники i -ї пари ПВЛ між фазами онтогенезу Т–М ($X_{ВЛ\ (i)}$ = $RGR_{ВЛ\ (i)}$, $NAR_{ВЛ\ (i)}$) розраховували як середні за періоди Т–К, К–Ц, Ц–М; середні $X_{ВЛ} = RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$ для $n = 12$ ПВЛ:

$$X_{ВЛ\ (i)} = \sum_{k=1}^{k=K} X_{ВЛ\ k(i)} / K; X_{ВЛ} = \sum_{i=1}^{i=n} X_{ВЛ\ (i)} / n, \quad (6, 7)$$

де $X_{ВЛ\ k(i)}$ = $RGR_{ВЛ\ k(i)}$, $NAR_{ВЛ\ k(i)}$; $k = (j+1) - j$ – див. рівняння (1–5); $K = N - 1 = 3$ – кількість міжфазних періодів. Такий метод розрахунків формально схожий на підходи «random pairing» [36].

$SLA_{ВЛ\ k(i)}$, $LMA_{ВЛ\ k(i)}$, $LDMC_{ВЛ\ k(i)}$ для i -ї ПВЛ (фази онтогенезу $j = 1-4$: Т, К, Ц, М) [12, 32]:

$$SLA_{ВЛ\ j(i)} = A_{ВЛ\ j(i)} / W_{ВЛ\ j(i)}, \quad LMA_{ВЛ\ j(i)} = W_{ВЛ\ j(i)} / A_{ВЛ\ j(i)}, \\ LDMC_{ВЛ\ j(i)} = W_{ВЛ\ j(i)} / FW_{ВЛ\ j(i)}, \quad (8, 9, 10)$$

де $FW_{ВЛ\ j(i)}$ (fresh weight) – сира речовина ПВЛ. Обчислення цих показників для Т–М аналогічно рівнянню (6) при $N = 4$ – кількість фаз онтогенезу. Розрахунок середніх для $n = 12$ аналогічно рівнянню (7).

Середні $LAD_{ВЛ(i)}$, $BMD_{ВЛ(i)}$ $\text{дм}^2 \cdot \text{доба}$, $\text{г} \cdot \text{доба}$ з розрахунку на 1 рослину відповідно до [21] для i -ї пари ПВЛ (Т–М) визначали за допомогою чисельного інтегрування методом трапецій:

$$LAD_{ВА(i)}; BMD_{ВА(i)} = Z \cdot \sum_{j=1}^{j=N} 0,5(Y_{ВА j(i)} + Y_{ВА j+1(i)}) (t_{j+1} - t_j), \quad (11, 12)$$

де $Y_{ВЛ j(i)}$, $Y_{ВЛ j+1(i)} = A_{ВЛ j(i)}$, $A_{ВЛ j+1(i)}$ ($LAD_{ВЛ(i)}$) або $W_{ВЛ j(i)}$, $W_{ВЛ j+1(i)}$ ($BMD_{ВЛ(i)}$) – середня площа ПВЛ, см^2 , або суха речовина ПВЛ, мг, у фазах онтогенезу $j, j+1$; $(t_{j+1} - t_j)$ – період між фазами $j, j+1$, доба; $N = 4$ – кількість фаз онтогенезу (Т, К, Ц, М); Z – коефіцієнт перерахунку см^2 у дм^2 або мг у г. Обчислення середніх $n = 12$ аналогічно (7).

Середні між 2016–2018 рр. величини кожної ознаки $T_{ВЛ(i),IA}$ для i -ї пари ПВЛ (Т–М):

$$T_{ВА(i)IA} = (1/3) \cdot (T_{ВА(i)1} + T_{ВА(i)2} + T_{ВА(i)3}) \quad (13)$$

і далі $T_{ВЛ, IA}$ аналогічно рівнянню (7).

Вибірki $A_{ВЛj}$, $W_{ВЛj}$ впорядковували в напрямку $\min \rightarrow \max$ у межах 6 ПЛ і 6 ППЛ у кожній фазі онтогенезу. В основі використаного підходу – гіпотеза, що кожному ПЛ, ППЛ з $\min A_{ВЛj(1)}$, $\min W_{ВЛj(1)}$ на рослині (1) відповідає $\min A_{ВЛj(2)}$, $\min W_{ВЛj(2)}$ на рослині (2) і т. д. (аналогічно з \max). Отже, від підходів «random pairing» [36] наш підхід відрізняється використанням впорядкованих вибірок. Статистичний аналіз результатів, коефіцієнт двовимірної кореляції (між середніми величинами ознак) з поправкою для $n < 30$ (r^*) – згідно з [3] та за допомогою «Excel 11.0.6560.0».

Результати та обговорення. Встановлено, що на контролі (вар. 1) $RGR_{ВЛ} \cdot 10$, $NAR_{ВЛ}$ (Т–М) становили, відповідно, $0,07 \pm 0,01 \text{ доби}^{-1}$, $4,74 \pm 1,47 \text{ мг}/(\text{дм}^2 \cdot \text{доба})$ (табл. 2). Застосування базової екологізованої системи удобрення (БЕСУ; вар. 2) зумовило зменшення $RGR_{ВЛ} \cdot 10$, $NAR_{ВЛ}$ на 177,3–200,8% порівняно з вар. 1 (зміни вивчених показників – з урахуванням їх величин $< 0,01$ розмірності). Також у вар. 4, 7 мало місце зменшення вивчених ознак на 58,3–82,8%, у вар. 6 – збільшення їх на 26,8–54,6% ($p = 0,881$, $P < 0,001$ –0,05), у вар. 3, 5 – стабілізація (–15,7 – –27,0%, $p = 0,553$ –0,715) відносно вар. 1. Очевидно, що у вар. 3–7 (ЕБСУ) відбулось достовірне зростання $RGR_{ВЛ} \cdot 10$, $NAR_{ВЛ}$ на 117,1–264,0% ($P < 0,001$) стосовно вар. 2.

2. Середні величини відносної швидкості росту, швидкості нетто-асиміляції, питомої площі, питомої маси, вмісту сухої речовини пшениці озимої (*RG_{ВЛ}•10*, *NA_{ВЛ}*, *SL_{ВЛ}*, *LM_{ВЛ}*, *LDMC_{ВЛ}*) у фазах онтогенезу вихід в трубку – молочна стиглість залежно від ЕБСУ

№ вар.	<i>RG_{ВЛ}•10</i> , доба ⁻¹	<i>NA_{ВЛ}</i> , мг/(дм ² • доба)	<i>SL_{ВЛ}</i> , см ² /мг	<i>LM_{ВЛ}</i> , мг/см ²	<i>LDMC_{ВЛ}</i> , мг/г
1	0,07 ± 0,01	4,74 ± 1,47	0,191 ± 0,005	5,43 ± 0,16	277,39 ± 3,93
2	-0,07 ± 0,02 ¹	-3,66 ± 1,08 ¹	0,200 ± 0,005 ¹	5,20 ± 0,14 ¹	284,37 ± 2,17 ¹
3	0,06 ± 0,01 ^{1#2}	3,46 ± 0,86 ^{1#2}	0,203 ± 0,005 ^{1,2}	5,06 ± 0,14 ^{1,2}	264,46 ± 4,14 ^{1,2}
4	0,01 ± 0,01 ^{1,2}	1,53 ± 0,69 ^{1,2}	0,194 ± 0,005 ^{1,2}	5,30 ± 0,14 ^{1,2}	266,42 ± 3,60 ^{1,2}
5	0,06 ± 0,00 ^{1#2}	3,51 ± 0,45 ^{1#2}	0,186 ± 0,003 ^{1#2}	5,46 ± 0,11 ^{1,2}	265,37 ± 4,08 ^{1,2}
6	0,11 ± 0,02 ^{1,2}	6,01 ± 1,23 ^{1#2}	0,196 ± 0,004 ^{1,2#}	5,23 ± 0,12 ^{1,2+}	257,48 ± 2,39 ^{1,2}
7	0,02 ± 0,01 ^{1,2}	1,97 ± 0,86 ^{1,2}	0,191 ± 0,004 ^{1,2}	5,43 ± 0,12 ^{1,2}	261,56 ± 4,02 ^{1,2}

Примітка. $M \pm m$, $n = 12$ (усереднення 2016, 2017, 2018). ^{1, 2, 1*, 2*, 1#, 2#, 1+, 2+, 1+, 2+} – достовірність різниці відносно вар. 1, 2 – $P < 0,001-0,05$, $p = 0,920-0,951$, $p = 0,553-0,881$, $p = 0,016-0,281$ відповідно. Зміст вар. 1-7 – див. табл. 1.

Слабко виражені протилежні закономірності виявлено для $SLA_{ВЛ}$. Справді, у вар. 1 $SLA_{ВЛ} = 0,191 \pm 0,005 \text{ см}^2/\text{мг}$; у вар. 2 величина цього показника зросла на 4,4%, у вар. 3, 4, 6 – на 1,7–6,0% ($p = 0,920\text{--}0,930$, $P < 0,001$), у вар. 5, 7 – не зазнала змін ($-2,7 - +0,2\%$; $p = 0,088\text{--}0,847$; див. табл. 2) порівняно з вар. 1. Навпаки, ЕБСУ у вар. 4, 5, 7 зумовили зменшення $SLA_{ВЛ}$ на 2,6–6,8%, у вар. 3 – збільшення $SLA_{ВЛ}$ на 1,5% ($P < 0,01\text{--}0,05$), у вар. 6 – стабілізацію цього показника ($-1,9\%$, $p = 0,796$) стосовно вар. 2. Для слабо виражених взаємно обернених змін $SLA_{ВЛ}$ і $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$ $r^* = -0,36 - -0,27$, $p = 0,425\text{--}0,610$ (ряди вар. 1...7, 2...7; табл. 3).

3. Коефіцієнти двовимірної кореляції між ознаками росту ПВЛ пшениці озимої (вихід в трубку – молочна стиглість) в умовах ЕБСУ

Зіставлені варіанти	Ознаки, що зіставляються			
	$SLA_{ВЛ}$			
	$RGR_{ВЛ}$	$NAR_{ВЛ}$	$LAD_{ВЛ}$	$BMD_{ВЛ}$
1...7	$-0,32$; $p=0,547$	$-0,36$; $p=0,610$	$-0,58$; $p=0,888$	$-0,67$; $p=0,956$
2...7	$-0,27$; $p=0,425$	$-0,30$; $p=0,478$	$-0,79$; $p=0,989$	$-0,85$; $P<0,050$
	$LMA_{ВЛ}$			
	$RGR_{ВЛ}$	$NAR_{ВЛ}$	$LAD_{ВЛ}$	$BMD_{ВЛ}$
1...7	$0,16$; $p=0,281$	$0,22$; $p=0,390$	$0,43$; $p=0,706$	$0,52$; $p=0,826$
2...7	$0,06$; $p=0,088$	$0,10$; $p=0,159$	$0,72$; $p=0,961$	$0,78$; $p=0,987$
	$LDMC_{ВЛ}$			
	$RGR_{ВЛ}$	$NAR_{ВЛ}$	$LAD_{ВЛ}$	$BMD_{ВЛ}$
1...7	$-0,74$; $p=0,985$	$-0,72$; $p=0,978$	$-0,91$; $P<0,010$	$-0,87$; $P<0,050$
2...7	$-0,94$; $P<0,010$	$-0,96$; $P<0,010$	$-0,90$; $P<0,050$	$-0,86$; $P<0,050$
	$SLA_{ВЛ}$		$LDMC_{ВЛ}$	
	$LMA_{ВЛ}$		$SLA_{ВЛ}$	$LMA_{ВЛ}$
1...7	$-0,97$; $P<0,001$		$0,19$; $p=0,333$	$-0,01$; $p=0,024$
2...7	$-0,97$; $P<0,010$		$0,37$; $p=0,576$	$-0,25$; $p=0,397$
	$LAD_{ВЛ}$		$BMD_{ВЛ}$	
	$RGR_{ВЛ}$	$NAR_{ВЛ}$	$RGR_{ВЛ}$	$NAR_{ВЛ}$
1...7	$0,57$; $p=0,876$	$0,57$; $p=0,876$	$0,58$; $p=0,886$	$0,58$; $p=0,886$
2...7	$0,77$; $p=0,985$	$0,81$; $P<0,050$	$0,75$; $p=0,977$	$0,79$; $p=0,990$

Примітка. $P < 0,010\text{--}0,050$ – достовірність r^* за рівня значимості 0,001–0,050; p – достовірність r^* . Зміст вар. 1–7 – див. табл. 1.

Паттерн формування $LMA_{ВЛ}$ був надзвичайно слабоподібним, тоді як паттерн формування $LDMC_{ВЛ}$ – чітко відмінним від становлення $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$ (для $LMA_{ВЛ}$ – $RGR_{ВЛ}$,

$NAR_{ВЛ} - r^* = 0,16-0,22$, $p = 0,281-0,390$, $LDMC_{ВЛ} - RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ} - r^* = -0,74 - -0,72$, $p = 0,978-0,985$; ряд вар. 1...7; табл. 4). У вар. 1 $LMA_{ВЛ} = 5,43 \pm 0,16$ мг/см², $LDMC_{ВЛ} = 277,39 \pm 3,93$ мг/г (див. табл. 2); у вар. 2 величина $LMA_{ВЛ}$ зазнала зменшення на 4,4%, тоді як $LDMC_{ВЛ}$ зросла на 2,5% ($P < 0,001-0,05$) стосовно вар. 1. Застосування ЕБСУ у вар. 3, 4, 6 зумовило одночасне зменшення $LMA_{ВЛ}$, $LDMC_{ВЛ}$ на 2,5–7,2% ($p = 0,930-0,951$, $P < 0,001$). В той же час у вар. 5, 7 зниження $LDMC_{ВЛ}$ на 4,3–5,7% ($P < 0,001$) стосовно вар. 1 не супроводжувалось достовірними змінами $LMA_{ВЛ}$ (+0,0–0,6%, $p = 0,016-0,205$).

Паттерн змін $LDMC_{ВЛ}$ у вар. 3–7 відносно вар. 2 однозначно засвідчив протилежну спрямованість змін $LDMC_{ВЛ}$ і $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$ (для $LMA_{ВЛ} - RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$: $r^* = 0,06-0,10$, $p = 0,088-0,159$; $LDMC_{ВЛ} - RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$: $r^* = -0,96 - -0,94$, $P < 0,010$; вар. 2...7; див. табл. 3). У вар. 3 виявлено одночасне зменшення $LMA_{ВЛ}$, $LDMC_{ВЛ}$ на 2,6–7,0% ($P < 0,001-0,01$; див. табл. 2) стосовно вар. 2; у вар. 4, 5, 7 – зростання $LMA_{ВЛ}$ на 1,9–5,2% і зниження величини $LDMC_{ВЛ}$ на 6,3–8,0% ($P < 0,001-0,05$, vs. вар. 2). У вар. 6 – зменшення $LDMC_{ВЛ}$ на 9,5% ($P < 0,001$) без змін $LMA_{ВЛ}$ (+0,6%, $p = 0,281$) відносно вар. 2.

Становлення $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$ характеризувалось такими закономірностями. У вар. 1 $LAD_{ВЛ} = 5,28 \pm 0,26$ дм² • доба, $BMD_{ВЛ} = 2,75 \pm 0,11$ г • доба (табл. 4).

4. Вплив ЕБСУ на середні величини тривалості площі та біомаси у верхніх листках рослин ($LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$; вихід у трубку – молочна стиглість)

№ вар.	$LAD_{ВЛ}$, дм ² • доба	$BMD_{ВЛ}$, г • доба
1	$5,28 \pm 0,26$	$2,75 \pm 0,11$
2	$4,63 \pm 0,26^1$	$2,32 \pm 0,10^1$
3	$5,75 \pm 0,27^{1,2}$	$2,86 \pm 0,10^{1,2}$
4	$6,84 \pm 0,32^{1,2}$	$3,51 \pm 0,13^{1,2}$
5	$7,16 \pm 0,29^{1,2}$	$3,91 \pm 0,14^{1,2}$
6	$7,12 \pm 0,28^{1,2}$	$3,77 \pm 0,13^{1,2}$
7	$7,17 \pm 0,29^{1,2}$	$3,80 \pm 0,14^{1,2}$

Примітка. $M \pm m$, $n = 12$ (усереднення 2016, 2017, 2018). ^{1, 2} – достовірність різниці відносно вар. 1, 2 – $P < 0,001$. Зміст вар. 1–7 – див. табл. 1.

Застосування ЕБСУ у вар. 2 зумовило зменшення $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$ на 12,2–15,7% порівняно з вар. 1. Використані ЕБСУ у вар. 3–7 призвели до збільшення зазначених показників на 3,9–42,1% відносно вар. 1. Також ЕБСУ у вар. 3–7 спричинили зростання $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$ на 23,3–68,6% стосовно вар. 2 ($P < 0,001$; див. табл. 4). Загалом

закономірності становлення $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$ виявились істотно схожими на принципи розвитку $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$, значно відмінними від закономірностей формування $LDMC_{ВЛ}$ (чітко виражено), $SLA_{ВЛ}$ (менш чітко виражено); має місце істотна схожість між формуванням $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$ і $LMA_{ВЛ}$. Зазначений комплекс взаємозалежностей характеризується величинами двовимірних коефіцієнтів кореляції, наведеними в табл. 3.

З'ясовано, що у вар. 2 відбулось сповільнення $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$ (інтенсивність нетто-надходження, інвестування асимілятів на 1 біомаси та 1 площі ПВЛ, відповідні величини відтоку асимілятів з ПВЛ; T–M) [10, 22, 28, 30, 31, 33, 35], зниження $LMA_{ВЛ}$ (ефективність накопичення біомаси на 1 площі ПВЛ [13]), зменшення $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$ (інтегральні величини накопичення біомаси [14, 22, 24]; див. табл. 2, 3) порівняно з вар. 1. Одночасно у вар. 2 – збільшення рентабельності реінвестування біомаси в площу ПВЛ – $SLA_{ВЛ}$ [30], зростання накопичення біомаси на 1 FW ПВЛ [23] – $LDMC_{ВЛ}$. Навпаки, у вар. 3–7 – збільшення $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$, $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$, зменшення $LDMC_{ВЛ}$ відносно вар. 2 (див. табл. 2, 4). При цьому зростання $LMA_{ВЛ}$ у вар. 4, 5, 7 відносно вар. 2 супроводжувалось зниженням $SLA_{ВЛ}$; у вар. 3 – протилежні закономірності ($SLA_{ВЛ}$ зростала, $LMA_{ВЛ}$ знижувалась), тоді як у вар. 6 обидві ознаки не зазнавали змін стосовно вар. 2.

Результати досліджень засвідчили неоднозначні закономірності змін ознак росту ПВЛ пшениці озимої залежно від системи удобрення, а отже, від умов забезпечення рослин ресурсами. Стратегії рослин щодо набуття – консервування ресурсів розподіляються вздовж континуума ознак – worldwide leaf economic spectrum (LES) [18, 21, 25, 26]. Центральною ознакою у LES часто є LMA (SLA) цілісної рослини. На одному кінці LES – рослини (або стратегії) зі швидким ростом, набуттям ресурсів: швидке набуття ресурсів і швидкий ріст (високі SLA , A_{mass} (light-saturated photosynthesis), R_{mass} (dark respiration), LNC (leaf nitrogen content)); низькі LMA , $LDMC$, LL (leaf lifespan)). На іншому кінці LES – стратегії з повільним, тривалим ростом, консервуванням ресурсів (високі LMA , $LDMC$, LL ; низькі SLA , A_{mass} , R_{mass} , LNC) [18, 21, 25, 26].

Проведені розрахунки засвідчили, що $SLA_{ВЛ}$, $LMA_{ВЛ}$ не можуть формувати центральну вісь вивчених ознак росту ПВЛ пшениці озимої в умовах досліджених БЕСУ, ЕБСУ. Справді, не віднайдено тісних взаємозалежностей $SLA_{ВЛ}$ або $LMA_{ВЛ}$ – $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$; $SLA_{ВЛ}$ або $LMA_{ВЛ}$ – $LDMC_{ВЛ}$: $r^* = -0,36-0,37$, $p = 0,024-0,610$ (ряди вар. 1...7, 2...7; див. табл. 4). Очікувано, що для взаємозалежностей $SLA_{ВЛ}$ – $LMA_{ВЛ}$ – $r^* = -0,97$; $P < 0,001$. Несподіваним фактом стала наявність негативної кореляції $SLA_{ВЛ}$ – $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$ ($r^* = -0,85 - -0,58$,

$p=0,888-0,989$; $P < 0,050$) і, відповідно, позитивної кореляції $LMA_{ВЛ} - LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$ ($r^* = 0,43-0,52$, $p = 0,706-0,826$ і $r^* = 0,72-0,78$, $p = 0,961-0,987$; ряди вар. 1...7 і 2...7 відповідно; див. табл. 4). Це суперечить загальновідомим уявленням про однакову спрямованість функцій SLA і LAI (leaf area index – компонент LAD [22]) щодо перехоплення світла [37] і про ймовірну формальну обернену залежність $LAI - LMA$ [19]. З'ясовано, що має місце середня і міцна позитивна кореляція $LAD_{ВЛ}$ або $BMD_{ВЛ} - RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$: $r^* = 0,57-0,81$, $p = 0,876-0,990$, $P < 0,050$; також виявлено тісну негативну кореляцію $LDMC_{ВЛ} - RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$: $r^* = -0,96 - -0,72$, $p = 0,978-0,985$, $P < 0,010-0,050$. Отже, об'єднувальна вісь для вивчених ознак росту ПВЛ пшениці озимої в умовах досліджених БЕСУ, БЕСУ з високою вірогідністю містить $LDMC_{ВЛ}$, також, ймовірно, $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$ і не містить $SLA_{ВЛ}$, $LMA_{ВЛ}$. Це узгоджується з відомим фактом, що $LDMC$ є кращою ознакою, ніж SLA , для оцінки градієнтів родючості ґрунтів за мінімізації затінення [23]. Крім того, для формування LES важлива LL [21, 25, 26], біологічну сутність якої у сільськогосподарському контексті, ймовірно, можна апроксимувати до LAD , BMD . У такому разі групування вивчених ознак росту ПВЛ довкола $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$, очевидно, має економічний сенс.

Відомо, що для росту і формування продуктивності важливим є функціонування донорно-акцепторних відносин (ДАВ) в цілісному організмі сільськогосподарських рослин [9, 20, 24]. Отже, інша об'єднувальна вісь для ознак росту ПВЛ (донор-асимілятів) може охоплювати господарсько важливі ознаки колосу (акцептор-асимілятів). Результати досліджень засвідчили, що продуктивність колосу – суха речовина муки зерна (GDM) у вар. 1 становила $0,803 \pm 0,06$ г/колос. У вар. 2 GDM зросла на 4,1%, у вар. 3–7 – на 24,2–38,1% відносно вар. 1 (табл. 5).

5. Суха речовина в муці зерна колосу пшениці озимої (воскова стиглість) за умов БЕСУ

№ вар.	Суха речовина зерна колосу, GDM , г/колос
1	$0,803 \pm 0,064$
2	$0,835 \pm 0,063^1$
3	$0,997 \pm 0,065^{1,2}$
4	$1,002 \pm 0,065^{1,2}$
5	$1,108 \pm 0,063^{1,2}$
6	$1,057 \pm 0,064^{1,2}$
7	$1,096 \pm 0,064^{1,2}$

Примітка. $M \pm m$, $n = 12$. ^{1, 2} – достовірність різниці щодо вар. 1, 2 – $P < 0,001$. Зміст вар. 1–7 – див. табл. 1.

Приріст GDM у вар. 3–7 стосовно вар. 2 становив 19,3–32,7% ($P < 0,001$). Встановлено, що GDM може бути елементом осі, яка об'єднує економічні та ознаки росту ПВЛ у напрямі реалізації ДАВ у цілісній рослині пшениці озимої в умовах БЕСУ, ЕБСУ. Справді, $r = -0,91 - -0,90$, $P < 0,010-0,050$ для взаємозалежностей $GDM - LDMC_{ВЛ}$, $r^* = 0,92-0,96$, $P < 0,010$ для $GDM - LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$ (табл. 6).

6. Двовимірні кореляційні взаємозалежності між GDM і середніми величинами показників росту ПВЛ пшениці озимої (вихід в трубку – молочна стиглість) в умовах ЕБСУ

Зіставлені варіанти	Ознаки, що зіставляються			
	GDM			
	$RGR_{ВЛ}$	$NAR_{ВЛ}$	$SLA_{ВЛ}$	$LMA_{ВЛ}$
1...7	0,44; $p=0,720$	0,40; $p=0,673$	-0,37; $p=0,627$	0,18; $p=0,143$
2...7	0,82; $P<0,050$	0,85; $P<0,050$	-0,76; $p=0,980$	0,67; $p=0,931$
	GDM			
	$LDMC_{ВЛ}$	$LAD_{ВЛ}$	$BMD_{ВЛ}$	
	1...7	-0,90; $P<0,010$	0,93; $P<0,010$	0,92; $P<0,010$
2...7	-0,91; $P<0,050$	0,96; $P<0,010$	0,96; $P<0,010$	

Примітка. P , p – див. табл. 3. Зміст вар. 1–7 – див. табл. 1.

Крім того, $r^* = 0,67-0,85$, $p = 0,931$, $P < 0,050$ для $GDM - RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$, $LMA_{ВЛ}$, $r^* = -0,76$, $p = 0,980$ для $GDM - SLA_{ВЛ}$ (ряд вар. 2...7). У ряді вар. 2...7 останні взаємозалежності є менш виразними: $r^* = -0,37-0,44$, $p = 0,143-0,720$.

Отже, має сенс припущення, що основу змін ознак росту ПВЛ у вар. 2 відносно вар. 1 становлять закономірності, відмінні від відомого дисконтування ресурсів – реінвестування ресурсів у площу ПВЛ після проходження певного періоду (див., напр., [19, 27]). Справді, за такого зіставлення збільшення рентабельності реінвестування біомаси в площу ПВЛ ($SLA_{ВЛ}$) [30] і протилежні зміни накопичення асимілятів на 1 площі ($LMA_{ВЛ}$) [13] супроводжуються посиленням старіння ПВЛ (зменшення $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$) [15, 17, 22, 29, 34], зниженням швидкості росту, інтенсивності нетто-утворення та відтоку асимілятів ($RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$ [10, 22]); при цьому вміст сухої речовини, асимілятів у ПВЛ – $LDMC_{ВЛ}$ зростає (див. табл. 2). Доцільно вважати, що зменшення тривалості функціонування ПВЛ ($LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$), збільшення накопичення біомаси ($LDMC_{ВЛ}$) необхідні для швидшого старіння ПВЛ [15, 17, 29, 34], ремобілізації речовин на пізніх етапах онтогенезу та оптимізації продуктивності колосу пшениці озимої (GDM) у вар. 2 стосовно вар. 1. Очевидно, це являє собою адаптивну реакцію пшениці

озимої на погіршення забезпеченості ресурсами (заощадливе оперування ресурсами; вар. 2 vs. вар. 1).

Закономірності змін вивчених показників пшениці озимої у вар. 3–7 відносно вар. 2 чітко відрізняються від змін цих показників у вар. 2 vs. вар. 1 (порівн. вар. 1–2, вар. 3–7, r^* у ряді вар. 2...7; див. табл. 2, 3, 4, 6). Втім є важливі нюанси таких змін. Справді, у вар. 3 має місце зростання $SLA_{ВЛ}$, протилежно – $LMA_{ВЛ}$, $LDMC_{ВЛ}$, і, крім того, – збільшення $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$, $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$ стосовно вар. 2. Це схоже на дисконтування ресурсів [19, 27]. Припускаємо, що в цьому випадку рослини оптимізують оперування ресурсами, реінвестуючи їх у зростання $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$ (а отже, ймовірно, LL) і одночасне збільшення $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$ відносно вар. 2. Швидше за все, це необхідно для утворення більшої кількості ресурсу в ПВЛ (зростання $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$) у межах більш тривалої LL (більш $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$) [15, 17, 29, 34], який протягом фаз онтогенезу Т–М використовується (зменшення $LDMC_{ВЛ}$) для приросту продуктивності колосу (GDM).

Паттерн змін вивчених ознак у вар. 4, 5, 7, з одного боку, відрізняється від дисконтування ресурсів [19, 27] (зниження $SLA_{ВЛ}$, $LDMC_{ВЛ}$, зростання $LMA_{ВЛ}$ порівняно з вар. 2), з іншого – схожий на це явище (зростання $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$, а отже, ймовірно, LL і одночасне збільшення $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$ відносно вар. 2). Несподівано, що у вар. 6 одночасне зростання $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$, $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$ не супроводжується достовірними змінами $SLA_{ВЛ}$, $LMA_{ВЛ}$, але поєднано зі зменшенням $LDMC_{ВЛ}$ відносно вар. 2. Як і у випадку вар. 3 vs. вар. 2, перелічені зміни зумовлюють утворення більшої кількості ресурсу в ПВЛ, який протягом фаз онтогенезу Т–М використовується для приросту продуктивності колосу (GDM). Припускаємо, що на зазначених технологіях збільшення швидкості росту та обігу ресурсу в ПВЛ ($RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$) у межах більших $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$ (зіставлено з вар. 2) значною мірою безпосередньо забезпечується зростанням інтенсивності фотосинтезу (власний ресурс) і притоку ресурсів від інших частин рослини (напр., листків нижніх ярусів). При цьому реінвестування ресурсів не є необхідним.

Загалом зменшення рівня накопичення, збільшення відтоку ресурсів, асимілятивів із ПВЛ (зниження $LDMC_{ВЛ}$), одночасне збільшення тривалості функціонування ПВЛ (зростання $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$), підвищення швидкості обмінних і ростових процесів у ПВЛ (зростання $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$) приводять до приросту продуктивності колосу пшениці озимої (GDM) в умовах ЕБСУ (ряд вар. 3...7) відносно БЕСУ (вар. 2). При цьому зменшення $SLA_{ВЛ}$, протилежно – $LMA_{ВЛ}$, є більш пріоритетним для зазначеного приросту GDM .

Зміни вивчених показників пшениці озимої у вар. 3–7 відносно вар. 1 є менш однозначними. Втім зазначені зміни ознак росту ПВЛ беззаперечно супроводжуються достовірним зниженням $LDMC_{ВЛ}$, зростанням $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$ у вар. 3–7 стосовно вар. 1 (див. табл. 2, 3). Перелічені закономірності свідчать про зростання тривалості функціонування і поступовий відтік асимілятів за умов як більш низької, так і більш високої інтенсивності процесів обміну і швидкості росту в ПВЛ у вар. 3–7 порівняно з вар. 1.

Очевидно, що зміни ознак росту ПВЛ у вар. 2 відносно вар. 1, у вар. 3–7 відносно вар. 2 і 1 (Т–М) являють собою різні способи реалізації елементів адаптивних стратегій росту та економіки ПВЛ до умов забезпечення ресурсами рослин пшениці озимої, вирощених із застосуванням БЕСУ, ЕБСУ. Зазначені адаптивні стратегії росту ПВЛ реалізуються за участю координувальної ролі основного акцептора (колос) і спрямовані на адаптивну оптимізацію локальних ДАВ (ПВЛ – колос), ДАВ на рівні цілісної рослини в умовах БЕСУ, ЕБСУ. Така координувальна роль колосу не є достатньо охопленою в наведених дослідженнях, втім очевидно, що «економічна інтерпретація» стратегій росту ПВЛ, ДАВ дає змогу загалом релевантно охарактеризувати окремі аспекти зазначених відносин в умовах БЕСУ, ЕБСУ. Проведені дослідження дають підстави стверджувати, що виявлені паттерни координування ознак росту ПВЛ, відповідні стратегії формування ДАВ залежать від способу зіставлення вивчених систем удобрення, а отже, від ступеня й способу екологізації технологій вирощування, рівня забезпечення рослин ресурсами.

Висновки. Мінливість ознак росту ПВЛ (передпрапорцеві, прапорцеві; $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$, $SLA_{ВЛ}$, $LMA_{ВЛ}$, $LDMC_{ВЛ}$, $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$) спрямована на підвищення продуктивності колосу пшениці озимої (суха речовина муки зерна колосу, GDM) в умовах екологічно безпечних систем удобрення (ЕБСУ, вар. 3–7) порівняно з контролем (вар. 1) та базовою екологізованою системою удобрення (БЕСУ, вар. 2; вихід в трубку – молочна стиглість; 2016–2018). З використанням кореляційного аналізу виявлено беззаперечну важливість $LDMC_{ВЛ}$, $LAD_{ВЛ}$, $BMD_{ВЛ}$ для формування економічного балансу ПВЛ, GDM у рослинах пшениці озимої в умовах досліджених систем удобрення ($r^* = -0,96-0,96$; $p = 0,024-0,989$; $P < 0,010-0,050$). Також виявлено вагому роль $RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$, $SLA_{ВЛ}$, $LMA_{ВЛ}$ у становленні GDM у розглянутих рослинах у ряду технологій БЕСУ – ЕБСУ (вар. 2–7): $r^* = -0,76-0,85$; $p = 0,931-0,980$; $P < 0,050$. Загалом в умовах технологій у вар. 1–7 взаємозалежності $GDM - RGR_{ВЛ}$, $NAR_{ВЛ}$, $SLA_{ВЛ}$, $LMA_{ВЛ}$ були малозначущими: $r^* = -0,37-0,44$; $p = 0,143-0,720$. Вивчені

закономірності формування ростового та економічного балансу ПВЛ відображають адаптивну оптимізацію ДАВ рослин, спрямовану на підвищення *GDM* в умовах БЕСУ, ЕБСУ.

Системи удобрення з наявністю гумусного, мікробіологічного або хелатного добрив здатні формувати найвищий рівень продуктивності колосу пшениці озимої. Одержані результати можуть бути використані для логічного і математичного моделювання, прогнозування продукційного процесу залежно від ознак росту ПВЛ пшениці озимої в умовах БЕСУ, ЕБСУ.

Список використаної літератури

1. Боме Н. А., Тюменцева Е. А., Боме А. Я. Формирование листовой поверхности озимых форм *Triticum aestivum* L. в различных погодноклиматических условиях. *Вестник ТюмГУ*. 2011. № 12. С. 132–137.
2. Громова С. Н., Костылев П. И. Роль флагового листа и остей в формировании продуктивности озимой пшеницы (обзор). *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 4. С. 32–34.
3. Лакин Г. Ф. Биометрия. Москва, 1990. 352 с.
4. Лепехов С. Б., Коробейников Н. И. Сопряжённость площади двух верхних листьев с массой зерна главного колоса яровой пшеницы. *Вестник АГАУ*. 2012. Т. 97. № 11. С. 57–60.
5. Майсуриян Н. А. Практикум по растениеводству. Москва, 1970. 446 с.
6. Особенности формирования площади листьев сортами яровой твердой пшеницы на фоне различных приемов основной обработки почвы в условиях Оренбургского Предуралья / И. Н. Бесалиев и др. *Вестник Казанского ГАУ*. 2018. Т. 13. № 2 (49). С. 14–18.
7. Редькин А. А., Костылев П. И. Наследование размеров флаговых листьев риса у гибридов F3 от скрещивания сортов риса Lampo, Командор и Вираз. *Зерновое хозяйство России*. 2011. Т. 13. № 1. С. 34–40.
8. Сирота Ф. Н. Основы аналитичної хімії та сільськогосподарський аналіз. Київ, 1970. 222 с.
9. Стасик О. О., Киризи́й Д. А., Прядкина Г. А. Фотосинтез и проблемы

References

1. Bome N. A., Tjumenceva E. A., Bome A. Ja. The formation of the leaf surface of winter forms of *Triticum aestivum* L. under different weather and climatic conditions. *Vestnik TjumGU*. 2011. No. 12. P. 132–137.
2. Gromova S. N., Kostylev P. I. The role of flag leaves and awns in the formation of winter wheat productivity (Review). *Zernovoe hozjajstvo Rossii*. 2018. No. 4. P. 32–34.
3. Lakin G. F. Biometrics. Moscow, 1990. 352 p.
4. Lepehov S. B., Korobejnikov N. I. Associativity of the area of the two upper leaves with the grain mass of the main spike of spring wheat. *Vestnik AGAU*. 2012. V. 97. No. 11. P. 57–60.
5. Majsurjan N. A. The workshop on plant growing. Moscow, 1970. 446 p.
6. Peculiarities of spring durum wheat varieties in forming leaves area depending on different tillage expedients under conditions of the Orenburg Cis-Urals / I. N. Besaliev et al. *Vestnik Kazanskogo GAU*. 2018. V. 13. No. 2 (49). P. 14–18.
7. Red'kin A. A., Kostylev P. I. The inheritance of the sizes of flag leaves of rice in F3 hybrids from crosses of rice varieties Lampo, Commander and Virage. *Zernovoe hozjajstvo Rossii*. 2011. V. 13. No. 1. P. 34–40.
8. Syrota F. N. The fundamentals of analytical chemistry and agricultural analysis. Kyiv, 1970. 222 p.
9. Stasyk O. O., Kyryzyi D. A., Priadkyna H. A. Photosynthesis and problems of raising crop yield. *Fiziologija*

- повышения продуктивности растений. *Физиология растений и генетика*. 2013. Т. 45. №. 6. С. 501–51.
10. Торнли Дж. Г. М. Математические модели в физиологии растений / пер. с англ. Д. М. Гродзинского. Киев, 1982. 312 с.
11. Флаговый лист как фактор повышения продуктивности яровой твердой пшеницы / В. С. Юсов и др. *Евразийский союз ученых*. 2015. № 2/4. С. 76–79.
12. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide / J. H. C. Cornelissen et al. *Austral. J. Bot.* 2003. V. 51. No. 4. P. 335–380.
13. Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): a meta-analysis / H. Poorter et al. *New Phytol.* 2009. V. 183. No. 4. P. 565–588.
14. Development of a critical nitrogen dilution curve based on leaf area duration in wheat / X. Wang et al. *Front. Plant Sci.* 2017. V. 8. P. 1–11.
15. Distelfeld A., Avni R., Fischer A. M. Senescence, nutrient remobilization, and yield in wheat and barley. *J. Exp. Bot.* 2014. V. 65. No. 14. P. 3783–3798.
16. El Wazziki H., El Yousfi B., Serghat S. Contributions of three upper leaves of wheat, either healthy or inoculated by *Bipolaris sorokiniana*, to yield and yield components. *Austral. J. Crop Sci.* 2015. V. 9. No. 7. P. 629–637.
17. Gan S. S. Leaf senescence as an important target for improving crop production. *Advanc. Crop Sci. Technol.* 2014. V. 2. No. 3. P. 116–117.
18. Grassein F., Till-Bottraud I., Lavorel S. Plant resource-use strategies: the importance of phenotypic plasticity in response to a productivity gradient for two subalpine species. *Ann. Bot.* 2010. V. 106. No. 4. P. 637–645.
19. Hikosaka K. Leaf canopy as a dynamic system: ecophysiology and optimality in leaf turnover. *Ann. Bot.* 2005. V. 95. No. 3. P. 521–533.
20. How can we make plants grow faster? A source–sink perspective on growth *rasteniј i genetika*. 2013. V. 45. No. 6. P. 501–516.
10. Thornley J. H. M. Mathematical models in plant physiology / transl. from English. D. M. Grodzinskij. Kyiv, 1982. 312 p.
11. The flag leaf as a factor of increasing of the productivity of spring durum wheat / V. S. Jusov et al. *Evrazijskij sojuz uchenyh*. 2015. No. 2/4. P. 76–79.
12. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide / J. H. C. Cornelissen et al. *Austral. J. Bot.* 2003. V. 51. No. 4. P. 335–380.
13. Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): a meta-analysis / H. Poorter et al. *New Phytol.* 2009. V. 183. No. 4. P. 565–588.
14. Development of a critical nitrogen dilution curve based on leaf area duration in wheat / X. Wang et al. *Front. Plant Sci.* 2017. V. 8. P. 1–11.
15. Distelfeld A., Avni R., Fischer A. M. Senescence, nutrient remobilization, and yield in wheat and barley. *J. Exp. Bot.* 2014. V. 65. No. 14. P. 3783–3798.
16. El Wazziki H., El Yousfi B., Serghat S. Contributions of three upper leaves of wheat, either healthy or inoculated by *Bipolaris sorokiniana*, to yield and yield components. *Austral. J. Crop Sci.* 2015. V. 9. No. 7. P. 629–637.
17. Gan S. S. Leaf senescence as an important target for improving crop production. *Advanc. Crop Sci. Technol.* 2014. V. 2. No. 3. P. 116–117.
18. Grassein F., Till-Bottraud I., Lavorel S. Plant resource-use strategies: the importance of phenotypic plasticity in response to a productivity gradient for two subalpine species. *Ann. Bot.* 2010. V. 106. No. 4. P. 637–645.
19. Hikosaka K. Leaf canopy as a dynamic system: ecophysiology and optimality in leaf turnover. *Ann. Bot.* 2005. V. 95. No. 3. P. 521–533.
20. How can we make plants grow faster? A source–sink perspective on growth rate / A. C. White et al. *J. Exp. Bot.* 2016. V. 67. No. 1. P. 31–45.

rate / A. C. White et al. *J. Exp. Bot.* 2016. V. 67. No. 1. P. 31–45.

21. How do leaf veins influence the worldwide leaf economic spectrum? Review and synthesis / L. Sack et al. *J. Exp. Bot.* 2013. V. 64. No. 13. P. 4053–4080.

22. Hunt R. Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners. London, 1990. 112 p.

23. Is leaf dry matter content a better predictor of soil fertility than specific leaf area? / J. G. Hodgson et al. *Ann. Bot.* 2011. V. 108. No. 7. P. 1337–1345.

24. Lawlor D. W., Paul M. J. Source/sink interactions underpin crop yield: the case for trehalose 6-phosphate / SnRK1 in improvement of wheat. *Front. Plant Sci.* 2014. V. 5. P. 1–14.

25. Leaf life span and the leaf economic spectrum in the context of whole plant architecture / E. J. Edwards et al. *J. Ecology.* 2014. V. 102. No. 2. P. 328–336.

26. Leaf mass per area is independent of vein length per area: avoiding pitfalls when modelling phenotypic integration (reply to Blonder et al. 2014) / L. Sack et al. *J. Exp. Bot.* 2014. V. 65. No. 18. P. 5115–5123.

27. Lifetime return on investment increases with leaf lifespan among 10 Australian woodlandspecies / D. S. Falster et al. *New Phytol.* 2012. V. 193. No. 2. P. 409–419.

28. Linking relative growth rates to biomass allocation: the responses of the grass *Leymus chinensis* to nitrogen addition / Y. Y. Li et al. *Phyton Int. J. Exp. Bot.* 2016. V. 83. No. 2. P. 283–289.

29. Maize canopy photosynthetic efficiency, plant growth, and yield responses to tillage depth / J. Sun et al. *Agronomy.* 2019. V. 9. No. 1. P. 3–20.

30. Modrzyński J., Chmura D. J., Tjoelker M. G. Seedling growth and biomass allocation in relation to leaf habit and shade tolerance among 10 temperate tree species. *Tree Physiol.* 2015. V. 35. No. 8. P. 879–893.

31. Net assimilation rate determines the growth rates of 14 species of subtropical forest trees / X. Li et al. *PLoS One.* 2016. V. 11. No. 3. P. 1–13.

21. How do leaf veins influence the worldwide leaf economic spectrum? Review and synthesis / L. Sack et al. *J. Exp. Bot.* 2013. V. 64. No. 13. P. 4053–4080.

22. Hunt R. Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners. London, 1990. 112 p.

23. Is leaf dry matter content a better predictor of soil fertility than specific leaf area? / J. G. Hodgson et al. *Ann. Bot.* 2011. V. 108. No. 7. P. 1337–1345.

24. Lawlor D. W., Paul M. J. Source/sink interactions underpin crop yield: the case for trehalose 6-phosphate / SnRK1 in improvement of wheat. *Front. Plant Sci.* 2014. V. 5. P. 1–14.

25. Leaf life span and the leaf economic spectrum in the context of whole plant architecture / E. J. Edwards et al. *J. Ecology.* 2014. V. 102. No. 2. P. 328–336.

26. Leaf mass per area is independent of vein length per area: avoiding pitfalls when modelling phenotypic integration (reply to Blonder et al. 2014) / L. Sack et al. *J. Exp. Bot.* 2014. V. 65. No. 18. P. 5115–5123.

27. Lifetime return on investment increases with leaf lifespan among 10 Australian woodlandspecies / D. S. Falster et al. *New Phytol.* 2012. V. 193. No. 2. P. 409–419.

28. Linking relative growth rates to biomass allocation: the responses of the grass *Leymus chinensis* to nitrogen addition / Y. Y. Li et al. *Phyton Int. J. Exp. Bot.* 2016. V. 83. No. 2. P. 283–289.

29. Maize canopy photosynthetic efficiency, plant growth, and yield responses to tillage depth / J. Sun et al. *Agronomy.* 2019. V. 9. No. 1. P. 3–20.

30. Modrzyński J., Chmura D. J., Tjoelker M. G. Seedling growth and biomass allocation in relation to leaf habit and shade tolerance among 10 temperate tree species. *Tree Physiol.* 2015. V. 35. No. 8. P. 879–893.

31. Net assimilation rate determines the growth rates of 14 species of subtropical forest trees / X. Li et al. *PLoS One.* 2016. V. 11. No. 3. P. 1–13.

32. New handbook for standardised measurement of plant functional traits

32. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide / N. Pérez-Harguindeguy et al. *Austral. J. Bot.* 2013. V. 61. No. 3. P. 167–234.
33. Relative growth rate variation of evergreen and deciduous savanna tree species is driven by different traits / K. W. Tomlinson et al. *Ann Bot.* 2014. V. 114. No. 2. P. 315–324.
34. Staying alive or going to die during terminal senescence – an enigma surrounding yield stability / K. S. Jagadish et al. *Front. Plant Sci.* 2015. V. 6. P. 1070–1083.
35. The relationship between leaf area growth and biomass accumulation in *Arabidopsis thaliana* / S. M. Weraduwege et al. *Front. Plant Sci.* 2015. V. 6. P. 1–21.
36. Venus J. C., Causton D. R. Plant growth analysis: a re-examination of the methods of calculation of relative growth and net assimilation rates without using fitted functions. *Ann. Bot.* 1979. V. 43. No. 5. P. 633–638.
37. Yin X., Struik P. C. Modelling the crop: from system dynamics to systems biology. *J. Exp. Bot.* 2010. V. 61. No. 8. P. 2171–2183.
- worldwide / N. Pérez-Harguindeguy et al. *Austral. J. Bot.* 2013. V. 61. No. 3. P. 167–234.
33. Relative growth rate variation of evergreen and deciduous savanna tree species is driven by different traits / K. W. Tomlinson et al. *Ann Bot.* 2014. V. 114. No. 2. P. 315–324.
34. Staying alive or going to die during terminal senescence – an enigma surrounding yield stability / K. S. Jagadish et al. *Front. Plant Sci.* 2015. V. 6. P. 1070–1083.
35. The relationship between leaf area growth and biomass accumulation in *Arabidopsis thaliana* / S. M. Weraduwege et al. *Front. Plant Sci.* 2015. V. 6. P. 1–21.
36. Venus J. C., Causton D. R. Plant growth analysis: a re-examination of the methods of calculation of relative growth and net assimilation rates without using fitted functions. *Ann. Bot.* 1979. V. 43. No. 5. P. 633–638.
37. Yin X., Struik P. C. Modelling the crop: from system dynamics to systems biology. *J. Exp. Bot.* 2010. V. 61. No. 8. P. 2171–2183.

Отримано 31.08.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-8

УДК 633.2.031:631.816.1:633.25:633.35

У. О. КОТЯШ, Л. М. БУГРИН, кандидати сільськогосподарських наук

Г. Я. ПАНАХИД, доктор сільськогосподарських наук

Д. Л. ПУКАЛО, науковий співробітник

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,

81115, e-mail: ulyana-kotyash@ukr.net

СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СТАРОСІЯНИХ СІНОКОСІВ

Метою наших досліджень є вивчення впливу способів поверхневого поліпшення на продуктивність та ботаніко-господарський склад старосіяного лучного травостою. Експериментальну роботу виконували в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН в умовах багаторічного стаціонарного досліді (атестат № 30). У 2001 р. проведено залуження фітоценозу з таких видів лучних трав: пажитниця багаторічна, костриця лучна, тимофіївка лучна та конюшина повзуча. Протягом багатьох років на цьому досліді вивчали вплив розподілу азотних добрив та способи використання різновікових травостоїв. У 2016 р. проведено смуговий посів бобовими травами, що значно вплинуло на продуктивність цих фітоценозів.

Наведено результати досліджень щодо способів підвищення врожайності старосіяного сінокошу залежно від поверхневого поліпшення. В середньому за 2016–2019 рр. найнижча продуктивність була на абсолютному контролі без добрив і становила 3,77 т/га сіна, 2,65 т/га кормових одиниць. Встановлено, що внесення фосфорно-калійних добрив ($P_{60}K_{90}$) та підсів бобових компонентів сприяли підвищенню продуктивності на 1,41 т/га, або 37%, порівняно з неудобреним варіантом. Основний врожай старосіяного лучного фітоценозу сформувався під впливом азотного живлення, застосування якого забезпечило від 127 до 138% приросту. Найвищу продуктивність одержано при рівномірному розподілі азотного добрива в дозі $N_{60(20+20+20)}$ на фоні $P_{60}K_{90}$, яка становила 8,97 т/га сухої речовини з виходом 6,85 т/га кормових одиниць. Із виключенням ранньовесняного підживлення $N_{60(0+20+40)}$ урожайність знизилась до 8,80 т/га сіна, вихід кормових одиниць становив 6,76 т/га та 0,85 т/га перетравного протеїну. Поверхневе покращення старосіяного фітоценозу шляхом застосування $P_{60}K_{90}$ добрив та підсіву конюшини лучної с. Прикарпатська 6, лядвенцю рогатого с. Аяск у 2016 р. підвищило частку бобових трав у рослинних угрупованнях, яка становила від 19 до 25%. За внесення повних мінеральних добрив ($P_{60}K_{90}N_{60}$) злакові компоненти на цьому травостойі займали від 74 до 86% з переважанням грятисці збірної, костриці червоної та медової трави шерстистої.

© Котяш У. О., Бугрин Л. М.,
Панахид Г. Я., Пукало Д. Л., 2020

Ключові слова: удобрення, врожайність, кормова одиниця, ботанічний склад травостою, сінокіс, поверхневе поліпшення.

Kotyash U., Bugryn L., Panakhyd H., Pukalo D.
Institute of Agriculture of Carpathian region of NAAS

Ways to increase yield of old seeded hayfields

The aim of our research is to study the impact of surface improvement methods on the productivity and botanical and economic composition of old seeded meadow grass. Experimental work was performed at the Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS in the conditions of many years of stationary experiment (certificate № 30). In 2001, the phytocenosis of the following species of meadow grasses was alkalized: perennial fenugreek, meadow fireweed, meadow thyme and creeping clover. For many years, the stationary experiment studied the effect of nitrogen fertilizer distribution and methods of grazing and haymaking. In 2016, strip sowing of legumes was carried out, which significantly affected the botanical composition of the phytocenosis.

The results of research on ways to increase the yield of old sown hayfield depending on surface improvement are presented. On average for 2016–2019, the lowest productivity was in absolute control without fertilizers and amounted 3.77 t/ha of hay, 2.65 t/ha of feed units. It was found that the application of phosphorus-potassium fertilizers ($P_{60}K_{90}$) and sowing of legumes increased the productivity of grassland by 1.41 t/ha or 37% compared to the unfertilized version. The main yield of the old seeded meadow phytocenosis was formed under the influence of nitrogen nutrition, the use of which provided from 127 to 138% increase in growth. The highest productivity of old sown grass was obtained with uniform distribution of nitrogen fertilizer at a dose of $N_{60(20+20+20)}$ on the background of $P_{60}K_{90}$ and was 8.97 t/ha of dry matter with a yield of 6.85 t/ha of feed units. With the exception of early spring fertilization $N_{60(0+20+40)}$, the yield decreased to 8.80 t/ha of hay, the yield of feed units was 6.76 t/ha and 0.85 t/ha of digestible protein. Superficial improvement of old sown hayfield by applying minimal doses of mineral fertilizers and sowing meadow clover sp. Prykarpatska 6, Horned liadvenec sp. Ajax in 2016 increased the share of legumes in plant communities and ranged from 1 to 25%. With the application of complete mineral fertilizers, the cereal components on the old sown hayfield occupied from 72 to 86% with a predominance of precipitates, red fireweed and woolly grass.

Key words: fertilizers, yield, forage unit, botanical composition of grasses, hayfield, surface improvement.

Вступ. Проблему продовольчої безпеки в країнах Західної Європи долають шляхом формування високопродуктивних сільськогосподарських систем, які вирізняються високою врожайністю та поживністю кормів власного виробництва, що забезпечують відповідну продуктивність тварин. У зв'язку з цим безсумнівний інтерес викликають матеріали Міжнародного симпозіуму Європейської федерації лувічників (Нідерланди, Вагенінген, 15–

17 липня 2015 р.), присвячені вирішенню проблеми виробництва і використання трав та фуражних культур у високопродуктивних системах виробництва молока.

Особливу увагу було приділено трьом головним напрямам:

- забезпечення високої продуктивності молока з 1 га за рахунок кормів власного виробництва;
- трави і фуражні культури у високопродуктивних системах;
- формування стійкого високоефективного виробництва тваринницької продукції [14].

Представлені матеріали відображають суттєві зміни за останні 50 років у виробництві молочної продукції. Так, у Нідерландах середня продуктивність корови подвоїлася і становить нині понад 8000 кг. При цьому в 3 рази зросло виробництво молока з 1 га і складає 15 000 кг. Водночас кількість фермерських господарств скоротилася в 10 разів [28, 29].

Виробництво молока є найбільш важливим сектором в сільському господарстві Фінляндії. Молочні ферми займають приблизно 25% сільськогосподарських земель. Надої молока складають в середньому 8000 кг на 1 корову на рік [30]. Кліматичні умови більш сприятливі для багаторічних трав, ніж для зернових культур. За останні 10 років кількість молочних корів скоротилася на 20%, а виробництво молока знизилося лише на 8%. Щорічне виробництво молока становить 4350 кг/га, тоді як у Швеції – 6900 кг/га.

Для лучних фітоценозів характерною є наявність добре розвинутої кореневої системи – гаранта успішної довголітньої експлуатації як сінокосінням, так і випасанням. Із літератури відомо, що пасовища, створені в Німеччині лукувником Фальке в 1906 р., завдяки систематичному догляду за травостоєм і донині перебувають в задовільному стані (4% бобових, 11% їстівного різнотрав'я, 80% злаків) [6].

У довготривалому досліді, проведеному в Англії на Ротамстедській дослідній станції, при щорічному застосуванні добрив на луках в середньому за 70 років щорічна врожайність становить 6,5 т/га при 2,2 т/га без їх внесення [9].

За останні 15 років у трав'яних кормах зменшився вміст протеїну, золи і калію, збільшився вміст сірки, що пов'язано зі скороченням внесення високих доз азоту та застосуванням сірковмісних добрив.

Продуктивність лучних фітоценозів насамперед залежить від забезпечення рослин азотом, який бере участь у всіх життєвих

процесах [10, 12, 19, 20, 25, 26]. Якщо його в ґрунті не вистачає, рослини погано розвиваються, врожайність знижується. Високі дози азотних добрив можуть погіршувати зимостійкість деяких видів трав і тим самим викликати зрідження травостою. Без внесення достатньої кількості мінеральних добрив не можна досягти планової врожайності. Аналіз дослідних даних і передового виробничого досвіду свідчить про можливість підвищення врожаю на луках за допомогою мінеральних добрив до 8,0–10,0 т/га сухої речовини [1, 11, 18, 23].

У дослідженнях, проведених на Польовій дослідній станції РГАУ-МСХА ім. К. А. Тімірязєва в 1996–2018 рр., встановлено, що одностороннє застосування азотного добрива на злаково-бобових травостоях у дозі N_{180} збільшує врожайність тільки на 26%, а окупність добрива надбавкою урожаю становить 3,2–7,4 кг сухої речовини на 1 кг азоту. У 23-річних дослідженнях на добре окультурених дерново-підзолистих ґрунтах сорти люцерни Пастбищна 88 і Селена зберігали продуктивне довголіття при дво- і триразовому скошуванні протягом 8–12 років, конюшина лучна – 2–3 роки, тимофіївка лучна – 4–5 років. Стоколос безостий при дворазовому скошуванні і внесенні 90 кг/га азоту був домінуючим компонентом травостоїв протягом 23 років [15, 16, 17, 27].

За ботанічним складом травостою часто оцінюють якість корму, його біологічну повноцінність і довговічність фітоценозу. Він також свідчить про здатність культурних рослин боротись із небажаними видами бур'янів [5, 7, 8].

Підсів бобових компонентів у дернину є найбільш доступним і дешевим способом поверхневого поліпшення старосіяних фітоценозів. Використання бобових трав дає змогу знизити дози азотних добрив або повністю відмовитися від їх застосування, а також підвищити забезпеченість трав'яних кормів протеїном [3, 13].

Збільшення використання бобових трав у лукуванні є складовою програми з впровадження енергозберігаючих технологій за кордоном. Дослідженнями, проведеними з різними бобовими видами в різних географічних та кліматичних умовах, виявлено, що включення бобових компонентів до складу лучних ценозів без внесення мінерального азоту підвищує продуктивність лучних угідь у 1,5–2,5 разу порівняно із злаковими травостоями на фоні фосфорно-калійного живлення. За даними Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, травосумішки багаторічних злакових трав для залуження культурних пасовищ, до яких включають лядвенець рогатий, забезпечують 4,7–6,5 т/га кормових одиниць і 0,7–1,4 т/га перетравного протеїну. Досліджувані сорти конюшини лучної Спарта

та Анітра за підпокривного способу сівби забезпечують найбільший урожай листостеблової маси – 31,14–32,97 т/га з виходом 6,29–6,61 т/га сухої речовини за внесення $P_{60}K_{90}$ та проведення передпосівної інокуляції насіння «Ризоторфіном» [21, 22, 24].

Матеріали і методи. Експериментальну роботу проводили в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН в умовах багаторічного стаціонарного польового досліду (атестат № 30), який був залужений в 1974 р. Дослідження виконували за методикою Інституту кормів НААН [2]. Облік урожаю здійснювали суцільним методом з послідовним зважуванням з кожної ділянки, урожайність подавали в абсолютно сухій масі з попереднім визначенням гігроскопічної вологи висушуванням проби снопа вагою 0,5 кг при температурі 105°C до постійної ваги (ДСТУ ISO 6497:2005). Урожайні дані опрацьовували дисперсійним аналізом (Б. Доспехов, 1979) [4].

Визначення видового, ботанічного складу, структури врожаю і щільності травостою проводили шляхом відбору проби зеленої маси з ділянок кожного варіанта по 0,25 м² із першого та третього повторень, які поділяли на ботаніко-господарські групи: злаки, бобові, осоки, різнотрав'я, отруйні та шкідливі (ДСТУ 6017:2008).

Протягом багатьох років досліджували розподіл азотних добрив та їх вплив на продуктивність старосіяного фітоценозу (див. схему досліду в табл. 1).

Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений глеюватий легкосуглинковий, осушений гончарним дренажем з такими агрохімічними показниками в горизонті 0–20 см: рН сольове – 4,7–5,0, вміст гумусу – 3,2–3,6%, лужногідролізованого азоту (за Корнфільдом) – 160–182 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 56–62, обмінного калію (за Кірсановим) – 65–68 мг/кг ґрунту.

Результати та обговорення. Ботанічний склад старосіяного сінокосу залежав від способів поверхневого поліпшення, а саме: багаторічного внесення мінеральних добрив та смугового підсіву бобових трав (конюшини лучної с. Прикарпатська 6, лядвенцо рогатого с. Аякс) у 2016 р. (табл. 1).

На неудобреному варіанті відмічено всі види ботаніко-господарських груп рослин: незважаючи на те, що злакові компоненти мали значний обсяг – 51–58%, частка бобових трав становила 19–23%, різнотрав'я – 23–26%.

Внесення фосфорно-калійних добрив у дозі $P_{60}K_{90}$ сприяло збереженню конюшини середньої, горошку мишачого, лядвенцо рогатого та конюшини лучної, відповідно, їх частка за вегетаційний період становила 22% за I укіс та до 25% за II укіс.

1. Ботаніко-господарський склад старосіяного травостою (15–19 р.) залежно від поверхневого поліпшення, середнє за 2016–2019 рр., % від загального врожаю

Удобрєння	Злаки		Бобові		Різнотрав'я	
	І укіс	отава	І укіс	отава	І укіс	отава
Контроль без добрив	58	51	19	23	23	26
P ₆₀ K ₉₀ – фон (Ф)	57	48	22	25	21	27
Ф + N ₆₀₍₄₀₊₁₀₊₁₀₎	86	78	1	3	13	19
Ф + N ₆₀₍₂₀₊₂₀₊₂₀₎	78	76	2	2	20	22
Ф + N ₆₀₍₃₀₊₂₀₊₁₀₎	80	76	1	1	19	24
Ф + N ₆₀₍₁₀₊₂₅₊₂₅₎	80	77	2	1	18	22
Ф + N ₆₀₍₀₊₃₀₊₃₀₎	79	74	1	1	20	25
Ф + N ₆₀₍₀₊₂₀₊₄₀₎	79	78	2	1	19	21

За внесення повних мінеральних добрив злакові компоненти на старосіяному сінокосі займали від 72 до 86% з переважанням грятости збірної та костриці червоної. На цьому травостой відсоток різнотрав'я в першому укісі становив від 13 до 23% і був представлений такими видами трав: деревій звичайний, кульбаба лікарська, злинка канадська, подорожник ланцетолистий, нечуйвітер волохатий, а в отаві цей показник був дещо вищий – до 27%, що пояснюється випадінням на третій рік життя сіяних бобових компонентів. Можна стверджувати, що підсів у дернину конюшини лучної (с. Прикарпатська б) та лядвенцю рогатого (с. Аякс) не створює конкуренції для росту і розвитку несіяних злакових видів трав.

Підтвердженням таких даних є кореляційний аналіз впливу на продуктивність старосіяного лучного травостою частки злакових видів, який виявляє сильну кореляційну залежність ($r = 0,957$), відповідно, вихід сухої речовини на 91,6% залежав від ботаніко-господарського складу. Про сильний кореляційний зв'язок між продуктивністю та часткою злакових компонентів свідчить і рівняння регресії, яке має такий вигляд:

$$Y = 5,56X + 28,681.$$

Результати досліджень виявили (табл. 2), що протягом вегетаційного періоду в середньому за 2016–2019 рр. найнижча продуктивність була на контролі без добрив і становила 3,77 т/га сіна, 2,65 т/га кормових одиниць та 0,28 т/га перетравного протеїну.

2. Продуктивність старосіяного (15–19 р.) травостою залежно від удобрення, кратності використання, середнє за 2016–2019 рр.

Удобрєння	Кратність використання за сезон	Суша речовина, т/га	Приріст		Вихід, т/га	
			т/га	%	кормових одиниць	перетравного протеїну
Контроль без добрив	2-кратне	3,77	–	–	2,65	0,28
P ₆₀ K ₉₀ – фон (Ф)	2-кратне	5,18	1,41	37	3,05	0,34
Ф + N ₆₀₍₄₀₊₁₀₊₁₀₎	3-кратне	8,62	4,85	129	6,40	0,73
Ф + N ₆₀₍₂₀₊₂₀₊₂₀₎	3-кратне	8,97	5,20	138	6,85	0,94
Ф + N ₆₀₍₃₀₊₂₀₊₁₀₎	3-кратне	8,60	4,83	128	6,42	0,75
Ф + N ₆₀₍₁₀₊₂₅₊₂₅₎	3-кратне	8,73	4,96	131	6,55	0,78
Ф + N ₆₀₍₀₊₃₀₊₃₀₎	3-кратне	8,70	4,81	127	6,50	0,82
Ф + N ₆₀₍₀₊₂₀₊₄₀₎	3-кратне	8,80	5,03	133	6,76	0,85
НР ₀₅		0,48			0,25	0,06

Внесення фосфорно-калійних (P₆₀K₉₀) добрив дало змогу підвищити урожайність травостою до 1,41 т/га сїна, або 37%. Основний врожайний лучного фітоценозу сформувався під впливом азотного живлення, застосування якого забезпечило від 127 до 138% приросту порівняно з контролем (без добрив). Серед варіантів, на які вносили добрива в дозі N₆₀, найвищі показники поживності одержано за рівномірного розподїлу азоту N₆₀₍₂₀₊₂₀₊₂₀₎, відповідно, збір сухої речовини становив 8,97 т/га, 6,85 т/га кормових одиниць та 0,94 т/га перетравного протеїну. Із скасуванням ранньовесняного підживлення та подальшим зростанням доз азоту до осені (N₆₀₍₀₊₂₀₊₄₀₎) урожайність старосїяного травостою знизилась до 0,17 т/га сїна порівняно з рівномірним розподїлом добрив. Відповідно, вихід кормових одиниць становив 6,76 т/га та 0,85 т/га перетравного протеїну.

Висновки. Із внесенням фосфорно-калійних добрив (P₆₀K₉₀) продуктивність травостою підвищилась до 1,41 т/га сухої речовини порівняно з контролем. Найвищу продуктивність старосїяного травостою одержано при рівномірному розподїлі азотного добрива в дозі N₆₀₍₂₀₊₂₀₊₂₀₎ на фоні P₆₀K₉₀, яка становила 8,97 т/га сухої речовини з виходом 6,85 т/га кормових одиниць.

Поверхнєве поліпшення старосіяного травостою сприяло зміні ботаніко-господарської структури, а саме – збільшенню злакових компонентів з 79 до 86% та зменшенню групи різнотрав'я до 13–25% за незначної участі бобових трав від 1 до 3%. Внесення фосфорно-калійних добрив ($P_{60}K_{90}$) підвищило частку бобових трав у рослинних угрупованнях (люцерна серповидна, лядвенець рогатий та конюшина середня), яка становила 22–25%.

Список використаної літератури

1. Агроєкобіологічні основи створення та використання лучних фітоценозів / М. Т. Ярмолюк та ін. Львів, 2013. 304 с.
2. Бабич А. О. Методика проведення дослідів з кормовиробництва та годівлі тварин. Київ, 1994. 80 с.
3. Боговін А. В., Пташник М. М., Дудник С. В. Відновлення продуктивних, екологічно стійких трав'янистих біогеоценозів на антропотрансформованих едафотопсах. Київ, 2017. 356 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва, 1985. 351 с.
5. Іршак Р. К. Вплив удобрення і стимулятора росту на якість та поживність зеленої маси сіяних трав. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 58. С. 60–65.
6. Клапп Э. Сенокосы и пастбища. Москва, 1961. 614 с.
7. Кобиренко Ю. О. Продуктивність і якість корму відновленого за нульового обробітку ґрунту травостою. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 57. С. 99–104.
8. Котяш У. О., Панахид Г. Я. Хімічний склад корму лучних травостоїв за різних систем удобрення та строків скошування. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2010. Вип. 52. Ч. 1. С. 50–54.
9. Кук. Дж. У. Регулирование плодородия почвы. Москва, 1970. 520 с.
10. Кулаков В. А. Различные системы ведения пастбищ с травостоями длительного пользования. *Аграрная наука*. 2003. № 19. С. 10–11.
11. Кургак В. Г. Лучні агрофітоценози. Київ, 2010. С. 102–108.

References

1. Agroecobiological bases of creation and use of meadow phytocenoses / M. T. Yarmoliuk et al. Lviv, 2013. 304 p.
2. Babych A. O. Methods of conducting experiment on forage production and animal feeding. Kyiv, 1994. 80 p.
3. Bohovin A. V., Ptashnik M. M., Dudnyk S. V. Restoration of productive, ecologically sustainable herbaceous biogeocenoses on anthropotransformed edaphotopes. Kyiv, 2017. 356 p.
4. Dosphehov B. A. Methodology of field experiment (with basics of statistical processing of research results). 5th ed. Moscow : Agropromizdat, 1985. 351 p.
5. Irshak R. K. Influence of fertilizer and growth stimulator on the quality and nutrition of green mass of sown grasses. *Kormy i kormovyrobnystvo*. 2006. Issue 48. P. 60–63.
6. Klapp E. Hayfields and pastures. Moscow, 1961. 614 p.
7. Kobyrenko Y. A. Productivity and quality of forage restored at zero tillage by grass. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2015. Issue 57. P. 99–104.
8. Kotyash U. A., Panahyd G. Ya. Chemical composition of forage of meadow grasses under different fertilization systems and mowing dates. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2010. Issue 52. P. 50–54.
9. Kuk Dz. U. Regulation of soil fertility Moscow, 1970. 520 p.
10. Kulacow V. A. Various pasture management systems with durable grasslands. *Agrarna nauka*. 2003. No. 19. P. 10–11.
11. Kurhak V. H. Meadow agrophytocenoses. Kyiv, 2010. P. 102–108.

12. Кутузова А. А. Перспективные направления научных исследований по луговодству. *Кормопроизводство*. 1996. № 4. С. 2–7.
13. Лазарев Н. Н., Авдеев С. М. Эффективность подсева люцерны изменчивой и клевера лугового в дернину старосеяного сенокоса. *Кормопроизводство*. 2018. № 1 С. 8–13.
14. Лазарев Н. Н., Благовещенский К. А. Многолетние травы в интенсивном молочном скотоводстве Западной Европы. *Известие ТСХА*. 2015. Вып. 6. С. 101–107.
15. Лазарев Н. Н., Кухаренкова О. В., Куренкова Е. М. Люцерна в системе устойчивого кормопроизводства. *Кормопроизводство*. 2019. № 4. С. 18–25.
16. Лазарев Н. Н., Мёрзлая Г. Е., Стародубцева А. М. Продуктивное долгодие злаковых и бобовых трав в зависимости от кратности скашивания и удобрения. *Плодородие*. 2017. № 3 (96). С. 13–15.
17. Лазарев Н. Н., Тюлин В. А., Авдеев С. М. Устойчивость клевера ползучего и люцерны изменчивой в сенокосных и пастбищных травостоях при долгодием использовании. *Кормопроизводство*. 2018. № 11. С. 4–8.
18. Оліфірович В. О. Ефективність збагачення сіяних та природних лучних ценозів бобовими компонентами. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 72. С. 120–129.
19. Особливості формування різновікових лучних травостой залежно від поверхневого поліпшення / У. О. Котяш та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 117–129.
20. Панахид Г. Я. Вплив різних видів удобрения бобово-злакового травостою на зміну агрофізичних показників ґрунту. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 60. С. 125–130.
21. Продуктивність та хімічний склад пасовищної трави залежно від норм і строків внесення мінеральних добрив / М. І. Бахмат та ін. *Корми і кормовиробництво*. 2008. Вип. 61. С. 112–118.
22. Сидорук Г. П. Порівняльна оцінка впливу способів удобрення та режимів
12. Kutuzova A. A. Promising areas of research in meadow farming. *Kormoproizvodstvo*. 1996. No. 4. P. 2–7.
13. Lazarev N. N., Avdeev S. M. The efficiency of sowing alfalfa and clover meadow in the turf of old sown hayfield. *Kormoproizvodstvo*. 2018. No. 1 P. 8–13.
14. Lazarev N. N., Blagoveshynskiy K. A. Perennial grasses in intensive dairy farming in Western Europe. *Izvestija TGA*. 2015. Issue 6. P. 101–107.
15. Lazarev N. N., Kuhgarenkova O. V., Kurenkova E. M. Alfalfa in the system of sustainable fodder production. *Kormoproizvodstvo*. 2019. No. 4. P. 18–25.
16. Lazarev N. N., Merzlaja G. E., Starodubszeva A. M. Productive longevity of cereals and legumes depending on the frequency of mowing and fertilizing. *Plodородіе*. 2017. No. 3 (96). P. 13–15.
17. Lazarev N. N., Tyulin V. A., Avdeev S. M. Stability of white clover and alfalfa in grass ecosystem on long-term haylands and pasture. *Kormoproizvodstvo*. 2018. Issue 11. P. 4–8.
18. Olifirovych V. O. Efficiency of enrichment of sown and natural meadow cenosis by leguminous components. *Kormy i kormovyrobnystvo*. 2012. Issue 72. P. 120–129.
19. Features of formation of meadow grasses of different ages depending on surface improvement / U. A. Kotyash et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2019. Issue 66. P. 117–129.
20. Panakhid H. Ya. Influence of different of fertilizer of legume-grass grass stand to changing agrophysical indicator of soil. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2016. Issue 66. P. 125–130.
21. Productivity and chemical composition of pasture grass depending on the norms and terms of mineral fertilizers / M. I. Bakhmat et al. *Kormy i kormovyrobnystvo*. 2008. Issue 61. P. 112–118.
22. Sydoruk G. P. Comparative assessment of the impact of fertilizer methods and modes of use on the nutritional value of hay fodder legume-grass mixture. *Kormy i kormovyrobnystvo*. 2012. Issue 73. P. 185–188.

використання на поживність сінокісного корму бобово-злакової травосумішки. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 73. С. 185–188.

23. Створення та використання лучних фітоценозів / Г. Я. Панахид та ін. Львів, 2017. 304 с.

24. Тебердиев Д. М., Родионова А. В. Эффективность удобрений на долголетнем сенокосе. *Кормопроизводство*. 2015. № 10. С. 3–7.

25. Тоомре Р. И. Долголетние культурные пастбища. Москва, 1966. 400 с.

26. Ярмолук М. Т., Котяш У. О., Демчишин Н. Б. Використання біологічного потенціалу довготривалих лучних травостоїв. *Наук. вісник Львів. нац. ветерин. акад. медицини імені С. З. Гжицького*. 2007. Т. 9. № 3 (34). Ч. 3. С. 174–178.

27. Lazarev N. N., Tyulin V. A., Kurenkova E. M. Productive longevity of various cultivars of alfalfa (*medicago sativa* L.). In the conditions of the central nonchernozem zone of the russian federation. *Ecology, Environment and Conservation*. 2019. Vol. 25. Issue 49. P. 1602–1606.

28. Relationships between soil fertility, herbage quality, and manure composition on grassland-based dairy farms / J. A. Reijneveld, G. W. Abbink, A. J. Termorshuizen, O. Oenema. *European Journal of Agronomy*. 2014. Vol. 56. P. 9–18.

29. Van Dijk., Shukking S., Van der Berg. Fifty years of forage supply on dairy farms in the Netherlands. *EGF*. 2015. Vol. 20. P. 12–21.

30. Dairy production systems in Finland / P. Virkajarvi, M. Rinne, J. Mononen et al. *EGF*. 2015. Vol. 20. P. 51–66.

23. Creation and use of meadow phytocenoses / H. Ya. Panakhid et al. Lviv, 2017. 304 p.

24. Teberdiev D. M., Rodionova A. V. Efficiency of fertilizers on long-term haymaking. *Kormoproizvodstvo*. 2015. No. 10. P. 3–7.

25. Toomre R. I. Long-term cultural pastures. Moscow, 1966. 400 p.

26. Yarmoliuk M. T., Kotyash U. A., Demchyshyn N. B. Use of biological potential of long-term meadow grasslands. *Naukovyj visnyk Lvivskoi natsionalnoi veterenernoii akademii imeni S. Z. Gzyskogo*. 2007. Vol. 9. No. 3 (34). Part 3. P. 174–178.

27. Lazarev N. N., Tyulin V. A., Kurenkova E. M. Productive longevity of various cultivars of alfalfa (*medicago sativa* L.). In the conditions of the central nonchernozem zone of the russian federation. *Ecology, Environment and Conservation*. 2019. Vol. 25. Issue 49. P. 1602–1606.

28. Relationships between soil fertility, herbage quality, and manure composition on grassland-based dairy farms / J. A. Reijneveld, G. W. Abbink, A. J. Termorshuizen, O. Oenema. *European Journal of Agronomy*. 2014. Vol. 56. P. 9–18.

29. Van Dijk., Shukking S., Van der Berg. Fifty years of forage supply on dairy farms in the Netherlands. *EGF*. 2015. Vol. 20. P. 12–21.

30. Dairy production systems in Finland / P. Virkajarvi, M. Rinne, J. Mononen et al. *EGF*. 2015. Vol. 20. P. 51–66.

Отримано 28.05.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-9

УДК 634.8.06

В. М. ЛАСКАВИЙ, О. Р. КУЗЬМЕНКО, кандидати с.-г. наук

Н. Г. ГЕТЬМАН, старший науковий співробітник

Інститут олійних культур НААН України

вул. Інститутська, 1, с. Сонячне Запорізького р-ну Запорізької обл.,

69093, e-mail: kuziki1268@gmail.com

АДАПТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТЕХНІЧНИХ СОРТІВ ВИНОГРАДУ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Мета досліджень – оцінити адаптивний потенціал перспективних сортів винограду технічного напрямку використання, стійких проти хвороб та несприятливих умов середовища в агроекологічних умовах Південного Степу України. Об'єкти досліджень – технічні сорти винограду селекції ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова»: Ароматний, Агат таїровський, Загрей, Іскорка, Шкода, Ярило порівняно з контрольним сортом Мускат одеський. Методи досліджень: польові, лабораторні. За період досліджень 2017–2019 рр. високою адаптивністю до несприятливих факторів зимового періоду відзначились сорти Загрей (72,7%), Ароматний (70,1%) та Ярило (69,1%). Показник зимостійкості на рівні контрольного сорту Мускат одеський (66,7%) відмічено в сортів Шкода (67,1%), Іскорка (68,2%) та Агат таїровський (64,4%). Встановлено, що серед технічних сортів винограду селекції ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова» високий рівень польової стійкості проти основних хвороб винограду (мілдью та оїдіум) мають сорти Загрей, Шкода (8 балів). Сорти Ярило та Ароматний проявляють стійкість проти ураження хворобами на рівні 7 балів.

Досліджувані сорти мають високий рівень стійкості, що дозволяє їх вирощування з обмеженим пестицидним навантаженням. Досліджувані технічні сорти винограду вирізняються високим адаптивним потенціалом і можуть бути рекомендовані для вирощування в агрокліматичних умовах Південного Степу України, що дасть змогу отримувати екологічно чисту продукцію високої якості і забезпечить стабільне функціонування галузі виноградарства.

Ключові слова: виноград, технічний сорт, адаптація, зимостійкість, хвороби, стійкість.

Laskavyi V., Kuzmenko O., Hetman N.

Institute of Oilseeds of NAAS

Adaptive potential of technical grape varieties in conditions of southern Ukrainian Steppe

Aim of this study was to assess the adaptive potential of promising grape varieties for technical use, that are resistant to diseases and adverse environment in the agro-ecological conditions of the Southern Ukrainian steppe. Objects of research

© Ласкавий В. М., Кузьменко О. Р.,
Гетьман Н. Г., 2020

– technical grape varieties bred by NSC “Tairov Wine-growing and Wine-making Institute”: Aromatnyi, Tair Agate, Zagrey, Iskorka, Shkoda, Yarilo, in comparison with a control variety Odessa Muscat. Research methods: field, laboratory. During the research period of 2017-2019, varieties Zagrey (72,7%), Aromatnyi (70,1%) and Yarilo (69,1%) were noted for their high adaptability to adverse factors of winter period. Winter resistance on the same level as control variety Odessa Muscat (66,7%) was observed in varieties Shkoda (67,1%), Iskorka (68,2%) and Tair Agate (64,4%). It was established that among technical varieties of grapes selected by NSC “Tairov Wine-growing and Wine-making Institute” high level of field resistance against major grape diseases (mildew and powdery mildew) happened in varieties Zagrey, and Shkoda (8 points). Varieties Yarilo and Aromatnyi showed resistance to disease at the level of 7 points. Studied varieties have a high level of resistance, which allows their cultivation with a limited pesticide load. Studied technical grape varieties have a high adaptive potential and can be recommended for growing in agro-climatic conditions of the Southern Ukrainian steppe, which will provide environmentally friendly yields of high quality and ensure the stable functioning of the wine-growing industry.

Key words: grapes, winemaking varieties, adaptation, winter hardiness, diseases, resistance.

Вступ. Виноградарство і виноробство південних областей України завжди були важливими галузями агропромислового комплексу [3, 7, 13]. В структурі виноградних насаджень України приблизно 90% площ закладено технічними сортами, 10% – столовими. Культура вирощування столового винограду порівняно з технічним вирізняється більш високою рентабельністю і дає змогу здійснювати відвантаження продукції з поля за умови науково обґрунтованого конвеєра протягом 3–4 місяців. На відміну від столового винограду технічний виноград підлягає переробці на виноматеріали та інші види продукції. В структурі валового збору винограду технічних сортів приблизно 53% припадає на сільськогосподарські підприємства, 47% – на господарства населення. Практично весь вирощений у сільськогосподарських та фермерських підприємствах виноград переробляється на виноматеріали [1, 9, 10, 20].

Одним із шляхів збільшення виробництва винограду столового та технічного напрямів використання є удосконалення сортименту виноградних насаджень. Кожен сорт винограду ставить свої вимоги до комплексу екологічних умов. Для отримання виноградно-виноробної продукції з регламентованими показниками якості необхідно дотримуватись відповідності екологічних умов територій вирощування винограду вимогам цих сортів [5, 8, 17, 28].

У виноградарстві роль сорту значно зростає у зв'язку з тим, що помилка в його виборі позначається упродовж тривалого часу. Ступінь і характер прояву агробіологічних показників сортів у конкретних умовах вирощування впливають на рівень і стабільність врожайності, життєздатність, стійкість до стресових факторів середовища та ін. [21].

У погодно-кліматичних умовах півдня України одним із найвпливовіших та потенційно шкодочинних факторів для виноградної рослини є комплекс умов перезимівлі [12, 16, 22]. Тому особливу увагу при агробіологічних дослідженнях було приділено визначенню зимостійкості як адаптивної здатності рослин винограду протистояти комплексу несприятливих зимових умов. Зимостійкість винограду залежить від низки обставин і насамперед від умов його вирощування, часу закінчення росту пагонів, їх визрівання, ступеня пошкодження шкідниками і хворобами, характеру гартування рослин в осінній період і глибини спокою. За багаторічними даними, критичні для перезимівлі виноградних насаджень температури ($-23\dots-25^{\circ}\text{C}$) в Запорізькій області спостерігаються 1–2 рази на 10 років.

В останні роки відбувається розширення ареалу та посилення шкодочинності таких захворювань винограду, як оїдіум (*Uncinula necator*) і мілдью (*Plasmopara viticola*), що пов'язано зі зміною кліматичних умов в Україні та світі, а також із появою резистентності патогенів збудників хвороб винограду до часто застосовуваних фунгіцидів [4, 14, 24, 30]. Найбільшої шкоди мілдью завдає виноградникам у зоні вологого клімату та в роки з великою кількістю опадів. Оїдіум розповсюджений та спричиняє шкоду в усіх зонах виноградарства з теплим та сухим кліматом. Особливо небезпечна хвороба в роки зі спекотним літом після теплої зими [6]. Хвороби уражають всі зелені частини рослини: листя, пагони, бутони, квіти та ягоди, викликають кількісне та якісне зниження врожаю. Внаслідок загального ослаблення рослин у наступному році може також спостерігатися зниження врожаю [19]. Сорти нового покоління, отримані за допомогою складних схрещувань, мають генетично обумовлену стійкість до основних патогенів. Впровадження у виробництво цих сортів забезпечить подальший розвиток виноградарства півдня України і підвищить економічну стабільність спеціалізованих господарств [11, 25, 26, 27, 29].

Мета досліджень – оцінити адаптивний потенціал перспективних сортів винограду технічного напрямку використання [15, 23].

Матеріали і методи. Об'єктом досліджень є 6 технічних сортів винограду селекції ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова». Як контроль

використовували сорт Мускат одеський. Дослідження проводились упродовж 2017–2019 рр. на ділянках господарства ПП Ю. О. Борисова в с. Кушугум Запорізького району Запорізької області. Схема садіння кущів – 3×1,5 м. Формування кущів – віялове. Культура винограду – неукривна. Догляд за кущами здійснювався за комплексом агротехнічних заходів, прийнятих для умов півдня України. Зимостійкість визначали за допомогою методики М. А. Лазаревського [18], польові дослідження за хворобами проводили за методикою М. Г. Банковської [2].

Результати та обговорення. Як свідчить практика, одні й ті ж сорти винограду в різних екологічних умовах по-різному реагують на вплив абіотичних та біотичних факторів. Тому визначення ступеня впливу кожного екологічного чинника на досліджувані сорти обумовлюється науковим і практичним інтересом.

Біологічним показником, який характеризує умови перезимівлі, прийнято вважати відсоток вічок, не ушкоджених морозами. Зимостійкість сортів встановлювали після перезимівлі кущів за результатами підрахунку бруньок, що збереглись у вічках (табл. 1).

1. Зимостійкість сортів винограду (2017–2019)

Сорт	% не ушкоджених морозами вічок			
	2017	2018	2019	сер.
Мускат одеський (К)	75,5	69,2	55,6	66,7
Ароматний	82,5	65,4	62,5	70,1
Агат таїровський	80,0	69,6	43,7	64,4
Загрей	75,0	68,6	74,7	72,7
Іскорка	76,5	62,2	65,8	68,2
Шкода	75,0	51,5	74,8	67,1
Ярило	77,0	68,3	61,9	69,1

У 2017 р. абсолютний мінімум температури повітря дорівнював –20°C (30.01), відсоток не ушкоджених морозом вічок коливався від 75,0 до 82,5%. Найвищий відсоток живих вічок встановлено в сортів Ароматний (80%) та Агат таїровський (82,5%). Зимостійкість інших сортів була на рівні контрольного сорту Мускат одеський (75,5%).

Підрахунок збережених вічок після перезимівлі 2018 р. виявив, що сорти мали задовільну стійкість до несприятливих факторів зими. Мінімальна температура дорівнювала –14°C (25.01). Відсоток вічок, не ушкоджених морозами, варіював у межах 51,5...71%. Майже всі сорти перезимували на рівні контрольного сорту Мускат одеський (69,2%). Вічки сортів Іскорка (62,2%) та Шкода (51,5%) виявились більш

схильними до ураження негативними факторами зими порівняно з вічками контрольного сорту.

Погодні умови зими 2019 р. як для холодного періоду року були занадто теплими. Мінімальна температура становила -11°C (03.12). Високу зимостійкість виявлено в сортів Шкода (74,8%), Загрей (74,7%). У сорту Агат таїровський (43,7%) відмічено найменший відсоток не ушкоджених морозами вічок порівняно з контрольним сортом Мускат одеський (55,6%).

За період досліджень 2017–2019 рр. високою адаптивністю до несприятливих факторів зими відзначились сорти Загрей (72,7%), Ароматний (70,1%) та Ярило (69,1%). Показник зимостійкості на рівні контрольного сорту Мускат одеський (66,7%) відмічено в сортів Шкода (67,1%), Іскорка (68,2%) та Агат таїровський (64,4%).

Нові технічні сорти винограду селекції «ННЦ ІВіВ ім. В. Є. Таїрова» за роки досліджень добре витримали складні умови перезимівлі. Загибель вічок у більшості сортів не перевищувала 35–40%, отже, вони характеризуються високою стійкістю до комплексу несприятливих умов зимового періоду в агрокліматичній зоні Південного Степу України.

Спостереження за хворобами проводились на фоні двох профілактичних обробок: першої – після цвітіння, другої – на початку фази стиглості ягід.

За роки досліджень розвиток хвороб винограду, а надалі й інтенсивність їх розповсюдження складались по-різному. 2017 р. відзначився невеликою кількістю опадів у літні місяці (червень – 10,0 мм, серпень – 4,0 мм), тому розповсюдження хвороб було незначним.

Високі максимальні температури ($+35^{\circ}\text{C}$) в другій половині літа та опади в липні (122,0 мм) вегетаційного періоду 2018 р. сприяли розповсюдженню оїдуюму.

Температурний режим та незначна кількість опадів у першій половині вегетаційного періоду 2019 р. не сприяли розвитку хвороб. Наприкінці липня та на початку серпня випало понад 90 мм опадів (середньорічна кількість опадів – 30,6 мм), що спричинило пошкодження понад 10% листової поверхні та грон деяких сортів.

За підсумками пошкодження фітопатогенами за вегетаційний період 2017 р. (табл. 2) високу стійкість (на рівні 8 балів) проти ураження мільдю та оїдуом мали сорти Загрей, Шкода та Ярило, відносно стійкість (на рівні 6 балів) – Агат таїровський. Сорти Ароматний та Іскорка були пошкоджені хворобами на рівні

контрольного сорту, що відповідає стійкому рівню відповідно до шкали уражень хворобами.

2. Стійкість сортів винограду проти хвороб (2017–2019)

Сорт	Стійкість проти хвороб, бали							
	мільдю				оїдіум			
	2017	2018	2019	сер.	2017	2018	2019	сер.
Мускат одеський (К)	7	7	7	7	7	7	7	7
Ароматний	7	7	7	7	7	7	6	7
Агат таїровський	6	7	7	7	7	6	6	6
Загрей	8	8	8	8	8	8	7	8
Іскорка	7	8	7	7	7	6	6	6
Шкода	8	8	8	8	8	7	7	7
Ярило	8	7	7	7	8	7	6	7

У 2018 р. на сортах Іскорка і Агат таїровський спостерігалось пошкодження 10% листової поверхні оїдіумом, що відповідає відносному рівню стійкості (6 балів). В сприятливих для розвитку хвороб умовах сорт Загрей практично не мав пошкоджень, що відповідає високому рівню стійкості проти оїдіуму та мільдю. Стійкість сортів Ароматний і Шкода проти збудників хвороб спостерігалась на рівні контрольного сорту Мускат одеський (7 балів).

Високою стійкістю проти пошкодження мільдю в 2019 р. відзначилися сорти Загрей та Шкода (8 балів). Всі інші досліджувані сорти мали стійкість проти мільдю на рівні контрольного сорту Мускат одеський (7 балів). Відносну стійкість проти оїдіуму на рівні 6 балів відмічено в сортів винограду Ароматний, Агат таїровський, Іскорка, Ярило.

Згідно з результатами досліджень, погодні умови, які склалися під час вегетації винограду протягом 2017–2019 рр., мали вплив на ураження технічних сортів винограду збудниками хвороб. Встановлено, що серед сортів винограду селекції ННЦ «ІВІВ ім. В. Є. Таїрова» високий рівень польової стійкості проти двох основних хвороб винограду мають сорти Загрей, Шкода (8 балів). Сорти Ярило та Ароматний проявляють стійкість проти ураження хворобами на рівні 7 балів. Досліджувані сорти мають високий рівень стійкості, що дозволяє їх вирощування з обмеженим пестицидним навантаженням.

Висновки. Досліджувані технічні сорти винограду мають високий адаптивний потенціал і можуть бути рекомендовані для

вирощування в агрокліматичних умовах Південного Степу України, що дасть змогу отримувати екологічно чисту продукцію високої якості і забезпечить стабільне функціонування галузі.

Список використаної літератури

1. Агроекологічне обґрунтування кадастру виноградників України / В. В. Власов та ін. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 2. С. 60–62.
2. Банковська М. Г. Оцінка стійкості генотипів винограду проти грибних хвороб. *Виноградарство і виноробство* : міжв. тем. наук. зб. Одеса : ІВіВ ім. В. Є. Таїрова, 2007. Вип. 45 (1). С. 20–24.
3. Белоус І. В. Стратегія розвитку виноградарства і виноробства України та передумови виходу їх продукції на світовий ринок. Одеса, 2015. 199 с.
4. Борьба с оидиумом винограда в годы с эпифитотийным развитием болезни / В. А. Чебану и др. *Виноградарство і виноробство* : міжв. тем. наук. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2016. Вип. 53. С. 222–226.
5. Власов В. В., Булаєва Ю. Ю. Ампеологічні дослідження як один із кроків поліпшення виноградарської галузі в Україні. *Виноградарство і виноробство* : міжв. тем. наук. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2010. Вип. 47. С. 24–27.
6. Власов В. В. Виноград : монографія. Одеса, 2018. 616 с.
7. Власов В. В., Джабурія Л. В., Штірбу А. В. Стан і перспективи розвитку виноградарства України. *Виноград. Вино*. 2013. № 3–4. С. 6–11.
8. Власов В. В. Екологічні основи формування виноградних ландшафтів : монографія. Одеса, 2013. 202 с.
9. Власов В. В., Штірбу А. В., Булаєва Ю. Ю. Сучасний стан і тенденції розвитку галузі виноградарства України. *Виноградарство і виноробство* : міжв. тем. наук. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2016. Вип. 53. С. 62–67.
10. Власов В. В., Штірбу А. В., Сахацкий Н. П. Основные проблемы отрасли виноградарства Украины. *Виноградарство і виноробство* : міжв. тем. наук. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2015. Вип. 52. С. 35–41.

References

1. Agroecological substantiation of the cadastre of vineyards of Ukraine / V. V. Vlasov et al. *Visnyk ahrarnoyi nauky*. 2012. No 2. P. 60–62.
2. Bankovska M. H. Evaluation of resistance of grape genotypes against fungal diseases. *Vynohradarstvo i vynorobstvo*. 2007. Issue 45 (1). P. 20–24.
3. Belous I. V. Strategy of development of viticulture and winemaking of Ukraine and preconditions of entering their products on the world market. Odessa, 2015. 199 p.
4. Control of grape powdery mildew in years with epiphytic development of the disease / V. A. Chebanu et al. *Vynohradarstvo i vynorobstvo*. 2016. Issue 53. P. 222–226.
5. Vlasov V., Bulaieva Iu. Ampelocological research as one of the steps to improve the viticulture industry in Ukraine. *Vynohradarstvo i vynorobstvo*. 2010. Issue 47. P. 24–27.
6. Vlasov V. V. Grapes : a monograph. Odessa, 2018. 616 p.
7. Vlasov V. V., Dzhaburiya L. V., Shtirbu A. V. Status and prospects of viticulture development in Ukraine. *Vynohrad. Vyno*. 2013. No 3–4. P. 6–11.
8. Vlasov V. V. Ecological bases of formation of grape landscapes : monograph. 2013. 202 p.
9. Vlasov V., Shtirbu A., Bulaieva Iu. Current state and trends in the viticulture industry of Ukraine. *Vynohradarstvo i vynorobstvo*. 2016. Issue 53. P. 62–67.
10. Vlasov V. V., Shtyrbu A. V., Sakhatsky N. P. The main problems of the viticulture industry of Ukraine. *Vynohradarstvo i vynorobstvo*. 2015. Issue 52. P. 35–41.
11. Isolation of new sources of frost resistance in grape varieties and hybrids of complex genetic structure / V. V. Likhovskoy et al. *Magarach. Vinogradarstvo i vinodeliye*. 2019. Vol. 21. No 3. P. 186–191.
12. Genetic conditionality of the level

11. Выделение новых источников морозоустойчивости у сортов и гибридов винограда сложной генетической структуры / В. В. Лиховской и др. *Магарач: Виноградарство и виноделие*. 2019. Т. 21. № 3. С. 186–191.
12. Генетична обумовленість рівня зимостійкості та виділення сортів-донорів адаптивності до низьких температур серед інтродукованого та власного генофонду / Л. В. Герус та ін. *Виноградарство і виноробство* : міжв. тем. наук. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2015. Вип. 52. С. 54–59.
13. Джабурия Л. В., Белоус И. В., Бурлак Г. В. Анализ основных показателей развития виноградарской галузі України. *Виноградарство і виноробство* : міжв. тем. наук. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2013. Вип. 50. С. 53–57.
14. Защита виноградных насаждений от болезней и вредителей : практ. пособ. / В. В. Власов и др. Одесса : ННЦ «ИВиВ им. В. Е. Таирова», 2014. 66 с.
15. Зимостійкість та стійкість проти хвороб перспективних сортів винограду в Запорізькій області / В. М. Ласкавий та ін. *Виноградарство і виноробство* : міжв. тем. наук. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2017. Вип. 54. С. 110–114.
16. Ильницкая Е. Т., Нудьга Т. А., Прах А. В. Новые высококачественные технические сорта винограда для неукрывной культуры в зонах виноградарства с нестабильными условиями зимнего периода. *Виноградарство і виноробство* : міжв. тем. наук. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2015. Вип. 52. С. 70–74.
17. Кузьмук С. Л., Ковальова І. А., Герус Л. В. Покращення сортименту винограду методом інтродукції. *Виноградарство і виноробство* : міжв. тем. наук. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2015. Вип. 52. С. 106–108.
18. Лазаревский М. А. Изучение сортов винограда. Ростов : Изд-во Ростовского ун-та, 1963. 152 с.
19. Лещенко А. О. Особливості розвитку міддю на виноградниках of winter hardiness and selection of donor varieties of adaptability to low temperatures among the introduced and own gene pool / L. Gerus et al. *Vynohradarstvo i vynorobstvo*. 2015. Issue 52. P. 54–59.
13. Dzhaburiya L. V., Belous I. V., Burlak H. V. Analysis of the main indicators of development of the viticultural industry of Ukraine. *Vynohradarstvo i vynorobstvo*. 2013. Issue 50. P. 53–57.
14. Protection of vineyards from diseases and pests: a practical guide. V. V. Vlasov et al. Odessa : NNTS «IViV im. V. Ye. Tairova». 2014. 66 p.
15. Winter hardiness and resistance against disease of promising grape varieties in the Zaporozhye region / V. M. Laskaviy et al. *Vynohradarstvo i vynorobstvo*. 2017. Issue 54. P. 110–114.
16. Yl'nytskaya E. T., Nud'ha T. A., Prakh A. V. New high-quality technical grape varieties for uncovered culture in wine-growing areas with unstable winter conditions. *Vynohradarstvo i vynorobstvo*. 2015. Issue 52. P. 70–74.
17. Kuz'muk S. L., Koval'ova I. A., Herus L. V. Improving the assortment of grapes by the method of introduction. *Vynohradarstvo i vynorobstvo*. 2015. Issue 52. P. 106–108.
18. Lazarevskiy M. A. Study of grape varieties. Izd. Rostovskogo universita, 1963. 152 p.
19. Leshchenko A. O. Features of mildew development in the vineyards of Odessa region. *Vynohradarstvo i vynorobstvo*. 2012. Issue 49. P. 113–116.
20. Lupenko Yu. O. Current trends in the market of viticulture products in Ukraine. *Vynohradarstvo i vynorobstvo*. 2015. Issue 52. P. 119–122.
21. Methods of monitoring the condition of grape plantations during the growing season depending on agrometeorological conditions / H. V. Lyashenko et al. Odessa : NNTS «IViV im. V. Ye. Tairova», 2013. 34 p.
22. Features of overwintering and agricultural techniques in the vineyards laid in the conditions of the northern Black Sea coast / V. V. Vlasov et al. *Vynohradarstvo i vynorobstvo*. 2017. Issue 54. P. 37–42.

- Одеської області. *Виноградарство і виноробство* : міжв. тем. наук. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2012. Вип. 49. С. 113–116.
20. Лупенко Ю. О. Сучасні тенденції розвитку ринку продукції виноградарства в Україні. *Виноградарство і виноробство* : міжв. тем. наук. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2015. Вип. 52. С. 119–122.
21. Методика моніторингу стану виноградних насаджень в період вегетації в залежності від агрометеорологічних умов / Г. В. Ляшенко та ін. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2013. 34 с.
22. Особливості перезимівлі та агротехніки на виноградниках, закладених в умовах Північного Причорномор'я / В. В. Власов та ін. *Виноградарство і виноробство* : міжв. тем. наук. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2017. Вип. 54. С. 37–42.
23. Оценка зимостойкости новых технических сортов винограда в условиях Запорожья / В. Н. Ласкавий и др. *Магарач. Виноградарство и виноделие*. 2018. № 4 (106). С. 45–47.
24. Патогеноустойчивость новых технических форм селекции ННЦ «Институт виноградарства и виноделия им. В. Е. Таирова» / М. Г. Банковская та ін. *Виноградарство і виноробство* : міжв. тем. наук. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2015. Вип. 52. С. 11–16.
25. Перспективы производства экологически чистой виноградарской продукции на основе сортов нового селекционного поколения / И. А. Ковалева и др. *Виноградарство і виноробство* : міжв. тем. наук. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2012. Вип. 49. С. 65–69.
26. Результаты и перспективы селекционной работы / В. В. Власов и др. *Виноградарство і виноробство* : міжв. тем. наук. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2017. Вип. 54. С. 37–42.
27. Результаты ступенчатой селекции на генетическую обусловленность высокого уровня проявления хозяйственно ценных признаков сортов винограда селекции ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова» /
23. Estimation of winter hardiness of new technical grades of grapes in the conditions of Zaporizhia / V. N. Laskaviy et al. 2018. *Magarach. Vynogradarstvo i vinodeliye*. No 4 (106). P. 110–114.
24. Pathogenic resistance of new technical forms of selection of NSC «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова» / М. Н. Bankovskaya et al. *Vynohradarstvo i vynorobstvo*. 2015. Issue 52. P. 11–16.
25. Prospects for the production of environmentally friendly wine products based on varieties of the new breeding generation / I. Kovaleva et al. *Vynohradarstvo i vynorobstvo*. 2012. Issue 49. P. 65–69.
26. Results and prospects of selection work / V. V. Vlasov et al. *Vynohradarstvo i vynorobstvo*. 2017. Issue 54. P. 37–42.
27. The results of step selection on the genetic conditionality of the high level of manifestation of economically valuable traits of grape varieties selection NNTS «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова» / L. V. Gerus et al. *Vinogradarstvo i vinorobstvo*. 2015. Issue 52. P. 42–54.
28. Assortment of Ukrainian grapes – prospects for improvement / V. V. Vlasov et al. *Suchasni ahraryni tekhnolohiyi*. Kyiv. 2013. No 05 (333). P. 64–71.
29. Modern Ukrainian selection of grapes / I. Koval'ova et al. *Propozytsiya*. 2014. P. 12–17.
30. Yakushina N. A. Modern rational systems for protecting grapes from diseases and pests. *Magarach. Vinogradarstvo i vinodeliye*. 2013. No 2. P. 12–13.

Л. В. Герус и др. *Виноградарство і виноробство* : міжв. тем. наук. зб. Одеса : ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2015. Вип. 52. С. 42–54.

28. Сортимент винограду України – перспективи вдосконалення / В. В. Власов та ін. *Сучасні аграрні технології*. 2013. № 05 (333). С. 64–71.

29. Сучасна українська селекція винограду / І. Ковальова та ін. *Спецвипуск: Прибуткове виноградарство України. Пропозиція*. 2014. С. 12–17.

30. Якушина Н. А. Современные рациональные системы защиты винограда от болезней и вредителей. *Магарач. Виноградарство и виноделие*. 2013. № 2. С. 12–13.

Отримано 22.07.2020

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА БОТАНІКО-ГОСПОДАРСЬКИЙ СКЛАД СІЯНИХ ЛУЧНИХ АГРОЦЕНОЗІВ

Наведено результати дослідження щодо впливу мінерального удобрення на врожайність та формування ботанічного складу сіяного лучного фітоценозу сінокісного призначення.

З'ясовано реакцію бобово-злакових та злакових травосумішей на комплексну дію фосфорно-калійних, азотних добрив та комплексних мікроелементів у хелатній формі «Мікрофол комбі», що застосовували для позакореневого (листяного) підживлення травостою.

Для сівби використовували сумішки багаторічних трав, що склалися з тимофіївки лучної (6 кг/га) та конюшини лучної (16 кг/га); тимофіївки лучної (4 кг/га), грятіци збірної (6 кг/га), пажитниці багаторічної (6 кг/га), костриці лучної (6 кг/га); тимофіївки лучної (4 кг/га), грятіци збірної (6 кг/га), пажитниці багаторічної (6 кг/га), конюшини лучної (3 кг/га) та лядвенцю рогатого (3 кг/га).

Встановлено, що вищий показник продуктивності на сумішці з тимофіївки лучної (6 кг/га) та конюшини лучної (16 кг/га) отримано у варіанті з внесенням $N_{60}P_{60}K_{60} - 9,57$ т/га сухого корму.

Бобово-злакова сумішка, в яку було додано тимофіївку лучну (4 кг/га), грятіци збірну (6 кг/га), пажитницю багаторічну (6 кг/га), конюшину лучну (3 кг/га) та лядвенець рогатий (3 кг/га), на аналогічному фоні удобрення дала змогу одержати 9,80 т/га сухої речовини.

Застосування мікроелементів для обробки вегетуючих рослин сприяло деякому зростанню показників урожайності, а саме: на травосумішці тимофіївки лучної та конюшини гібридної – на 0,48 т/га; злаковому травостою – 0,83 т/га; на травостой з тимофіївки лучної, грятіци збірної, пажитниці багаторічної, конюшини лучної та лядвенцю рогатого – 0,46 т/га сухої маси.

Вищий вміст конюшини лучної зберігся саме в сумішці з тимофіївкою лучною у варіантах, де вносили фосфорне та калійне добриво ($P_{60}K_{60}$), – 37,7% та варіанті з додатковим підживленням азотом у дозі N_{30} – 37,8% до зеленої маси.

Подальше збільшення норми азотних добрив у досліді до N_{90} значно знижувало відсоток сіяних бобових трав у травостой і, як наслідок, призводило до зменшення врожайності.

В п'ятикомпонентній сумішці (тимофіївка лучна, грятіци збірна,

пажитниця багаторічна, конюшина лучна, лядвенець рогатий) участь конюшини лучної у формуванні травостою становила лише 17,3–30,9%. Вміст лядвенцю рогатого в середньому за три роки використання становив 12,4–22,0% до зеленої маси.

Ключові слова: травосумішки, продуктивність, суха маса, ботанічний склад, удобрення.

Martsinko T.

Institute of Agriculture of Carpathian region of NAAS

Influence of fertilizer on productivity and botanical composition of sown meadow agrocenoses

The results of research on the influence of mineral fertilizers on yield and formation of botanical composition of sown meadow phytocenosis for haymaking are presented.

The reaction of legume-cereal and cereal grass mixtures to the complex action of phosphorus-potassium, nitrogen fertilizers and complex microelements in the chelated form of Microfol Combi used for foliar fertilization of grass was clarified. Mixtures of perennial grasses were used for sowing, consisting of meadow thyme (6 kg/ha) and meadow clover (16 kg/ha); meadow thyme (4 kg/ha), heather (6 kg/ha), perennial fenugreek (6 kg /ha), meadow fireweed (6 kg/ha); meadow timothy (4 kg/ha), heather (6 kg/ha), perennial fenugreek (6 kg/ha), meadow clover (3 kg/ha) and horned lollipop (3 kg/ha).

It was found that the highest productivity on a mixture of timothy meadow (6 kg/ha) and clover meadow (16 kg/ha) was obtained in the variant with the introduction of $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 9,57 t/ha of dry fodder.

Legume-cereal mixture which included meadow thyme (4 kg/ha), combined buckthorn (6 kg/ha), perennial fenugreek (6 kg/ha), meadow clover (3 kg/ha) and hornbeam (3 kg/ha) on a similar background of fertilizer made it possible to obtain 9,80 t/ha of dry matter.

The use of microelements for the treatment of vegetative plants contributed to some increase in yield indicators, namely: on the grass mixture of meadow timothy and hybrid clover by 0,48 t/ha; cereal grassland 0,83 t/ha; on grassland from meadow timothy, buckthorn, perennial fenugreek, meadow clover and horned lollipop – 0,46 t/ha of dry mass.

The highest content of meadow clover was preserved in the mixture with timothy meadow in the variants where phosphorus and potassium fertilizer ($P_{60}K_{60}$) was applied 37,7% and in the variant with additional nitrogen fertilization at a dose of N_{30} – 37,8% to the green mass. A further increase in the rate of nitrogen fertilizers in the experiment to N_{90} significantly reduced the percentage of sown legumes in the grass and as a consequence to reduced yields.

In a five-component mix (timothy meadow, buckthorn, fenugreek perennial, meadow clover, horned lark) participation of a meadow clover in formation of grass made only 17,3–30,9%. The content of horned lark on average for three years of use was 12,4–22,0% of the green mass.

Key words: herbal mixtures, productivity, dry mass, botanical composition, fertilizers.

Вступ. Однією з основних умов створення високопродуктивних сіножатей на Передкарпатті є правильний підбір травосумішей. Травосуміші недостатньо вивчені, і немає єдиної думки щодо правильного поєднання бобових і злакових компонентів [1, 2, 5, 7, 14].

Корми травосумішей повноцінні та збалансовані за протеїном, містять вітаміни, макро- і мікроелементи. Тому тварини поїдають сіно і пасовищну траву краще, ніж корми з чистих посівів польових сівозмін. Згодовування пасовищного корму та якісного лучного сіна сприяє підвищенню молочної продуктивності худоби й одержанню здорового приплоду. Збільшення продуктивності природних кормових угідь має важливе значення в умовах Західної України, де вони займають приблизно 2 млн га, тобто 35% усієї сільськогосподарської території [7, 14, 16]. Поліпшені сіяні сіножати і пасовища забезпечують одержання з кожного гектара в середньому по 50–80 ц сіна і 200–250 ц зеленого пасовищного корму, що в 2,5–3,5 разу більше від неполіпшених. З економічної точки зору, серед всіх зелених кормів, що виготовляються, корми із сіножатей і пасовищ є найдешевшими [4, 5, 12, 13].

Сіяні та природні кормові угіддя перебувають не в найкращому з господарської точки зору стані. Основними з важливих аспектів підвищення продуктивності лук є розроблення та освоєння інтенсивних ресурсозберігальних технологій, завдяки яким повніше досягається забезпечення потреб рослин і тварин лімітуючими факторами стосовно природно-кліматичних умов [22, 23, 24, 27, 31]. Урожайність сінокосів і пасовищ залежить насамперед від забезпечення рослин мінеральними елементами, зокрема азотом. У зв'язку з тим, що мінеральні добрива на лучних угіддях через їх високу вартість застосовують рідко або взагалі не використовують, значну роль у підвищенні продуктивності сінокосів і пасовищ відіграє біологічний азот бобових трав [17, 19, 24, 25, 30, 32].

Багатьма дослідженнями встановлено, що для створення високопродуктивних сіножатей потрібно брати травосумішку з багаторічних трав, яка забезпечить вищу й стабільнішу врожайність порівняно з одновидовими посівами бобових чи злакових трав. У результаті вдалого добору травосумішей можливо зберегти високу продуктивність угідь протягом багатьох років [3, 5, 10].

Важливим є добір трав у сумішках, оскільки від нього залежить не тільки видова структура, а й хімічний склад і поживність корму. Зміна середовища в процесі життєдіяльності рослин – основна причина їхнього взаємовпливу [5, 20, 21, 26, 29]. Перше місце посідає конкуренція за поживні речовини, вологу, світло, друге –

нагромадження відмерлих решток рослин, розклад яких можна прискорити вапнуванням і внесенням добрив. Взаємовплив рослин та ботанічний склад ценозів можна формувати, змінюючи середовище в бажаному напрямі [8, 9, 11, 18, 28].

Нині ще не розкрито характер відносин окремих видів у процесі живлення. При сумісних посівах недостатньо вивчено боротьбу за існування та конкурентоздатність деяких видів трав. Це здебільшого стосується бобових і злакових трав у лучних ценозах.

Матеріали і методи. Дослідження проведено протягом 2017–2019 рр. на експериментальній базі Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (с. Лішня Дрогобицького р-ну Львівської обл.). Дослід закладено на дерново-підзолистих поверхнево-оглеєних середньокислих суглинкових ґрунтах.

Ранньою весною сформований травостій удобрювали азотними, фосфорними та калійними добривами у формі аміачної селітри, гранульованого суперфосфату і калійної солі. Використовували комплекс мікроелементів у хелатній формі «Мікрофол комбі» для позакореневого (листового) підживлення травостою.

Агротехніка на дослідних ділянках була загальноприйнятою, за винятком елементів, які вивчали в досліді. З багаторічних трав висівали: пажитницю багаторічну – сорт Дрогобицький 16, тимофіївку лучну – Підгірянка, кострицю лучну – Люлінецька 3, конюшину лучну – Передкарпатська 33 і лядвенець рогатий – Аякс.

Підбір травосумішей та їх співвідношення визначали відповідно до рекомендацій для зони.

Повторність у досліді чотириразова, розміщення варіантів чотирирясуне. Площа дослідної ділянки – 42 м², облікова – 25 м².

Продуктивність сіяного агроценозу оцінювали згідно з ДСТУ 8044:2015. Вміст абсолютно сухої речовини визначали шляхом висушування рослинних зразків у термостаті за температури 100–105°C. Ботанічний склад врожаю визначали в кожному укосі методом вагового аналізу з розбором пробних снопів у чотирикратній повторності (ДСТУ 4687:2007). Опрацювання та узагальнення результатів досліджень проводили, використовуючи дисперсійний метод математичної статистики (Доспехов, 1965), за допомогою програмних засобів «Microsoft Excel» [6, 15].

Результати та обговорення. Як виявили наші дослідження, вищі показники урожайності в середньому за 2017–2019 рр. спостерігалися у варіантах з тимофіївкою лучною та конюшиною лучною – 8,17–9,57 т/га сухого корму. Додаткове збільшення норми азотних добрив не давало істотного приросту сухої маси порівняно з

внесенням N_{30} , при підживленні нормою N_{60} – лише на 7%, а при внесенні норми N_{90} врожайність була навіть на 3% нижчою проти варіанта з удобренням N_{30} . Це насамперед пов'язано зі зниженням в травостої вмісту конюшини лучної (табл. 1). Значно вищий ефект від збільшення дози азотних добрив, до N_{60} проти N_{30} , отримано у варіантах з вихідним 100% складом злакових трав, де приріст становив 22%.

1. Продуктивність сіяних травосумішей залежно від удобрення

Травосуміш (види трав і норми висіву насіння, кг/га)	Удобрення	Суха маса, т/га			
		2017	2018	2019	середнє
Тимофіївка лучна (6 кг/га) Конюшина лучна (16 кг/га)	$P_{60}K_{60}$ – фон (Ф)	11,93	8,15	4,42	8,17
	Ф + N_{30}	12,36	9,46	5,04	8,95
	Ф + N_{30} + обробка МК*	12,82	10,33	5,13	9,43
	Ф + N_{60}	11,45	10,62	6,63	9,57
Тимофіївка лучна (4 кг/га) Грястиця збірна (6 кг/га) Пажитниця багаторічна (6 кг/га) Костриця лучна (6 кг/га)	$P_{60}K_{60}$ – (Ф)	2,49	2,86	1,73	2,36
	Ф + N_{30}	4,84	4,80	2,19	3,94
	Ф + N_{30} + обробка МК*	5,01	6,68	2,61	4,77
	Ф + N_{60}	5,08	5,87	3,45	4,80
	Ф + N_{90}	6,64	8,34	4,20	6,39
Тимофіївка лучна (4 кг/га) Грястиця збірна (6 кг/га) Пажитниця багаторічна (6 кг/га) Конюшина лучна (3 кг/га) Лядвенець рогатий (3 кг/га)	$P_{60}K_{60}$ – (Ф)	9,58	7,62	5,25	7,48
	Ф + N_{30}	11,51	9,91	4,91	8,78
	Ф + N_{30} + обробка МК*	10,90	11,30	5,83	9,34
	Ф + N_{60}	11,41	11,12	6,88	9,80
	Ф + N_{90}	10,38	7,77	5,87	8,00

$НР_{05}$ т/га А (травосуміші)

В (удобрення)

Примітка. *МК – «Мікрофол комбі».

0,20

0,27

0,22

0,25

0,33

0,11

Урожайність сухої маси на бобово-злаковій суміші, у яку було додано тимофіївку лучну (4 кг/га), грястицю збірну (6 кг/га), пажитницю багаторічну (6 кг/га), конюшину лучну (3 кг/га) та лядвенець рогатий (3 кг/га), становила 7,48–9,80 т/га. Знову ж таки, внесення азоту в нормі N_{90} знижувало врожайність на 10% порівняно з дозою N_{30} .

Найменший збір сухої речовини забезпечив сіяний злаковий травостій. За усередненими даними за 2017–2019 рр., вихід з 1 га сухої речовини становив лише 2,36–6,39 т. Закономірно більші показники були при внесенні вищих доз азотних добрив

Застосування мікроелементів у формі препарату «Мікрофол комбі» сприяло деякому збільшенню показників урожайності, а саме: на травосуміші тимофіївки лучної (6 кг/га) та конюшини гібридної (16 кг/га) – на 0,48 т/га; злаковому травостої – 0,83 т/га; травостої з тимофіївки лучної (4 кг/га), грястиці збірної (6 кг/га), пажитниці багаторічної (6 кг/га), конюшини лучної (3 кг/га) та лядвенцю рогатого (3 кг/га) – 0,46 т/га сухої маси. Така надбавка за врожаєм пояснюється унікальністю цього добрива, яке містить значну кількість мікроелементів на хелатній основі з додаванням магнію (9%).

У нашому досліді незалежно від складу травосумішки вищі показники отримано в першому укосі. Урожай в отавах здебільшого був визначений кількістю опадів у другій половині вегетаційного періоду та їх розподілом.

За роками досліджень спостерігалася значна різниця у виході сухої маси з одиниці площі. Так, якщо в перший рік використання травостою з 1 га зібрали, залежно від рівня удобрення, 2,49–12,82 т/га сухої маси, то на другий – 2,86–11,3 т/га, а на третій – лише 1,73–6,88 т/га. І насамперед це стосується ділянок з удобренням лише фосфорно-калійними добривами, що пояснюється випадінням з травостою урожайних бобових і злакових трав.

Удобрення і позакореневе підживлення сіяного травостою впливало і на ботанічний склад травосумішки. При усереднених даних за 2017–2019 рр. кількість конюшини лучної в досліді становила 17,3–37,8%, лядвенцю рогатого – 12,4–22,0% (табл. 2). Вищий вміст бобових трав спостерігали у варіантах із внесенням $P_{60}K_{60}$, дещо менший – у варіантах з додатковим внесенням азоту (N_{30}). Подальше підвищення доз азотних добрив помітно зменшувало кількість бобових трав у травостої. У варіанті з посівом тільки злакових трав їх вміст у травостої становив 74,6–86,4%, вміст самосійного різнотрав'я – 17,5–34,2% до зеленої маси.

Чіткої закономірності зміни вмісту бобового компонента в зеленій масі від позакореневого підживлення травостою препаратом «Мікрофол комбі» не відмічено.

2. Ботанічний склад травосумішей залежно від удобрення, % до зеленої маси, середнє за 2017–2019 рр.

Травосумішки	Удобрєння	Конюшина лучна	Лядвєнець рогатий	Злаки	Різнотрав'я
Тимофіївка лучна (6 кг/га) Конюшина лучна (16 кг/га)	P ₆₀ K ₆₀ – фон (Ф)	37,7	–	54,6	7,68
	Ф + N ₃₀	37,8	–	51,2	11,0
	Ф + N ₃₀ + обробка				
	МК*	30,8	–	56,8	12,3
	Ф + N ₆₀	30,3	–	57,9	11,9
	Ф + N ₉₀	22,8	–	63,3	14,0
Тимофіївка лучна (4 кг/га) Грястиця збірна (6 кг/га) Пажитниця багаторічна (6 кг/га) Костриця лучна (6 кг/га)	P ₆₀ K ₆₀ – (Ф)	–	–	75,7	24,3
	Ф + N ₃₀	–	–	83,9	16,1
	Ф + N ₃₀ + обробка	–	–	74,6	25,2
	МК*	–	–	79,9	20,0
	Ф + N ₆₀	–	–	86,4	13,6
Тимофіївка лучна (4 кг/га) Грястиця збірна (6 кг/га) Пажитниця багаторічна (6 кг/га) Конюшина лучна (3 кг/га) Лядвєнець рогатий (3 кг/га)	P ₆₀ K ₆₀ – (Ф)	19,2	22,0	46,1	12,7
	Ф + N ₃₀	19,9	13,9	53,8	12,6
	Ф + N ₃₀ + обробка	17,3	12,4	54,1	17,9
	МК*	30,9	12,5	55,5	11,3
	Ф + N ₆₀	27,6	12,5	55,3	13,6

Примітка. *МК – «Мікрофол комбі».

У сіяному травостої в усіх варіантах досліді домінували злаки. Їх вміст мало залежав від систем удобрення, проте простежувалися певні закономірності.

Загальна кількість несіяних видів, які брали участь у формуванні травостою, з роками майже не змінилась. Вміст різнотрав'я в середньому за роки був досить різноманітний – від 7,68 до 25,2%. Менша кількість несіяних видів спостерігалася у варіантах із тимофіївкою лучною та конюшиною лучною – 7,68–14,0%, найбільше на злаковому травостої – 13,6–25,2%.

Висновки. Вищий показник продуктивності у варіанті з тимофіївкою лучною (6 кг/га) та конюшиною лучною (16 кг/га) отримано при внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 9,57 т/га сухого корму.

Бобово-злакова сумішка, до якої було додано тимофіївку лучну (4 кг/га), грятистицю збірну (6 кг/га), пажитницю багаторічну (6 кг/га), конюшину лучну (3 кг/га) та лядвенець рогатий (3 кг/га), на аналогічному фоні удобрення дала змогу одержати 9,80 т/га сухої речовини.

Вищий вміст конюшини лучної зберігся саме в сумішці з тимофіївкою лучною у варіантах, де вносили фосфорне та калійне добриво ($P_{60}K_{60}$) – 37,7%, та варіанті з додатковим підживленням азотом у дозі N_{30} – 37,8% до зеленої маси.

Подальше збільшення норми азотних добрив у досліді до N_{90} значно знижувало відсоток сіяних бобових трав у травостої і, як наслідок, призводило до зменшення врожайності.

В п'ятикомпонентній сумішці (тимофіївка лучна, грятистиця збірна, пажитниця багаторічна, конюшина лучна, лядвенець рогатий) участь конюшини лучної у формуванні травостою становила лише 17,3–30,9%. Вміст лядвенцю рогатого в середньому за три роки використання – 12,4–22,0% до зеленої маси.

Чіткої закономірності зміни вмісту бобового компонента в зеленій масі залежно від позакореневого підживлення травостою препаратом «Мікрофол комбі» не відмічено.

Список використаної літератури

1. Багаторічні бобові трави як основа природної інтенсифікації кормовиробництва / Г. І. Демидась та ін. ; за ред. Г. І. Демидася, Г. П. Квітка. Київ : Нілан-ЛТД, 2013. 322 с.
2. Влох В. Г., Кириченко Н. Я. Вплив удобрення на урожайність та ботанічний склад довготривалих лучних травосумішей. *Україна в світових (земельних,*

References

1. Perennial legumes as the basis of natural intensification of feed production / H. I. Demydas ta in. ; za red. H. I. Demydasia, H. P. Kvitka. Kyiv : Nilan-LTD, 2013. 322 p.
2. Vlokh V. H., Kyrychenko N. Ya. Influence of fertilizer on yield and botanical composition of long-term meadow grass mixtures. *Ukraine v svitovykh (zemelnykh,*

- продовольчих і кормових) ресурсах і економічних відносинах* : зб. матеріалів міжнар. конф. (Вінниця, 1995). С. 489–490.
3. Вплив удобрення на продуктивність бобово-злакової травосумішки / В. О. Оліфірович та ін. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 48–53.
4. Дзюбайло А. Г., Завірюха П. Д. Бобові кормові культури. Дубляни, 2004. С. 199.
5. Дзюбайло А. Г., Стеців М. В., Лагуш Н. І. Багаторічні бобово-злакові травосумішки у кормовиробництві Передкарпаття. *Вчені Львівського державного аграрного університету – виробництва*. Львів, 2001. С. 63–65.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. Москва, 1985. 351 с.
7. Екобіологічні й агротехнічні основи створення та використання трав'янистих фітоценозів / М. Т. Ярмолюк та ін. Львів : ПАІС, 2010. 232 с.
8. Зміна ботанічного та видового складу травостою під впливом удобрення і стимуляторів росту / Я. І. Мащак, Л. М. Любченко, Р. К. Іршак та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2008. Вип. 50. С. 85–90.
9. Иванова О. Г. Влияние микроэлементов на качество сена многолетних злаковых трав. *С.-х. науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков*. 2016. № 16. С. 79–85.
10. Касамун А. Д., Павлючик Е. Н., Дегтярєв В. П. Роль многолетних агроценозов в сохранении плодородия почв. *Кормопроизводство*. 2009. № 10. С. 31–32.
11. Киселев А. А. Влияние режимов использования и агрофона на динамику ботанического состава и урожайность бобово-злакового травостоя. *Мелиорация*. 2010. № 1 (63). С. 205–213.
12. Кормовиробництво / Зінченко О. І. та ін. Київ : Нора-прінт, 2001. 470 с.
13. Кургак В. Г. Вплив багаторічних бобових трав на якість корму сіяних лук та родючість ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2000. Спец. вип., травень. С. 54–58.
- prodivolchikh i kormovykh) resursakh i ekonomichnykh vidnosynakh : mizhn. konf. (Vinnytsia, 1995). P. 489–490.
3. The effect of fertilizer on the productivity of legume-cereal grass mixture / V. O. Olifirovych ta in. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No. 11. P. 48–53.
4. Dziubailo A. H., Zaviyruha P. D. Bean forage crops. Dubliany, 2004. P. 199.
5. Dziubailo A. H., Stetsiv M. V., Lahush N. I. Perennial legume-cereal grass mixtures in forage production of Precarpathia. *Scientists of Lviv State Agrarian University – production*. Lviv, 2001. P. 63–65.
6. Dospikhov B. A. Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). Izd. 5-e, dop. i pererab. Moskva, 1985. 351 p.
7. Ecobiological and agrotechnical bases of creation and use of grassy phytocenoses / M. T. Yarmoliuk ta in. Lviv : PAIS, 2010. 232 p.
8. Change of botanical and species composition of grass under the influence of fertilizers and growth stimulants / Ya. I. Mashchak, L. M. Liubchenko, R. K. Irshak ta in. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2008. Vyp. 50. P. 85–90.
9. Ivanova O. H. Influence of microelements on the quality of hay of perennial grasses. *Agricultural sciences and agro-industrial complex at the turn of the century*. 2016. No. 16. P. 79–85.
10. Kapsamun A. D., Pavliuchyk E. H., Dehtiarev V. P. The role of perennial agrocenoses in maintaining soil fertility. *Kormoproizvodstvo*. 2009. No. 10. P. 31–32.
11. Kiselev A. A. Influence of modes of use and agro-background on the dynamics of botanical composition and yield of legumes. *Melioratsiia*. 2010. № 1 (63). P. 205–213.
12. Feed production / O. I. Zinchenko ta in. Kyiv : Nora-print, 2001. 470 p.
13. Kurhak V. H. Influence of perennial legumes on the quality of fodder of sown meadows and soil fertility. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2000. Spets. vyp. Traven. P. 54–58.
14. Martsinko T. I. Productivity of cereal and Lotus corniculatus L. Grass mixtures depending on the elements of technology in

14. Марцінко Т. І. Продуктивність лядвенцево-злакових травосумішей залежно від елементів технології вирощування в Передкарпатті : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.12. Київ, 2013. 155 с.
15. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / за ред. А. О. Бабича. Вінниця, 1994. 87 с.
16. Петриченко В. Ф., Кургак В. Г. Луки України та шляхи їх поліпшення. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 11. С. 11–14.
17. Тараріко Ю. О., Стецюк М. Г., Зосимчук М. Д. Потенціал продуктивності багаторічних трав в одновидових та змішаних посівах на осушуваних торфових ґрунтах Західного Полісся. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 2. С. 24–30.
18. A plant functional type approach tailored for stakeholders involved in field studies to predict forage services and plant biodiversity provided by grasslands / M. Duru et al. *Grass and Forage Science*. 2014. Vol. 70. P. 2–18.
19. Albert T. Adjesiwor M. Anowarul Islam. Rising nitrogen fertilizer prices and projected increase in maize ethanol production: the future of forage production and the potential of legumes in forage production systems. *Grassland Science*. 2016. Vol. 62. P. 203–212.
20. Benjamin F. Tracy. Conditions that favor clover establishment in permanent grass swards. *Grassland Science*. 2014. Vol. 61. P. 34–40.
21. Fychan R., Sanderson R., Marley C. L. Effects of harvesting red clover / ryegrass at different stage of maturity on forage yield and quality. *Grassland Science in Europe*. 2016. Vol. 21 : The multiple roles of grassland in the European bioeconomy. P. 323–325.
22. Huyghe C., De Vlieghe A., Golinski P. European grasslands overview: Temperate region. *Grassland Science in Europe*. 2014. Vol. 19. P. 29–40.
23. Isselstein J., Kayser M. Functions of grasslands and their potential in delivering ecosystem services. *Grassland Science in Europe*. 2014. Vol. 19. P. 199–214.
24. Kukreja R, Meredith. R Meredith Resource Efficiency and Organic Farming : Facing up to the challenge. Brussels : IFOAM EU Group, 2011. 32 p.
- Precarpathian : thesis for PhD degree in agricultural science : specialty 06.01.12. Kyiv, 2013. 155 p.
15. Methods of conducting experiments in fodder production / ed. by A. O. Babych. Vinnytsia, 1994. 87 p.
16. Petrychenko V. F., Kurhak V. H. Meadows of Ukraine and ways to improve them. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2011. No. 11. P. 11–14.
17. Tarariko Yu. O., Stetsiuk M. H., Zosymchuk M. D. Productivity potential of perennial grasses in single-species and mixed crops on drained turf soils of Western Polissya. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018. No. 2. P. 24–30.
18. A plant functional type approach tailored for stakeholders involved in field studies to predict forage services and plant biodiversity provided by grasslands / M. Duru et al. *Grass and Forage Science*. 2014. Vol. 70. P. 2–18.
19. Albert T. Adjesiwor M. Anowarul Islam. Rising nitrogen fertilizer prices and projected increase in maize ethanol production: the future of forage production and the potential of legumes in forage production systems. *Grassland Science*. 2016. Vol. 62. P. 203–212.
20. Benjamin F. Tracy. Conditions that favor clover establishment in permanent grass swards. *Grassland Science*. 2014. Vol. 61. P. 34–40.
21. Fychan R., Sanderson R., Marley C. L. Effects of harvesting red clover / ryegrass at different stage of maturity on forage yield and quality. *Grassland Science in Europe*. 2016. Vol. 21 : The multiple roles of grassland in the European bioeconomy. P. 323–325.
22. Huyghe C., De Vlieghe A., Golinski P. European grasslands overview: Temperate region. *Grassland Science in Europe*. 2014. Vol. 19. P. 29–40.
23. Isselstein J., Kayser M. Functions of grasslands and their potential in delivering ecosystem services. *Grassland Science in Europe*. 2014. Vol. 19. P. 199–214.
24. Kukreja R, Meredith. R Meredith Resource Efficiency and Organic Farming : Facing up to the challenge. Brussels : IFOAM EU Group, 2011. 32 p.

Facing up to the challenge. Brussels : IFOAM EU Group, 2011. 32 p.

25. 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.

26. Performance and quality of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and mixtures of both species grown with or without white clover (*Trifolium repens* L.) under cutting management / M. Cougnon et al. *Grass and Forage Science*. 2013. Vol. 69. P. 666–677.

27. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe / A. Luscher et al. *Grass and Forage Science*. 2014. Vol. 69. P. 206–228.

28. Relationships between botanical composition, yield and forage quality of permanent grasslands over the first growth cycle / D. Andueza et al. *Grass and Forage Science*. 2015. Vol. 71. P. 366–378.

29. The variation in morphology of perennial ryegrass cultivars throughout the grazing season and effects on organic matter digestibility / M. Beecher et al. *Grass and Forage Science*. 2013. Vol. 70. P. 19–29.

30. Torell R., Davison J., Hackett I. Improving Grass Hay Quality Through Fertilizer and irrigation Management Cooperative Extension. Reno : University of Nevada, 1984. P. 44–88. URL: <https://www.unce.unr.edu/publications/files/ag/other/fs8844.pdf> (last accessed: 05.02.2019).

31. Tristram G. L. Functional group dominance and identity effects influence the magnitude of grassland invasion. *Journal of Ecology*. 2013. Vol. 101. P. 1114–1124.

32. Weggler, Thumm and Elsaesser, Development of Legumes After Reseeding in Permanent Grassland, as Affected by Nitrogen Fertilizer Applications. *Agriculture*, 2019, 9 (10), 207.

25. 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.

26. Performance and quality of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and mixtures of both species grown with or without white clover (*Trifolium repens* L.) under cutting management / M. Cougnon et al. *Grass and Forage Science*. 2013. Vol. 69. P. 666–677.

27. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe / A. Luscher et al. *Grass and Forage Science*. 2014. Vol. 69. P. 206–228.

28. Relationships between botanical composition, yield and forage quality of permanent grasslands over the first growth cycle / D. Andueza et al. *Grass and Forage Science*. 2015. Vol. 71. P. 366–378.

29. The variation in morphology of perennial ryegrass cultivars throughout the grazing season and effects on organic matter digestibility / M. Beecher et al. *Grass and Forage Science*. 2013. Vol. 70. P. 19–29.

30. Torell R., Davison J., Hackett I. Improving Grass Hay Quality Through Fertilizer and irrigation Management Cooperative Extension. Reno : University of Nevada, 1984. P. 44–88. URL: <https://www.unce.unr.edu/publications/files/ag/other/fs8844.pdf> (last accessed: 05.02.2019).

31. Tristram G. L. Functional group dominance and identity effects influence the magnitude of grassland invasion. *Journal of Ecology*. 2013. Vol. 101. P. 1114–1124.

32. Weggler, Thumm and Elsaesser, Development of Legumes After Reseeding in Permanent Grassland, as Affected by Nitrogen Fertilizer Applications. *Agriculture*. 2019, 9 (10), 207.

Отримано 31.08.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-11

УДК 633.62:633.63

Л. М. ОЛЕКШІЙ, кандидат сільськогосподарських наук

І. М. БУРАК, завідувач наук.-технолог. відділу рослинництва і землеробства

Тернопільська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту кормів та сільського господарства Поділля

вул. Тролейбусна, 12, м. Тернопіль, 46027,

e-mail: ludmila.olekshiy@gmail.com

ЕЛЕМЕНТИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЦУКРОВОГО ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

Стаття присвячена актуальній проблемі пошуку шляхів використання альтернативних видів пального із відновлюваних джерел енергії, зокрема сорго цукрового для виробництва біоетанолу в умовах Західного Лісостепу України.

З огляду на погіршення стану навколишнього середовища більшої актуальності набуває пошук нових екологічно чистих джерел енергії з поновлювальної сировини. В Україні однією з найперспективніших біоенергетичних культур є сорго цукрове – посухостійка й непримхлива до ґрунтів культура. Вирощування високих і сталих врожаїв сорго цукрового ґрунтується на раціональному використанні біологічних особливостей сорту, фону живлення рослин. У зв'язку з цим вивчення впливу вказаних показників на продуктивність і вихід біоетанолу з рослин сорго цукрового в зоні Західного Лісостепу України упродовж вегетаційного періоду є важливим напрямом досліджень сучасності та становить мету дослідження.

Практичне значення отриманих результатів наукових досліджень полягає в підвищенні врожайності сорго цукрового, збільшенні виходу цукру та біопалива з посівної площі.

Вивчення технологічних процесів вирощування сорго цукрового на основі застосування «Лігногумату» та «Фреш» (добриво «Маджестик») дає змогу оцінити вплив цих препаратів на показники росту та розвитку культури.

Дослідженнями доведено, що застосування «Лігногумату» та «Фреш» (добриво «Маджестик») позакореневим способом позитивно вплинуло на ріст і розвиток рослин сорго цукрового.

Спостерігалась чітка закономірність впливу досліджуваних препаратів на показники росту рослин у висоту. Висота рослин у варіантах із рекомендованими та половинними дозами «Лігногумату» та «Фреш» (добриво «Маджестик») була відмічена на найвищій поділці – 3,00 м. Інші варіанти досліду дещо поступались за цим показником.

Діаметр стебел – це показник, який відіграє значну роль у стійкості рослин до вилягання, що значно зменшує втрати листостеблової маси при збиранні врожаю.

Найбільший приріст діаметра стебла, 1,6 см, відмічено у фазі повної стиглості, де застосовували «Лігногумат» дозою 1,0 л/га в баковій суміші з «Фреш» (добриво «Маджестик») 1,0 кг/га (у фазі кушення та виходу в трубку).

У результаті проведених досліджень встановлено, що препарати «Лігногумат» дозою застосування 1,0 л/га + «Фреш» (добриво «Маджестик») – 1,0 кг/га (у фазі кушення та виходу в трубку) забезпечили найбільші показники прибавки до контрольного варіанта: за урожайністю зеленої маси – 3,1 т/га, за вмістом цукрів у соці стебел – 1,0%. Вихід біоетанолу з 1 га площі – 6,114 т/га.

Результати досліджень актуальні для науки і виробництва біопалива з рослин сорго цукрового і можуть бути використані в умовах Західного Лісостепу України.

Ключові слова: сорго цукрове, біостимулятори, мікродобрива, продуктивність, біоетанол.

Oleksii L., Burak I.

Ternopil State Agricultural Research Station of Institute of Feed and Agriculture of Podillya

Technology elements of sugar sorghum growing for bioethanol production in the conditions of the western Forest-Steppe

The article is devoted to the topical problem of finding ways to use alternative fuels from renewable energy sources, in particular, sugar sorghum for ethanol fuel production.

Due to the deteriorated state of the environment, the search for new environmentally friendly clean energy sources from renewable raw materials becomes more and more relevant. Today in Ukraine one of the most promising bioenergy crops is sugar sorghum, – a drought-resistant and non-capricious crop. Growing high and stable yields of sugar sorghum is based on the rational use of biological characteristics of the sort, plant nutrition background. In this regard, the study of the impact of these indicators on the productivity and yield of bioethanol from sugar sorghum plants in the area of the Western Forest-Steppe of Ukraine during the growing season is an important area of modern research and is the purpose of the study.

The practical significance of the obtained results of scientific research is to increase the yield of sugar sorghum, increase the yield of sugar and biofuel from the sown area.

The study of technological processes of sugar sorghum cultivation based on the use of Lignohumate and Fresh (Majestic fertilizer) allows us to assess the impact of drugs on growth and development of the crop.

Studies have shown that the application of Lignohumate and Fresh (Majestic fertilizer) in the foliar way has a positive effect on the growth and development of sugar sorghum plants.

There was a clear pattern of the influence of the studied drugs on plant growth rates in height. The height of plants in the variants with the recommended and half doses of Lignohumate and Fresh (Majestic fertilizer) was noted on the highest division – 3,00 m. Other variants of the experiment were slightly inferior to this indicator.

Stem diameter is an indicator that plays a significant role in the resistance of plants to lodging, which significantly reduces the loss of leaf mass during harvest.

The largest increase in stem diameter was observed in the phase of full maturity where Lignohumate was applied at a dose of 1,0 l/ha in a tank mixture with Fresh (Majestic fertilizer) – 1,0 kg/ha (in the tillering and tube phase) – 1,6 cm.

As a result of the conducted researches it is established that Lignohumate with a dose of application of 1,0 l/ha + Fresh (Majestic fertilizer) – 1,0 kg/ha (in a phase of tillering and an exit in a tube), the greatest indicators of an increase to a control variant on productivity of green weight are received – 3,1 t/ha, the content of sugars in the juice of the stems – 1,0%. The yield of bioethanol from 1 hectare was 6,114 t/ha.

The presented research results are relevant for science and production of biofuels from sugar sorghum plants and can be used in the Western Forest-Steppe of Ukraine.

Key words: sugar sorghum, biostimulants, microfertilizers, productivity, bioethanol.

Вступ. Постійне підвищення цін на енергоресурси та погіршення екологічного стану довкілля внаслідок активного споживання викопних палив з кожним роком все більше турбують суспільство всіх країн світу. Задля зменшення залежності від імпорتنих енергоносіїв дедалі більшу увагу у світі, в тому числі в Україні, приділяють пошуку шляхів використання альтернативних видів пального з відновлюваних джерел енергії.

Перспективним у цьому плані є використання енергії фотосинтетичної діяльності рослин у вигляді біоетанолу, обсяги виробництва якого за останнє десятиліття зросли більше ніж утричі [18, 28].

Пошук перспективної сировини для виробництва біогазу, біодизеля, біоетанолу, бутанолу та твердого біопалива є актуальним завданням сьогодення [3].

Енергетична залежність України, зниження врожайності основних сільськогосподарських культур унаслідок поступового глобального потепління зумовлюють необхідність підбору нових культур, які вирізняються високою урожайністю, посухостійкістю та невибагливістю до умов вирощування.

До перспективних злакових енергетичних культур належать міскантус, світчграс, сорго та ін. Головними вимогами до культур, які використовуються в біоенергетиці, є собівартість продукції та забезпечення стабільної сировинної бази. Забезпечити біоенергетику сировиною для всіх її галузей на всьому просторі України спроможне сорго цукрове [12, 15, 32].

Сорго цукрове формує стабільно високі врожаї навіть за несприятливих погодних умов. З 1 га посівів сорго можна збирати 90–120 т/га цукроносною біомасою із загальним вмістом у соці цукрів до 20%. У 100 кг зеленої маси цукрового сорго міститься 24–25 кормових одиниць, що робить його цінною кормовою культурою. Цукрове сорго, як і цукрові буряки, є універсальною культурою, сировину якої використовують не тільки в кормовиробництві, а й у харчовій промисловості [11, 24, 33].

Сорго – це високоросла прямостояча рослина заввишки до 3,0–4,0 м (у тропічних країнах може сягати 5,0–6,0 м) із гладкою поверхнею стебла бурштиново-зеленого кольору, вкритою восковим нальотом. Сорго добре кушиться (одна рослина дає два-три стебла), але це залежить від сортів особливостей, погодних умов під час вегетації та агротехніки вирощування [14].

За напрямками використання культурні види сорго розподіляють на зернові, цукрові, вінікові, трав'янисті (суданська трава). Для використання в цукровій та енергетичній промисловості найбільший інтерес викликає сорго цукрове – *Sorghum saccharatum Pers.*, що належить до роду *Sorghum (L.) Moench.* родини тонконогових – *Poaceae*. Характерною особливістю цукрового сорго є те, що в соку стебел рослин містяться вуглеводи (10–20%), які на 60–80% складаються із цукрози і на 20–40% – з фруктози та глюкози. Вегетаційний період сорго триває приблизно 90–115 днів [7, 17].

Сорго цукрове – це теплолюбна культура. Мінімальна температура проростання для нього становить 9–10°C. При температурі ґрунту 7°C насіння не проростає, пліснявіє і гине [1, 20].

Ще одна унікальна особливість сорго – здатність «завмирати», тобто зупинити ростові процеси в несприятливих умовах (посуха), і «оживати» при поліпшенні погодних умов [5].

Рослини сорго надзвичайно економно витрачають воду. Так, витрата води в частках від частки сухої речовини, що виділяється рослиною, у сорго в три рази менша, ніж, наприклад, у соняшнику, і в два рази менша, ніж у вівса. Н. І. Вавилов за цю рекордну економію води назвав сорго верблюдом рослинного світу [16, 19, 31].

Сорго – світлолюбна рослина короткого дня [22, 37], що обумовлено його пристосуванням до високого сонцестояння і пов'язано з великою вимогливістю до короткохвильової радіації.

Заходами агротехніки можна поліпшувати умови освітлення культур. Цього досягають вибором способу сівби та густоти висіву, а також спрямуванням рядків з півночі на південь [4, 21].

Сорго невимогливе до ґрунту і здатне добре рости на чорноземах і каштанових ґрунтах різного механічного складу. Краще воно почуває себе на родючих середньосуглинистих карбонатних чорноземах. Оптимальною для нього вважають кислотність на рівні рН 5,5–7,5 [9, 35].

Незважаючи на унікальні властивості сорго цукрового як високопродуктивної енергетичної культури, досі відсутня цілісна технологія його вирощування в умовах Західного Лісостепу України. Тому актуальним є визначення продуктивності сорго цукрового залежно від елементів технології вирощування як сировини для виробництва біопалива, що має велике наукове та народногосподарське значення.

Технологія вирощування високих і сталих врожаїв сорго цукрового ґрунтується на раціональному використанні біологічних особливостей сорту, фону живлення, густоти стояння рослин і вологи [36].

Більшість ґрунтів, де сіють сорго, здатні забезпечувати лише половину потрібних елементів живлення, тому решту необхідно поповнювати за рахунок добрив. З урахуванням агрохімічного аналізу ґрунту і рівня запланованої врожайності визначають загальну норму добрив і їх розподіл як основного добрива і позакореневого підживлення [26, 27].

Для нормального росту й розвитку рослин сорго цукрового, крім азоту, фосфору й калію, необхідні залізо (Fe), мідь (Cu), молібден (Mo), марганець (Mn), цинк (Zn), бор (B), сірка (S) та інші елементи, які беруть активну участь в усіх фізіологічних процесах життєдіяльності рослин, підвищують ефективність багатьох ферментів у рослинному організмі, покращують засвоєння рослинами елементів живлення з ґрунту [13].

Кількість добрив, необхідних для отримання запланованої урожайності, розраховують на основі агрохімічного аналізу ґрунту для кожного конкретного поля. В середньому для зони Лісостепу України доза добрив становить $N_{60}P_{60}K_{60}$ [34].

Встановлено, що азотно-фосфорні добрива позитивно впливають на проростання насіння, збільшуючи польову схожість на 10–12% [23, 39].

Загалом добрива не тільки підвищують урожайність, а й покращують якість продукції (збільшується вміст протеїну, жиру, зерна в кормовій масі, а також сухої речовини і кормових одиниць) [38].

Одним із важливих агротехнічних заходів підвищення урожайності і покращення якості продукції рослинництва є використання природних або синтетичних регуляторів росту, які в малих концентраціях здатні істотно посилювати інтенсивність фізіологічних процесів і покращувати динаміку росту і розвитку рослин [8, 30].

Рослини сорго слабо пошкоджуються шкідниками [6]. Суттєвої шкоди їм завдають тільки злакові попелиці, дротяники і підгризаючі совки. Для боротьби з дротяниками проводять обробку насіння протруйниками: «Космос 500», т. к. с., 500 г/л, «Круїзер 350 FS», т. к. с., 6 л/т.

Підгризаючі совки пошкоджують кореневу систему рослин [29]. Для знищення цих шкідників посіви сорго обприскують дозволеними інсектицидами.

Про стійкість сорго проти грибкових захворювань повідомляють багато дослідників. Проте часто зернові, цукрові та віничні сорти, а також гібриди сорго уражуються найпоширенішою в Степу України хворобою – сажкою. Летюча сажка вражає сорго, кукурудзу, зрідка і суданську траву. В уражених рослин замість нормальної волоті з'являється маса спор, вкритих спочатку сіруватою оболонкою, яка потім тріскається, і спори розлітаються [25].

З профілактичних заходів боротьби із сажковими хворобами сорго рекомендується насамперед заготовляти насіння, не уражене спорами сажки, а також вирощувати сорти і гібриди сорго, стійкі до цієї хвороби; з агротехнічних велике значення мають: правильне дотримання сівозмін, глибоке заорювання післяжнивних решток, внесення добрив, сівба високоякісним насінням, уникнення змішування врожаю здорового зерна із зерном, ураженим хворобою.

Підбір сортів сорго цукрового до конкретних умов вирощування – важлива умова отримання високих врожаїв. З огляду на погодно-кліматичні умови України селекціонери створили сорти сорго з високими показниками пластичності, тобто сорти, здатні давати задовільні та стабільні врожаї не тільки в сприятливі роки, а й за тривалої посухи [2]. Для отримання високих і стабільних врожаїв у конкретній зоні важливо висівати сорти та гібриди сорго цукрового, рекомендовані саме для цієї ґрунтово-кліматичної зони.

Головними вимогами до культур, які використовуються в біоенергетиці, є собівартість продукції та забезпечення стабільної сировинної бази. Для використання в біоенергетичних цілях підходять всі види сорго, здатні накопичувати в соці стебел велику кількість розчинних вуглеводів та формувати високий урожай біомаси [10].

Отже, актуальним є вивчення, обґрунтування і впровадження у виробництво нових елементів технології вирощування сорго цукрового як сировини для виробництва біоетанолу.

Матеріали і методи. Дослідження з вивчення впливу біостимулятора «Регоплант» та мікродобрива «Максимус» на продуктивність цукрового сорго за обприскування вегетуючих рослин проводили в 2016–2018 рр. на дослідних полях Тернопільської дослідної станції державної сільськогосподарської ІКСГП НААН в Гусятинському районі Тернопільської області. У наукових дослідженнях застосовували сорт сорго цукрового Мамонт.

У дослідженнях використовували такі методи: польовий – спостереження за ростом та розвитком рослин на різних етапах вегетації, формування урожайності; лабораторний – визначення вуглеводної складової соку стебел сорго цукрового; агрохімічна характеристика ґрунту; аналітичне узагальнення експериментальних даних; математично-статистичний – для оцінки достовірності отриманих даних; порівняльно-розрахунковий – для визначення економічної ефективності розробок.

Дослідження проводили за такою схемою:

- 1) контроль – без застосування препаратів;
- 2) «Регоплант» – 50 мл/га (у фазі кушення та виходу в трубку);
- 3) «Регоплант» – 50 мл/га + «Максимус» – 4,5 кг/га (у фазі кушення);
- 4) «Регоплант» – 50 мл/га + «Максимус» – 4,5 кг/га (у фазі кушення та виходу в трубку);
- 5) «Регоплант» – 25 мл/га + «Максимус» – 2,25 кг/га (у фазі кушення та виходу в трубку).

Дослід із сорго цукровим закладали рандомізовано, повторність триразова. Площа посівної ділянки становила 50 м² (21,0 × 2,4 м), облікової – 25 м² (21,0 × 1,2 м).

При настанні фізичної стиглості ґрунту проводили закриття вологи на глибину 3–4 см. Перед сівбою провели передпосівну культивування. Насіння сіяли сівалкою СЗТ-3,6 на глибину 5 см із шириною міжрядь 30 см і густотою рослин 300 тис. шт./га. Попередник – пшениця озима.

У боротьбі з бур'янами застосовували триразове ручне прополювання рослин.

Оброблення дослідних ділянок препаратами «Регоплант» і «Максимус» провели у фазах розвитку (кушення та виходу в трубку) ручним обприскувачем.

Результати та обговорення. Грунт, на якому проводили дослідження, – чорнозем глибокий малогумусний, середньосуглинкового гранулометричного складу.

Агрохімічна характеристика ґрунту: вміст гумусу в шарі 0–30 см – 3,3%, реакція ґрунтового розчину – слабокисла (рН 6,0), гідролітична кислотність становить 1,14 мг-екв/100 г ґрунту. Грунт середньо забезпечений лужногідролізованим азотом, калієм та фосфором. Грунти, на яких проводили дослідження, за своїми водно-фізичними властивостями та агрохімічною характеристикою придатні для вирощування сорго цукрового.

Клімат на території (дослідні поля) Тернопільської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кормів та сільського господарства Поділля помірно континентальний. За багаторічними даними Хоростківського метеорологічного метеопункту, який функціонує з 1955 р., середньобагаторічна температура повітря в зоні діяльності станції становить +7,1°C. На території Тернопільської дослідної станції тривалість вегетаційного періоду – 165–190 днів, сума позитивних температур вище 10°C – 1203°C, що створює сприятливі умови для росту та розвитку рослин сорго цукрового.

Погодні умови 2016 р. загалом були задовільними для вирощування сорго цукрового, хоча спостерігалися аномальні відхилення. Погодні умови 2017 р. були сприятливими для вирощування сорго. Тривалість вегетаційного періоду становила 136 днів. Погодні умови 2018 р. характеризувались підвищеним температурним режимом та істотним недобором опадів.

Дослідженнями доведено, що інтенсивність розвитку рослин сорго цукрового значно підвищувалась у разі застосування біостимулювального препарату «Реоплант» та мікродобрива «Максимус». Середні дані за 3 роки доводять, що композиція «Реоплант» – 50 мл/га + «Максимус» – 4,5 кг/га (у фазі кущення та виходу в трубку) забезпечила найбільші показники наростання стебел у діаметрі до викидання волоті (1,2 см) та у період повної стиглості (1,8 см), що перевищило варіант без застосування препаратів на 0,5 і 0,4 см (табл. 1).

У варіанті з половинною дозою препаратів показники наростання діаметра стебла були нижчими.

Спостерігалась чітка закономірність впливу біостимулятора та мікродобрива на показники висоти рослин сорго. В середньому за роки досліджень на період повної стиглості кращими вони були у варіанті з повною нормою досліджуваних препаратів (табл. 2).

Висота рослин у варіанті № 4 відмічена на поділці 3,31 м, на контролі – 2,84 м. Інші варіанти досліду дещо поступались за цим показником.

1. Діаметр стебла сорго цукрового залежно від застосування препаратів «Регоплант» і «Максимус»

№ з/п	Діаметр стебла, см							
	до викидання волоті			середнє за роки	повна стиглість			середнє за роки
	2016	2017	2018		2016	2017	2018	
1	0,9	0,7	0,6	0,7	1,4	1,4	1,5	1,4
2	0,8	0,9	0,5	0,7	1,5	1,4	1,3	1,4
3	1,0	1,2	0,9	1,0	1,8	1,6	1,9	1,7
4	1,3	1,2	1,0	1,2	2,0	1,9	1,7	1,8
5	1,0	1,0	0,9	1,0	1,7	1,8	1,5	1,6

НІР₀₅, см 0,11 0,11 0,12 0,11 0,14 0,8

Примітки. 1. Контроль – без застосування препаратів. 2. «Регоплант» – 50 мл/га (у фазі кушення та виходу в трубку). 3. «Регоплант» – 50 мл/га + «Максимус» – 4,5 кг/га (у фазі кушення). 4. «Регоплант» – 50 мл/га + «Максимус» – 4,5 кг/га (у фазі кушення та виходу в трубку). 5. «Регоплант» – 25 мл/га + «Максимус» – 2,25 кг/га (у фазі кушення та виходу в трубку).

2. Висота рослин сорго цукрового залежно від застосування препаратів, м

№ з/п	Варіант досліду	Висота рослини, м			
		2016	2017	2018	Середнє за роки
1	Контроль – без застосування препаратів	2,80	2,50	3,24	2,84
2	«Регоплант» – 50 мл/га (у фазі кушення та виходу в трубку)	2,90	2,62	3,25	2,92
3	«Регоплант» – 50 мл/га + «Максимус» – 4,5 кг/га (у фазі кушення)	3,00	2,81	3,50	3,10
4	«Регоплант» – 50 мл/га + «Максимус» – 4,5 кг/га (у фазі кушення та виходу в трубку)	3,50	3,00	3,44	3,31
5	«Регоплант» – 25 мл/га + «Максимус» – 2,25 кг/га (у фазі кушення та виходу в трубку)	3,48	2,93	3,44	3,27

НІР₀₅, м

0,17 0,10 0,13

Доведено, що потенційна урожайність зеленої маси цукрового сорго залежала від висоти рослин та товщини стебел.

Дані, наведені в таблиці 3, підтверджують закономірність, що урожайність сорго цукрового сорту Мамонт змінюється залежно від доз та періодів внесення на посіви біостимулятора «Реоплант» та мікродобрива «Максимус».

В середньому за три роки найсприятливішими виявилися умови при застосуванні «Реопланту» дозою 50 мл/га, «Максимусу» – 4,5 кг/га у фазах 6–8 листків та змикання листків у міжряддях. За таких умов відбувалося швидке нарощування вегетативної маси рослин. При максимальній висоті рослини в цьому варіанті 3,31 м урожайність зеленої маси становила 86,0 т/га, що дало прибавку до контролю (без застосування препаратів) 4,2 т/га, або 5,1%.

3. Вплив препаратів «Реоплант» і «Максимус» на урожайність зеленої маси сорго цукрового

№ з/п	2016	2017	2018	Середнє за роки	± до контролю	
					т/га	%
1	85,6	72,9	87,1	81,8	–	–
2	85,4	73,6	88,4	82,4	+0,6	+0,7
3	88,4	76,8	90,1	85,1	+3,3	+4,0
4	90,0	78,6	89,5	86,0	+4,2	+5,1
5	90,1	77,4	89,9	85,8	+4,0	+4,9

НІР₀₅, т/га 2,9 2,5 3,0

Примітки. 1. Контроль – без застосування препаратів. 2. «Реоплант» – 50 мл/га (у фазі кушення та виходу в трубку). 3. «Реоплант» – 50 мл/га + «Максимус» – 4,5 кг/га (у фазі кушення). 4. «Реоплант» – 50 мл/га + «Максимус» – 4,5 кг/га (у фазі кушення та виходу в трубку). 5. «Реоплант» – 25 мл/га + «Максимус» – 2,25 кг/га (у фазі кушення та виходу в трубку).

Встановлено, що досліджувані препарати підвищували загальний вміст цукрів у соці стебел рослин сорго цукрового відносно контролю на 0,7–1,0% (табл. 4).

Доведено, що за роки досліджень найвищий вихід біостанолу з 1 га отримано за внесення регулюючого препарату «Реоплант» – 50 мл/га та добрива «Максимус» – 4,5 кг/га у фазі кушення та виходу в трубку – 5,809 т/га (табл. 5). Приріст до контрольного варіанта без застосування препаратів склав 0,641 т/га.

4. Вміст цукрів у соці стебел рослин сорго цукрового залежно від застосування препаратів «Регоплант» і «Максимум», %

№ з/п	Варіант досліду	Середнє за роки	± до контролю
1	Контроль – без застосування препаратів	16,6	–
2	«Регоплант» – 50 мл/га (у фазі кушення та виходу в трубку)	17,4	+0,8
3	«Регоплант» – 50 мл/га + «Максимум» – 4,5 кг/га (у фазі кушення)	17,4	+0,8
4	«Регоплант» – 50 мл/га + «Максимум» – 4,5 кг/га (у фазі кушення та виходу в трубку)	17,6	+1,0
5	«Регоплант» – 25 мл/га + «Максимум» – 2,25 кг/га (у фазі кушення та виходу в трубку)	17,3	+0,7

5. Показники виходу біоетанолу залежно від застосування препаратів «Регоплант» і «Максимум», т/га

№ з/п	Роки досліджень			Середнє за роки	± до контролю
	2016	2017	2018		
1	3,429	5,521	6,556	5,168	–
2	3,972	5,405	6,694	5,357	+0,189
3	3,689	6,133	7,154	5,658	+0,490
4	3,717	5,988	7,723	5,809	+0,641
5	3,821	5,684	7,427	5,644	+0,476

НІР₀₅, т/га 0,14 0,07 0,14

Примітки. 1. Контроль – без застосування препаратів. 2. «Регоплант» – 50 мл/га (у фазі кушення та виходу в трубку). 3. «Регоплант» – 50 мл/га + «Максимум» – 4,5 кг/га (у фазі кушення). 4. «Регоплант» – 50 мл/га + «Максимум» – 4,5 кг/га (у фазі кушення та виходу в трубку). 5. «Регоплант» – 25 мл/га + «Максимум» – 2,25 кг/га (у фазі кушення та виходу в трубку).

Отже, науковими дослідженнями встановлено, що застосування біостимулятора «Регоплант» у поєднанні з мікродобривом «Масимум» (у фазах кушення та виходу в трубку) є необхідним елементом технології вирощування сорго цукрового в умовах Західного Лісостепу України.

Висновки. Результатами досліджень, проведених у 2016–2018 рр., доведено, що завдяки застосуванню препарату «Регоплант» – 50 мл/га в баковій суміші з мікродобривом «Максимум» – 4,5 кг/га (у

фазах кущення та виходу в трубку) при урожайності зеленої маси 86,0 т/га отримано найбільші показники прибавки до контрольного варіанта за вмістом цукрів у соці стебел – 1,0%, за виходом біоетанолу з 1 га площі – 0,641 т.

Список використаної літератури

1. Аветисян А. Т. Возделывание сорго сахарного в чистых и смешанных посевах в зоне Лесостепи Красноярского края. *Вестник КрасГАУ*. 2011. № 5 (56). С. 38–41.
2. Атлас морфологічних ознак сорго двокольорового *Sorghum bicolor* L. Київ : Український інститут експертизи сортів рослин, 2017. С. 37.
3. Балан В., Сторожик Л. Вирощування цукрового сорго як біоенергетичної культури. *Цукрові буряки*. 2010. № 5. С. 14–15.
4. Безручко О. В. Сорго набуває популярності. *Agroexpert*. 2012. № 5. С. 36–38.
5. Бойко М. О. Обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування сорго зернового в умовах Півдня України. *Sciences of Europe: Global science center LP*. 2016. Vol. 4. No. 5 (5). P. 62–65.
6. Ганженко О. М., Грироренко Н. О. Залежність продуктивності і вуглеводного складу від сортових особливостей та мінерального живлення цукрового сорго. *Цукор України*. 2011. № 4. С. 27–32.
7. Гирасименко Л. А. Оптимізація елементів технології вирощування сорго цукрового для виробництва біопалива в умовах Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Київ, 2013. 20 с.
8. Грабовський М. Б. Вплив рівня мінерального живлення на формування біометричних показників сорго цукрового. *Сучасні аеробіотехнології та землеустрій в Україні* : тези доп. держ. наук.-практ. конф. (м. Біла Церква, 23 листоп. 2017 р.). Біла Церква, 2015. С. 8–9.
9. Грабовський М. Б. Формування продуктивності сорго цукрового як

References

1. Avetyasian A. T. Cultivation of sugar sorghum in pure and mixed crops in the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory. *Vestnyk KrasHAU*. 2011. No 5. P. 38–41.
2. Atlas of morphological definition of two-color variety *Sorghum bicolor* L. Kyiv : Ukrainskyi instytut ekspertyzy sortiv roslyn, 2017. P. 37.
3. Balan V., Storozhyk L. Growing sugar varieties as a bioenergy crop. *Tsukrovi buriaky*. 2010. No 5. P. 14–15.
4. Bezruchko O. V. Sorghum is gaining popularity. *Agroexpert*. 2012. No 5. P. 36–38.
5. Boyko M. O. Substantiation of agrotechnical methods of grain sorghum production in Southern Ukraine. *Sciences of Europe: Global science center LP*. 2016. Vol. 4. No 5 (5). P. 62–65.
6. Hanzhenko O. M., Hryrorenko N. O. Dependence of productivity and carbohydrate compound from varietal peculiarities and mineral feeding of sugar sorghum. *Tsukor Ukrainy*. 2011. No 4. P. 27–32.
7. Hryasymenko L. A. Optimization of technology elements of sugar sorghum growing for the production of biofuels in the forest-steppe of Ukraine : thesis of cand. dis. in agriculture science : 06.01.09. Kyiv, 2013. P. 20.
8. Hrabovskyi M. B. Influence of mineral nutrition level on the biometric indicators of the sugar sorghum. *Modern agrobiotechnologies and land use in Ukraine* : these additions. state scientific-practical conf. Bila Tserkva, 2015. P. 8–9.
9. Hrabovskyi M. B. The formation of the productivity of the sugar sorghum as a bioenergy crop depending on the level of mineral nutrition. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. Kherson, 2018. Issue 99. P. 30–39.
10. Hryhorenko N. O. Sugar sorghum

біоенергетичної культури залежно від рівня мінерального живлення. *Таврійський наук. вісник*. Херсон, 2018. Вип. 99. С. 30–39.

10. Григоренко Н. О. Цукрове сорго дає високі й стабільні врожаї зерна та зеленої маси за складних кліматичних умов. *Зерно і хліб*. 2011. № 3. С. 48–49.

11. Гунчак Т. І. Особливості вирощування сорго цукрового в якості сировини для виробництва біопалива в умовах Південно-Західного Лісостепу України. *Наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*. 2014. Вип. 21. С. 240–244.

12. Дремлюк Г. К., Гамадій В. Л., Гамадій І. В. Основні елементи технології вирощування сорго. *Посібник українського хлібороба*. 2013. № 3. С. 274–277.

13. Енергетичні культури для виробництва біопалива / М. В. Роїк, В. Л. Курило, М. Я. Гументик та ін. *Наук. пр. Полтавської держ. аграр. акад.* 2010. Т. 7 (26). С. 12–15.

14. Іваніна В. В., Сипко А. О. Біоенергетична продуктивність цукрового сорго залежно від умов азотного живлення. *Біоенергетика*. Київ, 2014. № 2. С. 25–27.

15. Іващенко О. О., Рудник-Іващенко О. І. Перспективи вирощування кукурудзи і сорго. *Хімія. Агрономія. Сервіс*. 2011. № 12. С. 38–41.

16. Каленська С. М., Гринюк І. П. Вплив доз мінеральних добрив та сортових особливостей на вихід цукру та біостанолу із сорго цукрового в умовах Правобережного Лісостепу України. *Зб. наук. пр. ІБКІЦБ*. Київ, 2012. Вип. 15. С. 202–206.

17. Коваленко А. С. Технологія для сорго. *Farmer* : щомісячник. Київ : АГП Медіа, 2014. № 3(51). С. 72–74.

18. Курило В. Л., Григоренко Н. О., Марчук О. О. Залежність фотосинтетичної здатності рослин сорго цукрового (*Sorghum saccharatum pers.*) від його сортових особливостей та норм мінерального живлення. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2012. № 2. С. 38–41.

gives high and stable yield of grain and green mass in difficult climatic situations. *Zerno i khlib*. 2011. No 3. P. 48–49.

11. Hunchak T. I. The peculiarities of sugar sorghum cultivation as the raw material for biofuel production in the south-western forest-steppe of Ukraine. *Nauk. pr. In-tu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv NAAN*. 2014. Issue. 21. P. 240–244.

12. Dremliuk H. K., Hamadii V. L., Hamadii I. V. The main elements of the sorghum cultivation technology. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. 2013. No 3. P. 274–277.

13. Roik M. V., Kurylo V. L., Humentyk M. Ia. Energy crops for biofuel production. *Nauk. pr. Poltavskoi derzh. ahrar. akademii*. 2010. Vol. 7 (26). P. 12–15.

14. Ivanina V. V., Sypko A. O. Bioenergetic productivity of sugar sorghum depending from nitrogen nutrition. *Bioenerhetyka*. Kyiv, 2014. No 2. P. 25–27.

15. Ivashchenko O. O., Rudnyk-Ivashchenko O. I. Perspectives of corn and sorghum cultivation. *Khimiia. Ahronomiia. Servis*. 2011. No 12. P. 38–41.

16. Kalenska S. M., Hryniuk I. P. Influence of mineral fertilizers doses and varietal peculiarities on the sugar and bioethanol output from sugar sorghum in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Zb. nauk. pr. IBKITsB*. Issue 15. Kyiv, 2012. P. 202–206.

17. Kovalenko A. S. Technology for sorghum. *Farmer* : shchomisiachnyk. Kyiv : AHP Media, 2014. No 3 (51). P. 72–74.

18. Kurylo V. L., Hryhorenko N. O., Marchuk O. O. Dependence of photosynthetic ability of sugar sorghum (*Sorghum saccharatum pers.*) from its varietal peculiarities and norms of mineral nutrition. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sortyroslyn*. 2012. No 2. P. 38–41.

19. Kurylo V. L., Hryhorenko N. O., Marchuk O. O. Sugar sorghum – a promising raw material for complex use. *Bioenerhetyka: vyroshchuvannia bioenerhetychnykh kultur, vyrobnytstvo ta vykorystannia biopalyva* : Persha mizhnarod. nauk.-prakt. konf. Kyiv, 2011.

19. Курило В. Л., Григоренко Н. О., Марчук О. О. Цукрове сорго – перспективна сировина для комплексного використання. *Біоенергетика: вирощування біоенергетичних культур, виробництво та використання біопалива* : Перша міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 25–26 жовтня 2011 р.). Київ, 2011. С. 130–134.
20. Курило В. Л., Марчук О. О. Урожайность зеленой массы и содержание общих сахаров разных сортов и гибридов сорго сахарного в зависимости от агротехники выращивания. *Земляробство і ахова раслін*. Минск, 2015. № 3 (100). С. 22–24.
21. Луцький Г. І., Каранда Т. Сорго – відповідь екстремальній посусі. *Пропозиція*. 2013. № 1. С. 44–46.
22. Марчук О. О. Вміст розчинних вуглеводів в соку стебел сорго цукрового залежно від агротехніки вирощування. *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур* : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених (м. Київ, 24 квітня 2015 р.). Київ, 2015. С. 50–53.
23. Маслак О. Ринок сорго в Україні і світі. *Агробізнес сьогодні*. 2012. № 11. С. 14–18.
24. Мулярчук О. І., Кобернюк О. Т. Вплив мінерального живлення на вихід біоетанолу сорго цукрового. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. Кам'янець-Подільський, 2017. № 26. Ч. 1. С. 94–101.
25. Мулярчук О. І. Технологія вирощування сорго цукрового для виробництва біопалива. *Вісник центру наукового забезпечення АІВ Харків. обл. Харків*, 2016. № 20. С. 54–60.
26. Нове застосування цукрового сорго / Л. В. Кириченко, В. П. Рожченко, Л. І. Філоненко та ін. *Агробізнес сьогодні*. 2011. № 23 (222). С. 25–26.
27. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти / А. В. Черенков, М. С. Шевченко, Б. В. Дзюбецький та ін. Дніпропетровськ : Роял Принт, 2011. 64 с.
28. Сторожик Л. І. Перспективи вирощування сорго цукрового як
- Р. 130–134.
20. Kurylo V. L., Marchuk O. O. Yield of green mass and content of common sugars of different varieties and hybrids of sugar sorghum depending on agricultural cultivation techniques. *Zemliarobstvo i akhovarasin*. Minsk, 2015. No 3 (100). P. 22–24.
21. Lutskiy H. I., Karanda T. Sorghum – the answer to extreme drought. *Propozitsiia*. 2013. No 1. P. 44–46.
22. Marchuk O. O. The content of soluble carbohydrates in the juice of sugar sorghum stems depending from agricultural production techniques. *Novimi tekhnologii vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur* : materialy IV Mizhnarod. nauk.-prakt. konf. molodykh uchenykh (Kyiv, April 24, 2015). Kyiv, 2015. P. 50–53.
23. Maslak O. Sorghum market in Ukraine and in the world. *Ahrobiznes sohodni*. 2012. No 11. P. 14–18.
24. Muliarchuk O. I., Koberniuk O. T. Influence of mineral nutrition on the yield of bioethanol of sugar sorghum. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*. Kamianets-Podilskyi, 2017. No 26. Ch. 1. P. 94–101.
25. Mulyarchuk O. I. Technology of growing sugar sorghum for biofuel production. *Visnyk tsentru naukovoho zabezpechennia APV Kharkivskii oblasti*. Kharkiv, 2016. No 20. P. 54–60.
26. New application of sugar sorghum / L. V. Kyrychenko, V. P. Rozhenko, L. I. Filonenko and others. *Ahrobiznes sohodni*. 2011. No 23 (222). P. 25–26.
27. Sorghum crops: technology, use, hybrids and varieties / A. V. Cherenkov, M. S. Shevchenko, B. V. Dziubetskiy and others. Dnipropetrovsk : Royal Prynnt, 2011. P. 64.
28. Storozhyk L. I. Prospects for growing sugar sorghum as alternative energy source. *Tsukrovi buriaky*. 2011. No 2. P. 20–21.
29. Sugar sorghum – a promising raw material for the bioethanol production / S. P. Tsyhankov., O. I. Volodko, A. H. Novak, M. M. Aharkov. *Zb Nauk. pr. VNAU*. Vinnytsia, 2010. Issue 42, Vol. 2. P. 88–91.

альтернативного джерела енергії. *Цукрові буряки*. 2011. № 2. С. 20–21.

29. Цукрове сорго – перспективна сировина для виробництва біоетанолу / С. П. Циганков, О. І. Володько, А. Г. Новак, М. М. Агарков. *Зб. наук. пр. ВНАУ*. Вінниця, 2010. Вип. 42. Т. 2. С. 88–91.

30. Формування продуктивності сорго цукрового під впливом строків сівби / М. Б. Грабовський, Т. О. Грабовська, Л. А. Козак та ін. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. Т. 7(4). С. 500–505.

31. Яланський О. В., Остапенко С. М., Серeda В. І. Перспективи впровадження високопродуктивних гібридів цукрового сорго у біоенергетику. *Наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*. 2013. Вип. 19. С. 124–127.

32. Ahmed M., Fayyaz-ul-Hassan, Asif M. Amelioration of drought in sorghum by Silicon. *Commun. Soil Sci. and Plant Anal.* 2014. Vol. 45. No. 4. P. 470–486.

33. Bajwa A. A. Sustainable weed management in conservation agriculture. *Crop Protection*. 2014. Vol. 65. P. 105–113.

34. Boiko M. O. The impact of crop density and sow in gtimeon the yieldstructureofgra in sorghumhy brids / *Наук. вісник Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. Сер.: Агрономія* / редкол. : С. М. Николаєнко (відп. ред.) та ін. Київ : ВЦНУБіП України, 2016. Вип. 235. С. 33–39.

35. Camacho M. E., Cabalceta A. G., Molina R. E. Efecto de las enmiendas liquidas en un ultisol cultivado con sorgo. *Agron. Mesoamer*. 2015. Vol. 26. No. 2. P. 291–292.

36. Comparing energy crops for biogas production – Yields, energy input and costs in cultivation using digestate and mineral fertilisation / C. Gisse, T. Prade, E. Kreuger et al. *Biomass and bioenergy*. 2014. No. 64. P. 199–210.

37. Delchev G., Barakova T. Efficacy of herbicides and herbicide combinations at sorghum (*Sorghum bicolor* Moench.). *Bulg.*

30. Formation of sugar sorghum productivity under influence of sowing dates / M. B. Hrabovskyi, T. O. Hrabovska, L. A. Kozak ta in. *Ukrainian journal ecology*. 2017. Vol. 7 (4). P. 500–505.

31. Yalanskyi O. V., Ostapenko S. M., Sereda V. I. Prospects for the introduction of high productive hybrids of sugar sorghum in bioenergy. *Nauk. pr. In-tu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN*. 2013. Issue 19. P. 124–127.

32. Ahmed M., Fayyaz-ul-Hassan, Asif M. Amelioration of drought in sorghum by Silicon. *Commun. Soil Sci. and Plant Anal.* 2014. Vol. 45. No. 4. P. 470–486.

33. Bajwa A. A. Sustainable weed management in conservation agriculture. *Crop Protection*. 2014. Vol. 65. P. 105–113.

34. The impact of crop density and sow on the yield structure of sorghum hybrids. *Naukovi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya «Ahronomiia»* / redkol. : S. M. Nikolaienko (vidp. red.) ta in. Kyiv : VTsNUBiP Ukrainy, 2016. Issue 235. P. 33–39.

35. Camacho M. E., Cabalceta A. G., Molina R. E. Effect of liquids in an ultisol cultivated with sorghum. *Agron. Mesoamer*. 2015. Vol. 26. No 2. P. 291–292.

36. Comparing energy crops for biogas production – Yields, energy input and costs in cultivation using digestate and mineral fertilization / C. Gisse, T. Prade, E. Kreuger. *Biomass and bioenergy*. 2014. No 64. P. 199–210.

37. Delchev G., Barakova T. Efficacy of herbicides and herbicide combinations at sorghum (*Sorghum bicolor* Moench.). *Bulg. J. Agric. Sci.* 2018. No 24 (Suppl. 1). P. 33–39.

38. Kurilo V., Marchuk A., Ivanovs S. Impact of agrotechnical methods up on the energetic productivity of sweet sorghum. *Journal of research and applications in agricultural engineering – Poznan*. 2015. No 60 (2). P. 50–53.

39. Sweet sorghum biomass production for biofuel and the effects of soil

J. Agric. Sci. 2018. № 24 (Suppl. 1). P. 33–39.

38. Kurilo V., Marchuk A., Ivanovs S. Impact of agrotechnical methods up on the energetic productivity of sweet sorghum. *Journal of research and applications in agricultural engineering – Poznan.* 2015. No. 60 (2). P. 50–53.

39. Sweet sorghum biomass production for biofuel and the effects of soil types and nitrogen fertilization / R. A. Holou, W. Stevens, M. Rhine, J. Heiser. *Commun. Soil Sci. and Plant Anal.* 2014. Vol. 45. № 21. P. 2778–2793.

40. Tang C., Sun C., Du F. Effect of plant density on sweet and biomass sorghum production on semiarid marginal land. *Sugar Tech.* 2018. No. 20 (3). P. 312–322.

types on nitrogen fertilization / R. A. Hollow, W. Stevens, M. Rhine, J. Heiser. *Commun. Soil Sci. and Plant Anal.* 2014. Vol. 45. No 21. P. 2778–2793.

Tang C., Sun C., Du F. Effect of plant density on biomass sweet sorghum production on semiarid marginal land. *Sugar Tech.* 2018. № 20 (3). P. 312–322.

Отримано 22.07.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-12

УДК 635.652+633.79:631.559

С. Й. ОЛІФІРОВИЧ, науковий співробітник

В. О. ОЛІФІРОВИЧ, кандидат сільськогосподарських наук

Буковинська ДСГДС ІСГКР НААН

вул. Крижанівського Богдана, 21 А, м. Чернівці, 58025,

e-mail: bukzaes@meta.ua

УРОЖАЙНІСТЬ ВІТЧИЗНЯНИХ СОРТІВ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ (ЗЕРНОВОЇ) В УМОВАХ ПІВДЕННОЇ ЧАСТИНИ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Інтенсифікація процесів росту і розвитку рослин квасолі звичайної обумовлюється впливом екологічних, едафічних та біотичних чинників, проте домінуюча роль належить сортам і технології вирощування. З метою визначення найбільш адаптованих та продуктивних сортів для умов південної частини Лісостепу Західного на дослідному полі Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН проведено польові дослідження. Предмет дослідження – продукційний процес формування врожайності зерна квасолі звичайної. Об'єкт дослідження – сорти квасолі звичайної Буковинка, Галактика, Славія, Рось, Отрада та Ната.

У наших дослідженнях польова схожість насіння змінювалася залежно від умов року та сортових особливостей квасолі. Найвищою вона була у 2018 р. – 81,3% (80,2–82,2%) внаслідок сприятливих погодних умов. У 2019 р. польова схожість насіння дещо знизилася і в середньому становила 78,5%. Якщо у 2018 р. великої різниці в рівні польової схожості між сортами не було, то у 2019 р. польова схожість сорту Галактика була суттєво нижчою порівняно з іншими сортами і становила 71,8%. У сорту Ната польова схожість у 2019 р. була найвищою – 81,6%. В середньому за роки досліджень найвищу польову схожість насіння було відмічено в сортів Отрада, Ната та Буковинка, а найменшу – у сорту Галактика.

Густота рослин квасолі у фазі повних сходів визначалася рівнем польової схожості і варіювала залежно від сортових особливостей. Так, на контролі (сорт Буковинка) на час повних сходів було 364,8 тис. рослин/га. На варіанті з вирощуванням сорту Галактика густота квасолі була найнижчою – 342 тис. рослин/га. Найбільшою густота сходів була в сортів Отрада та Ната і становила 367 та 365,2 тис. рослин/га відповідно.

Вживання рослин квасолі звичайної також залежало від умов року та сортових особливостей. Так, дещо вищий показник вживання рослин квасолі був у 2018 р. порівняно з 2019 р. В середньому за два роки досліджень у сорту Буковинка (контроль) вживання рослин становило 96,5%. Найменший показник вживання рослин квасолі протягом вегетаційного періоду був у сорту Славія – 93,6%. Рослини квасолі сорту Ната виявилися найбільш адаптованими до несприятливих умов вирощування в період вегетації

порівняно з іншими досліджуваними сортами, про що свідчить показник виживання рослин 96% в середньому за роки досліджень.

Нами встановлено, що у 2018 р. продуктивність усіх досліджуваних сортів квасолі звичайної була високою. Так, продуктивність контрольного сорту Буковинка становила 2,46 т/га. Сорти Галактика та Славія з урожайністю, відповідно, 2,33 та 2,28 т/га суттєво поступалися контрольному варіанту. Найбільш урожайними були сорти Отрада і Ната (2,67 і 2,65 т/га відповідно). Також у 2018 р. по продуктивності сорт Буковинку достовірно переважав сорт Рось. Але вже у 2019 р. достовірної різниці в урожайності зерна між сортами Рось та Буковинка не виявлено. У 2019 р. продуктивність усіх досліджуваних сортів квасолі суттєво знизилася порівняно з 2018 р. Так, на контролі (сорт Буковинка) урожайність становила 1,89 т/га. Урожайність сорту Славія знизилася до 1,60 т/га, а найменш продуктивним у 2019 р. виявився сорт Галактика з урожайністю зерна 1,57 т/га. Найпродуктивнішими у 2019 р. були сорти квасолі Отрада та Ната. В середньому за два роки досліджень урожайність зерна квасолі на контролі (сорт Буковинка) становила 2,18 т/га. Нижчою була урожайність сортів Славія та Галактика – 1,94 та 1,95 т/га відповідно. Вища урожайність зерна була у квасолі сортів Рось та Ната – 2,28 та 2,37 т/га відповідно. Найпродуктивнішим в досліді виявився сорт Отрада, який забезпечив урожайність зерна 2,44 т/га.

Ключові слова: квасоля звичайна, сорт, польова схожість, густина рослин, урожайність.

Olifirovych S., Olifirovych V.

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

Yield capacity of common (grain) bean domestic varieties in condition of Western Forest-Steppe southern part

The intensification of common bean plants growth and development processes is due to the influence of ecologic, edaphic, and biotic factors; nevertheless, the dominating role belongs to the variety and growing technology. In order to determine the most adapted and productive varieties for conditions of western Forest-Steppe southern part, field trials have been carried out on experimental field of Bukovinian state agricultural research station of NAAS. The research subject is a production process of forming common bean grain yield. The research objects are the varieties of common bean: Bukovinka, Galactyka, Slavia, Ros', Otrada, and Nata.

In our research, field seed germination has been changing depending on a year condition and bean varietal peculiarities. It was the highest in 2018 – 81,3% (80,2–82,2%), due to favorable weather conditions. In 2019 field seed germination slightly decreased and averaged 78,5%. If in 2018 there was no big difference in field germination between varieties, then in 2019 the variety Galactyka by field germination was significantly lower compared to other varieties and made 71,8%. The variety Nata field germination was the highest in 2019 and made 81,6%. Averagely for years of research, the highest field seed germination has been noted

on the varieties Otrada, Nata, and Bukovinka, and the lowest – on the variety Galactyka.

Bean plants density in the phase of full germination has been determined by field germination level, and varied depending on variety characteristics. Thus, on control (variety Bukovinka) at the full germination time, there were 364,8 thous. plants/ha. On the variant with the variety Galactyka, bean density was the lowest and made 342 thous. plants/ha. The highest seedling density was shown on the varieties Otrada and Nata, and made 367 – and 365,2 thous. plants/ha respectively.

Common bean plants survival depended also on a year condition and variety characteristics. Thus, a slightly higher bean plants survival rate was in 2018 compared to 2019. Averagely for two years of research, the variety Bukovinka (control) plants survival has made 96,5%. The least indicator of bean plants survival during the vegetation period has been on the variety Slavia (93,6%). Bean plants of the variety Nata were the most adapted to unfavorable conditions in the vegetation period compared to other researched varieties. This is shown by the plants survival indicator (96% averagely) for years of research.

We have established, that in 2018 the productivity of all the researched common bean varieties was high. So, the control variety Bukovinka made 2,46 t/ha. The varieties Galactyka and Slavia with the yield respectively 2,33 and 2,28 t/ha were significantly inferior to the control variant. The most productive were the varieties Otrada and Nata (2,67 and 2,65 t/ha, respectively). Also in 2018, the variety Bukovinka was significantly dominated by the variety Ros'. But already in 2019 there was no credible difference in grain yield established between the varieties Ros' and Bukovinka. In 2019 the productivity of all researched bean varieties significantly decreased, compared to 2018. Thus, on control (variety Bukovinka) the yield made 1,89 t/ha. The yield of the variety Slavia decreased to 1,60 t/ha, and the less productive in 2019 proved to be the variety Galactyka with grain yield 1,57 t/ha. The most productive in 2019 were the bean varieties Otrada and Nata. In average for two years of research, the yield of bean grain on control (variety Bukovinka) made 2,18 t/ha. The yield of varieties Slavia and Galactyka was lower and made 1,94 and 1,95 t/ha respectively. The highest grain yield was on bean varieties Ros' and Nata – 2,28 and 2,37 t/ha respectively. And the most productive in the research proved to be the variety Otrada, which provided grain yield 2,44 t/ha.

Key words: common bean, variety, field germination, plants density, yield

Вступ. Серед зернових бобових культур в Україні користується великим попитом населення і належить до улюблених продуктів харчування квасоля [6]. Інтенсифікація процесів росту і розвитку рослин квасолі звичайної обумовлюється впливом екологічних, едафічних та біотичних чинників [11, 28, 33], проте домінуюча роль належить сортам і технології вирощування [18, 19, 29, 30, 31, 32]. Вітчизняні селекціонери пропонують низку нових високоврожайних штабових сортів квасолі з високою якістю насіння [8, 9, 21, 22]. Так, станом на 2017 р. Державний реєстр сортів рослин, придатних до

поширення в Україні на 2017 рік містив 16 сортів квасолі зернового напрямку використання (з них 15 – вітчизняної селекції) 9 оригінаторів: Веселка – Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН; Отрада – Устимівська дослідна станція та Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН; Докучаєвська – Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва; Первомайська – Харківський технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка; Перлина, Мавка, Щедра, Панна – Інститут землеробства НААН; Буковинка, Надія, Ясочка, Ната – Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН; Славія, Галактика – Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН; Несподіванка – Красноградська дослідна станція НААН; сорт з Нідерландів Fresano [3].

Однією з вирішальних ознак, які лімітують використання сорту квасолі у виробництві, є придатність до механізованого збирання цієї сільськогосподарської культури [14, 15, 16, 22, 26, 27]. За результатами досліджень 1994–2017 рр. було зроблено висновок, що придатність до механізованого збирання врожаю квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) зумовлена придатністю рослин до прямого комбайнування та насіння до обмолоту. Придатність рослин квасолі до прямого комбайнування визначається такими ознаками: тип рослини (кущовий або кущовий з нутуючою верхівкою), висота розташування нижнього ярусу бобів на рослині (більше 10 см) [2, 10, 17], висока стійкість до вилягання рослин та висипання насіння з бобів (бал 7), дружність дозрівання (тривалість періоду дозрівання не більше 7 діб) [12]. Придатність рослин квасолі до обмолоту обумовлюється незначним травмуванням насіння при обмолоті та забезпечується такими ознаками насіння: мала або середня крупність насіння (маса 1000 насінин не більше 400 г), ступінь кавітації (не більше $0,9 \cdot 10^{-2}$) [3].

Важливою господарсько цінною ознакою сорту квасолі є тип її куща. Серед колекційних зразків квасолі звичайної наявні: кущові форми, які характеризуються низькорослістю, з прямостоячим, невитким стеблом; кущові зразки з виткою верхівкою; напіввиткі або слабовиткі зразки; високовиткі форми, що мають вилягаюче стебло і для свого нормального розвитку потребують підпірок, навколо яких вони завиваються. Зразки колекції квасолі звичайної вирізняються формою насіння і згруповані в 4 різновидності: 1) var. sphaericus (Savi) Comes (сферікус) – насіння округле або кулясте; 2) var. ellipticus (Mart) Comes (еліптикус) – насіння яйцеподібне або еліптичне; 3) var. oblongus (Savi) Comes (обльонгус) – насіння валькувате або циліндричне; 4) var. compressus (DC) Comes (компресус) – насіння

плоске, ниркоподібної форми. Зразки квасолі звичайної мають дуже різноманітне забарвлення насіння: біле, однотонне різних кольорів та відтінків і рябе з малюнком, колір якого відрізняється від основного фону насіння. Гамма основного забарвлення оболонки насіння у зразків квасолі звичайної охоплює такі кольори: білий (*albus*), сірий (*griseus*), жовтий (*luteus*), охряний (*ochraceus*), ізабеловий (*izabellinus*), коричневий (*brunneus*), оливковий (*olivaceus*), рожевий (*rozeus*), фіолетовий (*violaceus*), винно-червоний (*vinozus*), чорний (*niger*). Зразки квасолі звичайної за показником маси 100 насінин розділено за групами: дрібнонасінні з масою 100 насінин до 20,0 г, середньонасінні – 20,1–40,0 г, крупнонасінні – понад 40,0 г [5, 6]. Отже, підбір сортів – це основна складова технології, яка визначає зростання ефективності виробництва квасолі звичайної [7].

Матеріали і методи. Для визначення кращих сортів квасолі звичайної у 2018–2019 рр. на дослідному полі Буковинської ДСГДС ІСГКР НААН на чорноземі лучному проведено польові дослідження. Облікова площа ділянок – 27 м², повторність досліду – чотириразова, розміщення ділянок – систематизоване. Предмет дослідження – продукційний процес формування врожайності зерна квасолі звичайної. Об'єкт дослідження – сорти квасолі звичайної (зернової) Буковинка, Галактика, Славія, Рось, Отрада та Ната.

Сорт **Буковинка** створений селекціонерами Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН шляхом індивідуального відбору з гібридної комбінації Алуна×Альфа. Різновидність – *ellipticus albus*. Форма стебла – кущова, середньорозгалужена. Висота рослин – 50–55 см. Квітка біла, 2–6 в китиці. Висота прикріплення нижнього бобу – 15–17 см. Стійкість до розтріскування бобів висока. Насіння біле, еліптичне, гладеньке, блискуче з рубчиком білого кольору. Маса 1000 насінин – 233–246 г. Вміст білку в зерні – 26%. Добре розварюється. Сорт зернового напрямку, технологічний. Тривалість вегетаційного періоду – 80–85 днів. Очікувана врожайність – 2,63–2,67 т/га [23].

Сорт **Галактика** виведений в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН. Створений шляхом індивідуального добору з гібридної комбінації Сакса б/в 6/5×Zeneth. Різновидність – *oblongus niger variegatus*. Тип росту рослин – кущовий, рослини прямостоячі, висота рослин сорту – 40–45 см, висота прикріплення нижнього бобу – 15–17 см. Листки трійчасті, зеленого кольору, середнього розміру. Суцвіття – багатоквіткова китиця. Колір квітки – фіолетовий. Боби жовтого кольору, слабо зігнуті. Насіння середнього розміру, ниркоподібної форми. Насіннева оболонка чорна із

вторинним коричневим кольором. Маса 1000 насінин – 344,7 г. Вміст сирого протеїну в насінні – 20–22%. Довжина вегетаційного періоду – 87–89 діб. Урожайність насіння в умовах Лісостепу становить 2,28–2,45 т/га. Середньостиглий, технологічний. Стійкий до основних грибкових і вірусних хвороб та вилягання, посухостійкий. Здатний формувати сприятливу оптико-біологічну структуру рослин в онтогенезі [13].

Сорт **Славія** виведений в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН. Створений шляхом індивідуального добору з гібридної комбінації Харківська штамбова / К-14998. Різновидність – *ellipticus albus variegates*. Тип росту рослин – кущовий, рослини прямостоячі, висота рослин сорту – 48 см, прикріплення нижнього бобу – 12,5 см. Листки трійчасті, зеленого кольору, середнього розміру. Суцвіття – багатоквіткова китиця. Колір квітки – білий. Боби жовтого кольору, слабо зігнуті. Насіння середнього розміру, еліптичної форми. Насіннева оболонка білого кольору. Маса 1000 насінин – 301,6 г. Вміст білка в насінні – 25,6%. Тривалість вегетаційного періоду – 86 днів. Потенціал урожайності насіння в умовах Лісостепу – 2,7 т/га. Середньостиглий, технологічний. Стійкий до основних грибкових, вірусних хвороб і вилягання, посухостійкий, придатний до механізованого збирання. Сорт зернового типу. Має високі смакові якості, добру розварюваність [20].

Сорт квасолі звичайної **Рось** виведений в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН. Тип росту рослин – кущовий, рослини прямостоячі, висота рослин сорту – 50 см, висота прикріплення нижнього бобу – 19 см. Листки трійчасті, зеленого кольору, середнього розміру. Суцвіття – багатоквіткова китиця. Колір квітки – рожевий. Основне забарвлення бобу – зелене, вторинне забарвлення – фіолетове. Насіння середнього розміру, форма насінини – від округлої до еліптичної. Основне забарвлення насінини – бежеве, вторинне забарвлення – фіолетове. Довжина вегетаційного періоду – 90 діб. Урожайність насіння в умовах Лісостепу становить 2,8 т/га. Середньостиглий, технологічний [25].

Сорт **Отрада** (оригіатор – Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, Устимівська дослідна станція) створено методом багаторазового індивідуального добору із сорту Харківська штамбова, різновид – *ellipticus albus*. Отрада – сорт із насінням середньої крупності (маса 1000 насінин – 220–245 г) та білим забарвленням насінневої оболонки. У сорту Отрада кущ компактний, із щільно прилягаючими гілочками, зі стійкістю до вилягання вище середнього рівня. Нижній ярус бобів розташовується на висоті від

поверхні ґрунту в середньому 14–15 см. Компактна форма куща забезпечує дружнє дозрівання насіння. Особливо цінною є висока стійкість сорту Отрада до посухи, що дає змогу одержувати високий урожай насіння і в посушливі роки [1].

Сорт квасолі звичайної **Ната** створений селекціонерами Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН шляхом індивідуального відбору з гібридної комбінації Надія×Волошина. Різновидність – *ellipticus albus*. Форма стебла – кушова, висота рослин – 50 см. Квітка біла. Висота прикріплення нижнього бобу – 10 см. Стійкість до розтріскування бобів висока. Насіння біле, еліптичне, гладеньке, блискуче, з рубчиком білого кольору. Маса 1000 насінин – 210–230 г. Вміст білка в зерні – 25%. Добре розварюється. Сорт зернового напрямку, технологічний. Тривалість вегетаційного періоду – 85 днів. Очікувана врожайність – 2,75 т/га [23].

Польову схожість встановлювали як відношення рослин, що зійшли, до кількості висіяних схожих насінин; виживання рослин оцінювали перед збиранням врожаю шляхом підрахунку рослин, які вижили, щодо кількості рослин, які зійшли. Для визначення густоти рослин квасолі після появи повних сходів та перед збиранням урожаю використовували вибірковий метод обліку. При цьому вибірку формували з відрізків довжиною 2,22 м (1 м²) з усіх рядків ділянки [24].

Збирання урожаю проводили прямим комбайнуванням шляхом суцільного обмолоту облікової площі кожної ділянки селекційним комбайном «Samro – 130». Бункерну врожайність перераховували на 100-відсоткову чистоту зерна, врожайність чистого зібраного зерна – на стандартну 14-відсоткову вологість. Статистичне опрацювання отриманих результатів виконували методом дисперсійного аналізу на персональному комп'ютері [24].

Результати та обговорення. У наших дослідженнях польова схожість насіння змінювалася залежно від умов року та сортових особливостей квасолі. Найвищою вона була у 2018 р. – 81,3% (80,2–82,2%) внаслідок вищої температури у квітні порівняно з іншими роками. У 2019 р. польова схожість насіння дещо знизилася і в середньому становила 78,5% (табл. 1).

Якщо у 2018 р. великої різниці в рівні польової схожості між сортами не було, то у 2019 р. польова схожість сорту Галактика була суттєво нижчою порівняно з іншими сортами і становила 71,8%. У сорту Ната польова схожість у 2019 р. була найвищою – 81,6%.

В середньому за роки досліджень найвищу польову схожість насіння було відмічено в сортів Отрада, Ната та Буковинка, а найменшу – в сорту Галактика, що пов'язано насамперед з біологічними особливостями досліджуваних сортів квасолі звичайної.

1. Польова схожість насіння квасолі звичайної залежно від сорту, %

Сорт	2018	2019	Середнє
Буковинка (контроль)	81,0	81,1	81,1
Галактика	80,2	71,8	76,0
Славія	81,3	77,8	79,6
Рось	81,8	77,8	79,8
Отрада	82,2	80,9	81,6
Ната	80,7	81,6	81,2
Середнє за рік	81,3	78,5	

Густота рослин квасолі у фазі повних сходів визначалася рівнем польової схожості і варіювала залежно від сортових особливостей. Так, на контролі (сорт Буковинка) на час повних сходів було 364,8 тис. рослин/га. У варіанті з вирощуванням сорту Галактика густота квасолі була найнижчою і становила 342 тис. рослин/га. Нижчою порівняно із сортом Буковинка була також повнота сходів сортів Славія та Рось, яка становила 358 та 359,1 тис. рослин/га відповідно. Найбільшою густота сходів була в сортів Отрада та Ната – 367 та 365,2 тис. рослин/га відповідно (табл. 2).

2. Густота рослин квасолі звичайної у фазі сходів та перед збиранням залежно від сорту, тис./га

Сорт	2018	2019	Середнє
Буковинка (контроль)	364,5/352,1	365,0/344,9	364,8/348,5
Галактика	360,9/343,9	323,1/302,1	342,0/323,0
Славія	365,9/348,0	350,1/322,1	358,0/335,1
Рось	368,1/355,6	350,1/329,1	359,1/342,4
Отрада	369,9/358,4	364,1/344,4	367,0/351,4
Ната	363,2/349,0	367,2/352,1	365,2/350,6

НІР₀₅

14,3/13,2

15,4/15,1

Примітка. Норма висіву – 450 тис./га. Чисельник – густота рослин у фазі «повні сходи», знаменник – густота рослин перед збиранням.

Вживання рослин квасолі звичайної також залежало від умов року та сортових особливостей. Так, децю вищий показник вживання рослин квасолі був у 2018 р. порівняно з 2019 р. В середньому за два роки досліджень у сорту Буковинка (контроль) вживання рослин становило 96,5%. Найменший показник вживання рослин квасолі протягом вегетаційного періоду був у сорту Славія – 93,6% (табл. 3).

3. Вживання рослин квасолі звичайної залежно від сорту, %

Сорт	2018	2019	Середнє
Буковинка (контроль)	96,5	94,5	95,5
Галактика	95,3	93,5	94,4
Славія	95,1	92,0	93,6
Рось	96,6	94,0	95,3
Отрада	96,9	94,6	95,8
Ната	96,1	95,9	96,0
Середнє за рік	96,0	94,1	

Рослини квасолі сорту Ната були найбільш адаптовані до несприятливих умов вирощування в період вегетації порівняно з іншими досліджуваними сортами, про що свідчить показник вживання рослин 96% в середньому за роки досліджень.

Результатами наших досліджень встановлено, що за рівнем урожайності за роки спостережень в 2018 р. продуктивність усіх досліджуваних сортів квасолі звичайної була високою. Так, продуктивність контрольного сорту Буковинка становила 2,46 т/га (табл. 4).

4. Урожайність зерна квасолі звичайної залежно від сорту, т/га

Сорт	Урожайність, т/га			Приріст урожаю, ±	
	2018	2019	середнє	т/га	%
Буковинка (контроль)	2,46	1,89	2,18	–	–
Галактика	2,33	1,57	1,95	–0,23	–10,6
Славія	2,28	1,60	1,94	–0,24	–11,0
Рось	2,59	1,96	2,28	0,10	4,6
Отрада	2,65	2,22	2,44	0,26	11,9
Ната	2,67	2,07	2,37	0,19	8,7

НІР₀₅, т/га

0,11

0,09

Сорти Галактика та Славія з урожайністю, відповідно, 2,33 та 2,28 т/га суттєво поступалися контрольному варіанту. Найбільш урожайними були сорти Отрада і Ната (2,67 і 2,65 т/га відповідно). Також у 2018 р. по продуктивності сорт Буковинку достовірно переважав сорт Рось. Але вже у 2019 р. достовірної різниці в урожайності зерна між сортами Рось та Буковинка не виявлено. Так, приріст урожаю становив лише 0,07 т/га, що не перевищувало найменшу істотну різницю, визначену за результатами дисперсійного аналізу експериментальних даних. У 2019 р. продуктивність усіх досліджуваних сортів квасолі суттєво знизилася порівняно з 2018 р. Так, на контролі (сорт Буковинка) урожайність становила 1,89 т/га. Урожайність сорту Славія знизилася до 1,60 т/га, а найменш продуктивним у 2019 р. виявився сорт Галактика з урожайністю зерна 1,57 т/га. Найпродуктивнішими у 2019 р. були сорти квасолі Отрада та Ната. Але якщо в більш сприятливому за зволоженням 2018 р. різниця в урожайності між цими сортами становила лише 0,02 т/га, то в більш посушливому 2019 р. вона зросла до 0,15 т/га на користь Отради. Це підтверджує високу стійкість сорту Отрада до посухи.

В середньому за два роки досліджень урожайність зерна квасолі на контролі (сорт Буковинка) становила 2,18 т/га. Нижчою була урожайність сортів Славія та Галактика – 1,94 та 1,95 т/га відповідно. Серед досліджуваних варіантів вища урожайність зерна була у квасолі сортів Рось та Ната – 2,28 та 2,37 т/га відповідно. Найпродуктивнішим у досліді виявився сорт Отрада, який забезпечив урожайність зерна 2,44 т/га.

Висновки. Польова схожість насіння квасолі значною мірою залежала від біологічних особливостей сортів та погодних умов року і була найнижчою в сорту Галактика – 76%, що на 5,1% менше, ніж на контролі (сорт Буковинка). Найвищу польову схожість насіння виявлено в сортів Отрада та Ната – 81,6 та 81,2% відповідно. Рослини квасолі сорту Ната були найбільш адаптованими до несприятливих умов вирощування в період вегетації порівняно з іншими досліджуваними сортами, про що свідчить показник виживання рослин 96% в середньому за роки досліджень.

В умовах досліджень найбільш продуктивним виявився сорт Отрада з урожайністю зерна 2,44 т/га, що перевищила сорт Буковинка (контроль) на 0,26 т/га. Високопродуктивними також були сорти Ната та Рось з урожайністю зерна 2,37 та 2,28 т/га відповідно. Менш продуктивними порівняно з контрольним сортом Буковинка були сорти Галактика та Славія.

Список використаної літератури

1. Безугла О. М. Вирішення проблеми виробництва квасолі через використання сортів Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської обл.* 2016. Вип. 20. С. 91–98.
2. Безугла О. М. Висота розташування бобів на рослині квасолі – важлива селекційна ознака. *Селекція і насінництво.* 1999. Вип. 82. С. 74–78.
3. Безугла О. М. Джерела квасолі звичайної (*PHASEOLUS VULGARIS L.*) за придатністю до механізованого збирання. *Генетичні ресурси рослин.* 2017. № 21. С. 41–52.
4. Безугла О. М., Лучна І. С., Сокол Т. В. Адаптивність квасолі до умов довколишнього середовища. *Селекція і насінництво.* 2004. Вип. 88. С. 83–90.
5. Галан М. С., Гук Р. М. Формування та збереження генетичних ресурсів зернобобових та бобових кормових культур в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2019. Вип. 66. С. 64–84.
6. Галан М. С., Калагурка О. Б., Гук Р. М. Склад колекції квасолі в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2015. Вип. 58 (II). С. 41–47.
7. Голохоринська М. Г., Овчарук О. В., Величко С. Й. Створення нових сортів квасолі та їх впровадження у виробництво. *Селекція і насінництво.* 2005. № 90. С. 149–152.
8. Доктор Н. М., Новицька Н. В. Урожайність вітчизняних сортів квасолі в умовах Закарпаття. *Селекція – надбання, сучасність і майбутнє (освіта, наука, виробництво) : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 105-річчю з дня народження видатного вченого, селекціонера, заслуж. працівника вищої школи, доктора с.-г. наук, проф. М. О. Зеленського (Київ, 22–24 травня 2017 р.).* Київ, 2017. С. 82–83.
9. Доктор Н. М., Новицька Н. В. Урожайність сортів квасолі звичайної на дерново-підзолистих ґрунтах Закарпаття

References

1. Bezuhla O. M. The solution of bean production problem through using the varieties from V. Ya. Yuriev Institute of plant growing NAAS. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti.* 2016. Issue 20. P. 91–98.
2. Bezuhla O. M. Beans location height on a bean plant is an important selection trait. *Seleksiia i nasinnystvo.* 1999. Issue 82. P. 74–78.
3. Bezuhla O. M. Common bean sources (*Phaseolus vulgaris L.*) by capacity of mechanized harvesting. *Henetychni resursy roslyn.* 2017. No. 21. P. 41–52.
4. Bezuhla O. M., Luchna I. S., Sokol T. V. Bean adaptability to environmental conditions. *Seleksiia i nasinnystvo.* 2004. Issue 88. P. 83–90.
5. Halan M. S., Huk R. M. Forming and preservation of legumes and grain-leguminous fodder crops genetic resources at the Institute of agriculture of Carpathian region NAAS. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo.* 2019. Issue 66. P. 64–84.
6. Halan M. S., Kalahurka O. B., Huk R. M. Bean collection composition at the Institute of agriculture of Carpathian region NAAS. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo.* 2015. Issue 58 (II). P. 41–47.
7. Holokhorynska M. H., Ovcharuk O. V., Velychko S. Y. Creation of new bean varieties and their implementation into production. *Seleksiia i nasinnystvo.* 2005. No. 90. P. 149–152.
8. Doktor N. M., Novytska N. V. Yield capacity of native bean varieties in condition of Transcarpathia. *Seleksiia – nadbannia, suchasnist i maibutnie (osvita, nauka, vyrobnystvo) : materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf., prysviachenoi 105-richchiu z dnia narodzhennia vydatnoho vchenoho, seleksionera, zasluhenoho pratsivnyka vyshchoi shkoly, doktora silskohospodarskykh nauk, prof. M. O. Zelenskoho (Kyiv, 22–24 travnya 2017 roku).* Kyiv, 2017. P. 82–83.
9. Doktor N. M., Novytska N. V. Common bean varieties yield capacity on sod-podzolic soils of Ukrainian

- України. *Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України* : матеріали міжнар. наук. конф. (Вінниця, 11–12 серпня 2016 р.). Вінниця, 2016. С. 70.
10. Дупляк О. Т., Ганіна О. О. Особливості прояву господарсько цінних ознак квасолі звичайної в умовах Північного Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2009. Вип. 97. С. 113–118.
11. Іванюк С. В., Глявин А. В. Оцінка сорторазків квасолі звичайної за вегетуючими ознаками. *Бюлетень Никитського ботаничного саду*. 2009. Вип. 99. С. 60–65.
12. Іванюк С. В., Глявин А. В. Оцінка сорторазків квасолі звичайної на основі кореляції кількісних ознак та індексів. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 101. С. 192–197.
13. Іванюк С. В., Петриченко В. Ф. Галактика – сорт квасолі звичайної. *Аграрна наука – виробництво* : наук.-інф. бюлетень завершених наукових розробок. 2014. № 4. С. 12.
14. Клиша А. І., Хорошун І. В. Вихідний матеріал для селекції сортів квасолі з обмеженим ростом стебла. *Бюлетень Ін-ту зернового господарства*. 2008. № 33/34. С. 262–263.
15. Кобизева Л. Н., Безугла О. М., Безуглий І. М. Ефективність використання цінних джерел національної колекції зернобобових культур НЦГРРУ в селекційній практиці. *Селекція і насінництво*. 2011. Вип. 100. С. 172–180.
16. Кобизева Л. Н., Безугла О. М., Тertiшній О. В. Потенціал зернобобових культур для створення сортів, придатних до механізованого збирання урожаю. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 102. С. 10–15.
17. Мазур О. В., Колісник О. М., Телекало Н. В. Генотипні відмінності сорторазків квасолі звичайної за технологічністю. *Сільське господарство та лісівництво*. Вінниця, 2017. № 7. Т. 2. С. 33–39.
18. Мазур О. В., Пороховник І. І. Селекція квасолі звичайної на ранньостиглість і зернову продуктивність. *Сільське господарство та лісівництво*. Transcarpathia. *Zernobobovi kultury ta soia dlia staloho rozvytku agrarnoho vyrobnytstva Ukrainy* : materialy mizhnar. nauk. konf. (Vinnytsia, 11–12 serpnia 2016 roku). Vinnytsia, 2016. P. 70.
10. Dupliak O. T., Hanina O. O. Indication peculiarities of economically valuable features of common bean in conditions of Northern Forest-Steppe of Ukraine. *Seleksiia i nasinnytstvo*. 2009. Issue 97. P. 113–118.
11. Ivaniuk S.V., Hliavyn A.V. Evaluation of common bean varietal samples by vegetative traits. *Biulleten Nykytskoho botanycheskoho sada*. 2009. Issue 99. P. 60–65.
12. Ivaniuk S. V., Hliavyn A. V. Evaluation of common bean varietal samples, based on correlation of quantitative characteristics and indexes. *Seleksiia i nasinnytstvo*. 2012. Issue 101. P. 192–197.
13. Ivaniuk S. V., Petrychenko V. F. Galactyka – a variety of common bean. *Ahrarna nauka – vyrobnytstvu* : naukovo-informatsiinyi biuletен zavershenykh naukovykh rozrobok. 2014. No. 4. P. 12.
14. Klysha A. I., Khoroshun I. V. Source material for selection of bean varieties with limited stem growth. *Biulleten Instytutu zernovoho hospodarstva*. 2008. No. 33/34. P. 262–263.
15. Kobyzieva L. N., Bezuhla O. M., Bezuhlyi I. M. The effectiveness of using valuable sources of legumes national collection of NAPGRU crops in selection practice. *Seleksiia i nasinnytstvo*. 2011. Issue 100. P. 172–180.
16. Kobyzieva L. N., Bezuhla O. M., Tertyshnyi O. V. Legumes crops potential for creating varieties capable of mechanized harvesting. *Seleksiia i nasinnytstvo*. 2012. Issue 102. P. 10–15.
17. Mazur O. V., Kolisnyk O. M., Telekalo N. V. Genotypic differences of common bean varietal samples by manufacturability. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. Vinnytsia, 2017. No. 7. Vol. 2. P. 33–39.
18. Mazur O. V., Porokhovnyk I. I. Common bean selection for early maturity

Вінниця, 2016. № 4. С. 118–124.

19. Овчарук О. В. Агроекологічна характеристика сортів квасолі звичайної та їх продуктивність в умовах Західного Лісостепу. *Зб. наук. праць Уман. нац. ун-ту садівництва*. 2014. Вип. 85. С. 92–97.

20. Овчарук О. В. Продуктивність сортів квасолі в умовах Західного Лісостепу. *Наукові доповіді НУБіП*. 2014. № 45. Травень. URL: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd_2014_3_10.pdf.

21. Овчарук О. В. Характеристика рослин квасолі за їх сортовими особливостями в умовах Лісостепу Західного. *Вісник Сумського нац. агр. ун-ту*. 2014. № 9 (28). С. 117–121.

22. Оліфірович С. Й. Вивчення сортотразків квасолі звичайної на придатність до механізованого збирання в умовах південної частини Лісостепу Західного. *Зб. наук. праць Селекційно-генетичного ін-ту – Нац. центру насіннєзнавства та сортотвчення*. 2015. Вип. 26 (66). С. 148–153.

23. Оліфірович С. Й. Добір сортів квасолі звичайної для вирощування в умовах Лісостепу Західного. *Корми і кормовий білок* : тези доповідей X Міжнар. наук. конф. (Вінниця, 4–5 липня 2018 р.). Вінниця : Діло, 2018. С. 21.

24. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко та ін. Вінниця, 2014. 332 с.

25. Охорона прав на сорти рослин : бюлетень / Український інститут експертизи сортів рослин. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2018. Вип. 2. 536 с.

26. Сайко О. Ю. Джерела для селекції квасолі овочевої, придатні до механізованого збирання. *Овочівництво і багтанництво*. 2012. Вип. 58. С. 269–273.

27. Силенко С. І. Аналіз сортотразків квасолі звичайної за придатністю до механізованого збирання врожаю. *Вісник Полтав. держ. аграрної акад.* 2010. № 3. С. 68–71.

28. Стананов Ф. С. Фасоль. Кишинев : Штиїница, 1986. 195 с.

29. Ушкаренко В. О., Лавренко С. О., Максимов Д. О. Математичне моделювання врожаю зерна квасолі

and grain productivity. *Silske gospodarstvo ta lisivnystvo*. Vinnytsia, 2016. No. 4. P. 118–124.

19. Ovcharuk O. V. Agroecological characteristics of common bean varieties, and their productivity in conditions of Western Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2014. Issue 85. P. 92–97.

20. Ovcharuk O. V. Bean varieties productivity in conditions of Western Forest-Steppe. *Naukovi dopovidi NUBiP: elektron. zhurn.* 2014. No. 45. URL: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd_2014_3_10.pdf.

21. Ovcharuk O. V. Bean plants characteristics by their variety traits in conditions of Western Forest-Steppe. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. 2014. No. 9 (28). P. 117–121.

22. Olifirovych S. Y. Investigation of common bean varietal samples for suitability to mechanized harvesting in conditions of Western Forest-Steppe southern part. *Zbirnyk naukovykh prats Seleksiino-henetychnoho instytutu – Natsionalnoho tsentru nasinnieznavstva ta sortovyvchennia*. 2015. Issue 26 (66). P. 148–153.

23. Olifirovych S. Y. Common bean varieties selection for growing in conditions of Western Forest-Steppe. *Kormy i kormovyi bilok* : tezy dopovidei X Mizhnar. nauk. konf. (Vinnytsia, 4–5 lypnia 2018 r.). Vinnytsia : Dilo, 2018. P. 21.

24. Fundamentals of scientific research in agronomy / V. O. Yeshchenko ta in. Vinnytsia, 2014. 332 p.

25. *Ohorona prav na sorty roslyn* : bulletin / Ukrainnyi instytut ekspertyzy sortiv roslyn. Vinnytsia : FOP Korzun D. Yu., 2018. Issue 2. 535 p.

26. Saiko O. Yu. Sources for vegetable bean selection suitable for mechanized harvesting. *Ovochivnystvo i bashannystvo*. 2012. Issue 58. P. 269–273.

27. Sylenko S. I. Common bean varietal samples analysis by suitability for mechanized harvesting. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2010. No. 3. P. 68–71.

28. Stakanov F. S. Bean. Kyshynev :

- звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) залежно від технологічних прийомів її вирощування. *Таврійський наук. вісник*. Вип. 99. Херсон : Олді-Плюс, 2018. С. 148–152.
30. Ушкаренко В. О., Лавренко С. О., Максимов Д. О. Урожайність зерна квасолі звичайної залежно від обробітку ґрунту, мінеральних добрив та ширини міжряддя при зрошенні. *Меліорація і водне господарство*. 2017. Вип. 106. С. 71–76.
31. Чинчик О. С. Тривалість міжфазних періодів, густина і урожайність сортів квасолі звичайної залежно від удобрення в умовах південної частини Західного Лісостепу. *Вісник Степу* : матеріали XII Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спец. «Стан та перспективи розвитку агропромислового виробництва України» (Кіровоград, 24–25 березня 2016 р.). 2016. Вип. 13. С. 86–89.
32. Шляхтуров Д. С. Урожайність квасолі звичайної залежно від технології вирощування і погодних умов. *Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства УАН»*. Київ, 2008. Вип. 334. С. 85–89.
33. Graham P. H., Ranalli P. 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Res.* 53 (1–3): 131–146. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(97\)00112](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00112).
- Shtyynytsa, 1986. 195 p.
29. Ushkarenko V. O., Lavrenko S. O., Maksymov D. O. Mathematical modelling of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grain yield, depending on its growing technological modes. *Tavriyskiy naukovyi visnyk*. Issue 99. Kherson : Oldi-Plus, 2018. P. 148–152.
30. Ushkarenko V. O., Lavrenko S. O., Maksymov D. O. Common bean grain yield capacity due to soil processing, mineral fertilizers, and row spacing at irrigation. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo*. 2017. Issue 106. P. 71–76.
31. Chynchik O. S. Interphase periods duration, density and yield capacity of common bean varieties depending on fertilization in conditions of Western Forest-Steppe southern part. *Visnyk Stepu* : materialy XII Vseukr. nauk.-prakt. konf. molodykh vchenykh i spets. «Stan ta perspektyvy rozvytku ahropromyslovoho vyrobnytstva Ukrainy» (Kirovohrad, 24–25 berez. 2016 r.). 2016. Issue 13. P. 86–89.
32. Shliakhturov D. S. Common bean yield capacity due to growing technology and weather conditions. *Zb. nauk. prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAN»*. Kyiv, 2008. Issue 334. P. 85–89.
33. Graham P.H., Ranalli P. 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Res.* 53 (1–3): 131–146. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(97\)00112](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00112).

Отримано 03.06.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-13

УДК 631.422:631.582

О. М. СТЕЛЬМАХ, старший науковий співробітник

Я. Я. ГРИГОРІВ, Т. В. МЕЛЬНИЧУК, кандидати с.-г. наук

І. М. КИФОРУК, старший науковий співробітник

Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. С. Бандери, 21 а, м. Івано-Франківськ, 76015, e-mail: instapr@i.ua

УРОЖАЙНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР У СІВОЗМІНАХ КОРОТКОЇ РОТАЦІЇ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ

Висвітлено результати дослідження продуктивності агроценозів зернових, хрестоцвітних, зернобобових культур за їх вирощування в короткоротаційних сівозмінах. Зокрема, наведено величини фактичної врожайності агроценозів та виявлено кореляційні зв'язки між врожайністю рослин та мінеральним удобренням.

Об'єктом дослідження були такі сорти: ріпак (*Brassica napus* L.) Черемош, пшениця озима (*Triticum monococcum* L.) Поліська-90, ячмінь ярий (*Hordeum sativum* Jessen.) Донецький, кормові боби (*Faba vulgaris* L.) Аріон, гречка (*F. esculentum*. Moench.) Українка. В результаті багаторічних досліджень науковцями встановлено, що рівень мінерального живлення культур разом із попередниками, сортовими особливостями культур та кліматичними умовами є визначальними факторами формування врожайності з відмінними якісними показниками. Тому метою наших досліджень було вивчити вплив застосування різних систем удобрень на врожайність сільськогосподарських культур у короткоротаційних сівозмінах.

Встановлено, що система удобрення та сівозміни впливали на урожайність культур.

Визначено, що найвищу врожайність досліджуваних сільськогосподарських культур формувала мінеральна система удобрення ($N_{30}P_{30}K_{30}+N_{15}$ – ячмінь ярий, $N_{75}P_{75}K_{75}+N_{50}$ – ріпак озимий, $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ – пшениця озима, $N_{35}P_{35}K_{35}$ – кормові боби та $N_{40}P_{40}K_{40}+N_{15}$ – гречка) в усіх короткоротаційних сівозмінах.

За роки досліджень найвищий урожай пшениці озимої – 4,7 т/га відмічено у 2017 р. за внесення добрив нормою $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ у підживлення в період весняного кушення в сівозміні № 3 (ріпак озимий, пшениця озима, боби кормові), а загалом в середньому за досліджуваний період 2016–2019 рр. цей показник був нижчий на 0,8 т/га порівняно з 2017 р.

Завдяки вирощуванню ріпаку озимого в різних короткоротаційних сівозмінах виявлено, що найвищу врожайність 3,6 т/га отримано у 2016 р. за внесення мінеральних добрив нормою $N_{75}P_{75}K_{75}+N_{50}$ у підживлення в період

© Стельмах О. М., Григорів Я. Я.,
Мельничук Т. В., Кифорук І. М., 2020

відновлення вегетації в сівозміні № 1 (ріпак озимий, пшениця озима, ячмінь ярий). В середньому за 2016–2019 рр. врожайність ріпаку озимого складала 2,92 т/га, що менше на 0,68 т/га порівняно з 2016 р.

Мінеральна система удобрення ($N_{30}P_{30}K_{30}+N_{15}$ – ячмінь ярий, $N_{35}P_{35}K_{35}$ – кормові боби та $N_{40}P_{40}K_{40}+N_{15}$ – гречка) сприяла формуванню найвищої урожайності, зокрема: ячменю ярого – 4,0 т/га, кормових бобів – 3,2 т/га та гречки – 2,26 т/га, а найнижчою врожайність була на контролі (без добрив).

Ключові слова: урожайність, сівозміна, сільськогосподарські культури, удобрення.

Stelmakh O., Hryhoriv Y., Melnychuk T., Kyforuk I.

Precarpathian state agricultural experimental station of Institute of agriculture of Carpathian region of NAAS

Yield of agricultural crops in cultivations of short rotation with different technologies of growing

The results of the research of agrocenoses productivity of grain, cruciferous, leguminous crops for their cultivation in short-rotation crop rotations are highlighted. In particular, the values of the actual yield of agrocenoses are given and correlations between plant yield and mineral fertilizer are established.

The object of the study were varieties: rape (*Brassica napus* L.) Cheremosh, winter wheat (*Triticum monococcum* L.) Polissya-90, spring barley (*Hordeum sativum* Jessen.) Donetskii, fodder beans (*Faba vulgaris* L.) Arion, buckwheat (*F. esculentum*. Moench.) Ukrainka. As a result of many years of research, scientists have found that the level of mineral nutrition of crops, along with predecessors, varietal characteristics of crops and climatic conditions are determining factors in the formation of yields with excellent quality indicators. Therefore, the aim of our research was to study the effect of different fertilizer systems on crop yields in short-rotation crop rotations.

It was found that the fertilizer system and crop rotation affected crop yields.

It was determined that the highest yield of the studied crops was formed by the mineral fertilizer system ($N_{30}P_{30}K_{30} + N_{15}$ -spring barley, $N_{75}P_{75}K_{75} + N_{50}$ -winter rape, $N_{60}P_{60}K_{60} + N_{30}$ -winter wheat, $N_{35}P_{35}K_{35}$ -fodder beans and $N_{40}P_{40}K_{40} + N_{15}$ -buckwheat) in all short-rotation crop rotations.

Over the years of research, the highest yield of winter wheat – 4,7 t/ha was observed in 2017 by the application of fertilizers $N_{60}P_{60}K_{60} + N_{30}$ during spring tillering in crop rotation № 3 (winter rape, winter wheat, fodder beans), and in general on average for the studied period 2016-2019 this figure was lower by 0,8 t/ha compared to 2017 year.

Growing winter oilseed rape in various short-rotation crop rotations it was established that the highest yield – 3,6 t/ha was obtained in 2016 by the application of mineral fertilizers $N_{75}P_{75}K_{75} + N_{50}$ during the restoration of vegetation in crop rotation № 1 (winter oilseed rape, winter wheat, spring barley). On average for 2016-2019, the yield of winter rape was 2,92 t/ha, which is 0,68 t/ha less than in 2016 year.

Mineral fertilizer system ($N_{30}P_{30}K_{30} + N_{15}$ -spring barley, $N_{35}P_{35}K_{35}$ -fodder beans and $N_{40}P_{40}K_{40} + N_{15}$ -buckwheat) contributed to the formation of the highest

yields, in particular: spring barley – 4,0 t/ha, fodder beans – 3,2 t/ha and buckwheat – 2,26 t/ha, and the lowest was under control (without fertilizers).

Key words: yield, crop rotation, crops, fertilizers.

Вступ. Підвищення культури землеробства передбачає впровадження у виробництво заходів, що становлять науково обгрунтовану систему. Серед них важливе значення мають правильні сівозміни, які є головною і незамінною її ланкою та посідають особливе місце за різноманітним сприятливим впливом на родючість ґрунту і врожайність сільськогосподарських культур.

Саме на основі сівозмін створюють системи удобрення, механічного обробітку ґрунту і захисту посівів від бур'янів, шкідників та збудників хвороб [7, 10].

Урожайність сільськогосподарських культур залежить від сукупної дії багатьох чинників. Як зазначив S. Ross [35], якщо всі фактори, які впливають на ріст і розвиток рослин, прийняти за 100%, то вплив людини – це лише 20–25%. Головним завданням впливу людини на ріст і розвиток рослин є створення сприятливих умов для реалізації їх генетичного потенціалу.

За результатами багаторічних досліджень визначено, що рівень мінерального живлення культур разом із попередниками, сортовими особливостями культур і кліматичними умовами є регулюючими факторами формування врожайності з високими якісними показниками [1, 11, 13, 16]. Низка авторів стверджує про високу ефективність застосування органічних, мінеральних добрив і альтернативних систем удобрення на малородючих дерново-підзолистих ґрунтах Полісся [3, 18, 24, 26]. Важливим елементом технології вирощування сумісних агроценозів є визначення оптимальних норм мінерального живлення. Більшість авторів [8, 11, 17, 25] зазначають про доцільність внесення стартових доз азотних добрив у посівах зернобобових культур.

Вагоме значення для розвитку аграрного виробництва має збільшення випуску високобілкових кормів за рахунок підвищення врожайності та розширення площ посівів зернобобових культур, оскільки вони вирізняються високим вмістом білка в зерні і є практично незамінними для виробництва білкових добавок до зерна ячменю, вівса, кукурудзи та інших фуражних культур з низьким вмістом протеїну.

На думку деяких дослідників [2, 4, 5, 15, 16, 21, 22, 27–31, 33], 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 [4, 9, 11, 12, 13, 19, 20, 27, 34].

Азотфіксуючі рослини залишаються потужним і незамінним фактором підтримання екологічного балансу в агросистемах [32].

Роль сівозміни в сучасному землеробстві обумовлена біологічними особливостями польових культур. Тому правильно складена і запроваджена сівозміна має велике значення для підвищення культури землеробства, відтворення та покращення родючості ґрунту, росту урожайності сільськогосподарських культур і рентабельності землеробства [10]. Аналіз результатів досліджень за останні роки свідчить, що біологічний потенціал сортів і гібридів реалізується лише на 40–75%, оскільки в них закладено тільки потенційні можливості біологічної продуктивності конкретної культури, а реалізувати їх можна лише в реальних умовах поля завдяки оптимізованим технологіям вирощування культур з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов і спеціалізації господарств [7].

Матеріали і методи. Стаціонарний дослід по вивченню технологій вирощування в сівозмінах короткої ротації закладено в 2016 р. на дернових ґрунтах Прикарпаття на дослідному полі Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону.

ґрунти – дернові глибокі опідзолені глеюваті важкосуглинкові. Агрохімічна характеристика: рН сольове – 5,10; вміст гумусу (за Тюрнімом) – 2,07; легкогідролізований азот (за Корнфільдом) – 74,0; рухомий фосфор (за Кірсановим) – 76,5; обмінний калій (за Чириковим) – 105,9 мг/кг ґрунту. За даними обстеження, ґрунти дослідної ділянки середньо гумусовані – 2,74% зі зменшенням вмісту гумусу за глибиною. Сума увібраних основ становить у середньому 11–12 мг-екв на 100 г ґрунту, забезпечення основами – 85%, реакція слабокисла (рН сольового розчину – 5,6–6,0, гідролітична кислотність незначна).

У стаціонарному досліді вивчали три короткоротаційні сівозміни:

- № 1: ріпак озимий, пшениця озима, ячмінь ярий;
- № 2: ріпак озимий, пшениця озима, гречка;
- № 3: ріпак озимий, пшениця озима, боби кормові.

На кожен культуру наклали три технології вирощування.

Дослід був закладений в 3-кратній повторності. Загальна кількість ділянок – 81, посівна площа однієї ділянки – 80 м² (8 × 10 м),

облікова – 50 м², загальна площа досліду – 0,96 га, у тому числі під посівами – 0,65 га, під доріжками – 0,31 га.

У досліді вирощували внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, ріпак озимий Черемош, пшеницю озиму Поліська-90, ячмінь ярий Донецький, боби кормові Аріон, гречку Українка.

Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками [19]. Методи досліджень: польовий та математично-статистичний.

Схему досліду подано в табл. 1.

1. Схема досліду

Варіант	Удобрення	Фаза внесення
1	2	3
Ярий ячмінь		
1	Контроль (без добрив)	
2	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀	Під культивуацію
	«Вимпел» (500 г/га) + «Оракул мультикомплекс» (1 л/га) + «Оракул біомарганець» (2 л/га)	Кущення
	«Вимпел» (500 г/га)	Прапорцевий листок
3	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	Під культивуацію + кущення
Ріпак озимий		
1	Контроль (без добрив)	
2	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	Під культивуацію
	«Вимпел» (500 г/га) + «Оракул коламін бор» (1 л/га)	4–6 листків
	«Вимпел» (500 г/га) + «Оракул мультикомплекс» (1 л/га) + «Оракул коламін бор» (1 л/га) + «Оракул сірка актив» (2 л/га)	Розетка – стеблуння
	«Вимпел» (500 г/га) + «Оракул мультикомплекс» (1 л/га) + «Оракул коламін бор» (1 л/га)	Бутонізація
3	N ₇₅ P ₇₅ K ₇₅ +N ₅₀	Під культивуацію + по відновленню вегетації

1	2	3
Пшениця озима		
1	Контроль (без добрив)	
2	$N_{45}P_{45}K_{45}$	Під культивуацію
	«Вимпел» (500 г/га) + «Оракул мультикомплекс» (1 л/га)	Осіньне кущення
	«Вимпел» (500 г/га) + «Оракул мультикомплекс» (2 л/га) + «Оракул хелат міді» (1 л/га)	Весняне кущення
	«Вимпел» (500 г/га)	Прапорцевий листок
3	$N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$	Під культивуацію + весняне кущення
Кормові боби		
1	Контроль (без добрив)	
2	$N_{20}P_{20}K_{20}$	Під культивуацію
	«Вимпел» (500 г/га)	3–5 трійчастих листків
	«Вимпел» (500 г/га) + «Оракул мультикомплекс» (1 л/га) + «Оракул коламін бор» (1 л/га) + «Оракул біомолібден» (0,5 л/га)	Бутонізація
3	$N_{35}P_{35}K_{35}$	Під культивуацію
Гречка		
1	Контроль (без добрив)	
2	$N_{30}P_{30}K_{30}$	Під культивуацію
	«Вимпел» (500 г/га) + «Оракул мультикомплекс» (1 л/га) + «Оракул біомарганець» (2 л/га)	По сходах
	«Вимпел» (500 г/га)	3–5 листків
3	$N_{40}P_{40}K_{40}+N_{15}$	Під культивуацію + 3–5 листків

Результати та обговорення. Процеси формування показників продуктивності сільськогосподарських культур в короткоротаційних сівозмінах мають свої особливості. Встановлено, що врожайність культури в системі сівозмін значною мірою залежна від структури сівозміни, складу вирощуваних культур, порядку їх чергування та рівня удобрення.

Результати дослідження виявили, що найвищу врожайність насіння пшениці озимої отримано в середньому за 2016–2019 рр. досліджень – 3,9 т/га у сівозміні № 3 (ріпак озимий, пшениця озима,

боби кормові) за внесення мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ у період весняного кушення. Цьому сприяло правильне чергування культур. Найнижча врожайність пшениці в середньому за 2016–2019 рр. відмічена на контролі (варіант № 1) в усіх сівозмінах і становила від 1,76 до 1,87 т/га (табл. 2).

2. Урожайність сільськогосподарських культур у сівозмінах короткої ротатії з різними технологіями вирощування (середнє за 2016–2019 рр.)

Сівозміна	Варіант	Культура, т/га				
		Ріпак озимий	Пшениця озима	Ячмінь ярий	Гречка	Боби кормові
1	Контроль	0,98	1,78	1,78	–	–
	2	2,12	3,21	2,8	–	–
	3	2,92	3,87	3,46	–	–
2	Контроль	0,92	1,76	–	1,18	–
	2	2,06	3,10	–	1,85	–
	3	2,84	3,8	–	2,07	–
3	Контроль	1,09	1,87	–	–	1,42
	2	2,21	3,29	–	–	2,38
	3	2,95	3,90	–	–	2,84
НіР ₀₅						
Фактор А		0,29	0,06	0,13	0,10	0,05
Фактор В		0,05	0,05			
Взаємодія АВ		0,05	0,05			

При вирощуванні ріпаку озимого в короткоротатійних сівозмінах за різних варіантів удобрення найвищий урожай в середньому за роки досліджень 2,95 т/га досягнуто в сівозміні № 1 (ріпак озимий, пшениця озима, ячмінь ярий) за внесення добрив нормою $N_{75}P_{75}K_{75}+N_{50}$ по відновленню вегетації. Найвищу врожайність ріпаку озимого було одержано в 2016 р. – 3,6 т/га на цьому ж варіанті удобрення.

За роки проведення досліджень найнижчу врожайність досліджуваних культур отримано в 2019 р. на рівні 0,8 т/га і в середньому за роки досліджень – 0,922 т/га у сівозміні № 2 (ріпак озимий, пшениця озима, гречка) за варіанта № 1 (контроль) на природній родючості ґрунту.

Встановлено, що за 2016–2019 рр. досліджень сівозміна № 2 (ріпак озимий, пшениця озима, гречка) за внесення добрив нормою

$N_{75}P_{75}K_{75}+N_{50}$ по відновленню вегетації забезпечила урожайність ріпаку 2,84 т/га, що на 0,11 т/га менше порівняно із сівозміною № 3.

За вирощування ячменю ярого в короткоротаційній сівозміні в середньому за 2016–2019 рр. (ріпак озимий, пшениця озима, ячмінь ярий) найбільший урожай отримано за внесення добрив нормою ($N_{30}P_{30}K_{30}+N_{15}$) – 3,46 т/га, що на 0,54 т/га менше порівняно з 2017 р.

Дослідження засвідчили, що за вирощування бобів кормових у сівозміні № 3 (ріпак озимий, пшениця озима, боби кормові) в середньому за 2016–2019 рр. досліджень за внесення добрив нормою ($N_{35}P_{35}K_{35}$) отримано найвищу врожайність 2,84 т/га, що на 0,36 т/га менше порівняно з 2017 р.

Аналогічну закономірність впливу фактора удобрення встановлено за вирощування гречки в сівозміні № 2 (ріпак озимий, пшениця озима, гречка). Найбільший урожай 2,07 т/га отримано в середньому за 2016–2019 рр. досліджень за удобрення нормою $N_{40}P_{40}K_{40}+N_{15}$ у фазі 3–5 листків, а найменший 1,18 т/га – у варіанті № 1, тобто на контролі без добрив.

Одержання максимальної кількості рослинної продукції за мінімальних затрат є пріоритетним та необхідним завданням сучасної аграрної науки. Проаналізувавши економічну ефективність вирощування сільськогосподарських культур в короткоротаційних сівозмінах за 2016–2019 рр., можна стверджувати, що найбільший умовно чистий прибуток 15 451 грн в середньому за роки досліджень отримано за вирощування ріпаку озимого в сівозміні № 3 (ріпак озимий, пшениця озима, боби кормові) у варіанті № 3 удобрення, собівартість 1 ц продукції становила 433 грн, рівень рентабельності – 133,0% (табл. 3).

3. Економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур у сівозмінах короткої ротації за 2016–2019 рр.

Сівозміна	Культура	Варіант	Умовно чистий дохід, грн	Собівартість, грн	Рентабельність, %
1	2	3	4	5	6
1	Ріпак озимий	Контроль	3109	586	66,6
		2	12 424	503	118,5
		3	15 242	441	150,0
	Пшениця озима	Контроль	2116	298	44,0
		2	4697	281	53,0
		3	4846	241	72,5
	Ячмінь ярий	Контроль	1938	237	43,05
		2	4810	239	71,0
		3	5556	202	80,0

1	2	3	4	5	6
2	Ріпак озимий	Контроль	2370	614	54,0
		2	11 216	525	106,2
		3	14 400	469	140,0
	Пшениця озима	Контроль	1814	297	27,2
		2	4470	284	49,3
		3	6039	246	68,7
	Гречка	Контроль	3216	330	82,0
		2	8807	385	117,8
		3	10 086	329	161,0
3	Ріпак озимий	Контроль	4293	520	86,0
		2	11 552	488	109,0
		3	15 451	433	133,0
	Пшениця озима	Контроль	2179	287	43,0
		2	4915	277	54,0
		3	6470	237	75,0
	Боби кормові	Контроль	3225	283	81,0
		2	6067	267	95,0
		3	7000	255	105,0

За вирощування пшениці озимої в короткоротаційних сівозмінах в середньому за 2016–2019 рр. найвищий умовно чистий прибуток 6470 грн отримано у варіанті № 3 (сівозміні № 3), рівень рентабельності склав 75%.

При вирощуванні ячменю ярого найкраще зарекомендував себе варіант № 3, в середньому за роки досліджень умовно чистий прибуток склав 5556 грн, рівень рентабельності – 80%.

Найвищий умовно чистий прибуток 7000 грн отримано за вирощування кормових бобів у варіанті № 3 (сівозміні № 3), рівень рентабельності – 105%.

В середньому за роки досліджень гречка забезпечила найбільший умовно чистий прибуток 10 086 грн за вирощування у варіанті № 3 (сівозміні № 2), рівень рентабельності склав 161%.

Найнижчі економічні показники були на контролі (без добрив) на всіх короткоротаційних сівозмінах, що пояснюється найнижчою врожайністю сільськогосподарських культур.

Висновки. В нових умовах господарювання, для яких характерна вузька спеціалізація виробництва, доцільно запроваджувати й освоювати сівозміни з короткою ротацією. Встановлено, що найвищу врожайність забезпечила мінеральна система удобрення ($N_{30}P_{30}K_{30}+N_{15}$ – ячмінь ярий, $N_{75}P_{75}K_{75}+N_{50}$ – ріпак озимий, $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ – пшениця озима, $N_{35}P_{35}K_{35}$ – кормові боби та

N₄₀P₄₀K₄₀+N₁₅ – гречка): пшениці озимої – 3,9 т/га, ріпаку озимого – 2,95 т/га та бобів кормових – 2,84 т/га, сівозмiна № 3; ячменю ярого – 36,46 т/га, сівозмiна № 1; гречки – 2,07 т/га, сівозмiна № 2.

Список використаної літератури

1. Агросфера як провідний фактор сталого розвитку України / О. О. Созінов та ін. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 10. С. 5–13.
2. Безгодов А. В., Ахметханов В. Ф., Аплаева А. Д. Способ выращивания вики посевной на зерно в бинарных посевах с яровым рапсом и горчицей белой. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2017. № 2 (22). С. 73–79.
3. Бердніков О. М., Никитюк Ю. А. Роль сидерації в сучасному землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 3. С. 12–15.
4. Васин В. Г., Васин А. В. Зернобобовые культуры в чистых и смешанных посевах на зерносеяж и зернофураж для создания полноценной кормовой базы в Самарской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2012. № 2. С. 87–98.
5. Герман М. М. Поліпшення посівних якостей насіння пшениці м'якої озимої залежно від передпосівної обробки насіння. *Вісник Полтав. держ. акад.* 2011. № 4. С. 54–57.
6. Єрмолаєв М. М., Товстенко М. П. Урожайність зернових культур залежно від попередників у Лівобережному Лісостепу. *Зб. наук. праць ННЦ «Ін-т землеробства УААН»*. 2008. Вип. 1. С. 40–43.
7. Єщенко В. О. Роль сівозмiн у сучасному землеробстві. *Міжвід. тем. наук. зб. «Землеробство»*. 2015. Вип. 1. С. 23–27.
8. Запарнюк В. І. Кормовая продуктивность зерна вики посевной. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2016. № 1 (17). С. 57–63.
9. Зудилин С. Н., Алексеева Л. Г. Формирование агроценозов ячменя с горохом на зернофураж в Лесостепи Среднего Поволжья. *Кормопроизводство*. 2000. № 11. С. 23–25.
10. Камінський В. Ф., Бойко П. І. Роль сівозмiн у сучасному землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 6. С. 5–9.

References

1. Agrosphere as a leading factor in the sustainable development of Ukraine / O. O. Sozinov et al. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2005. No. 10. P. 5–13.
2. Bezgodov A. V., Ahmethanov V. F., Aplaeva A. D. A method of growing sowing vetch for grain in binary crops with spring rapeseed and mustard white. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*. 2017. No. 2 (22). P. 73–79.
3. Berdnikov O. M., Nikitjuk Ju. A. The role of green manuring in modern agriculture. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2004. No. 3. P. 12–15.
4. Vasin V. G., Vasin A. V. Legumes in clean and mixed crops for grain-and-hay and grain fodder to create a full fodder base in Samara region. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*. 2012. No. 2. P. 87–98.
5. Herman M. M. Improvement of sowing qualities of soft winter wheat seeds depending on pre-sowing treatment of seeds. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi akademii*. 2011. No. 4. P. 54–57.
6. Yermolaev M. M. Yields of crops depending on predecessors in the Left Bank Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN»*. 2008. No. 1. P. 40–43.
7. Yeshchenko V. O. The role of crop rotations in modern agriculture. *Mizhvid. tem. nauk. zb. «Zemlerobstvo»*. 2015. Vyp. 1. P. 23–27.
8. Zaparnjuk V. I. Feed productivity of sowing vetch grain. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*. 2016. No. 1 (17). P. 57–63.
9. Zudilin S. N., Alekseeva L. G. Formation of barley-pea agrocoenoses for grain forage in the Forest-Steppe of the Middle Volga region. *Kormoproizvodstvo*. 2000. No. 11. P. 23–25.
10. Kamynskiy V. F., Boiko P. I. The role of crop rotations in modern

11. Камінський В. Ф. Науково-методичні основи досліджень з розроблення технологій вирощування сільськогосподарських культур. *Зб. наук. праць Нац. наук. центру «Ін-т землеробства НААН»*. 2013. Вип. 1/2. С. 3–9.
12. Кононов А. С., Ториков В. Е., Шкотова О. Н. Гетерогенные посе́вы (экологическое учение о гетерогенных агроценозах как о факторе биологизации земледелия). Санкт-Петербург, 2018. 296 с.
13. Кононов А. С., Шкотова О. Н., Шкотов А. Н. Влияние посевных соотношений семян в смешанных посевах на процесс синтеза белка и крахмала у яровой пшеницы. *Вестник Брянской ГСХА*. 2015. № 6. С. 10–15.
14. Лихочвор В. В. Добривна альтернатива. *Зерно*. 2008. № 3. С. 62–73.
15. 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.
16. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Київ, 2004. 808 с.
17. Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениці залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 3 (95). С. 146–160.
18. Мазур Г. А., Медвідь Г. К., Сімачинський В. М. Підвищення родючості кислих ґрунтів. Київ : Урожай, 1984. 175 с.
19. Мазуров В. Н., Лукашов В. Н., Исаков А. Н. Использование зернобобовых культур и бобово-злаковых зерносмесей на корм скоту в условиях Калужской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2013. № 2 (6). С. 123–125.
20. Панчишин В. З., Мойсієнко В. В. Продуктивність та кормова оцінка однорічних вівсяно-бобових сумішок залежно від елементів технології вирощування в умовах Полісся України. *Агробіологія*. 2015. № 2. С. 90–96.
- agriculture. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2013. No. 6. P. 5–9.
11. Kaminskyi 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.
12. Kononov A. S., Torikov V. E., Shkotova O. N. Heterogeneous crops (ecological doctrine of heterogeneous agrocoenoses as a factor in agricultural biologization). Sankt-Peterburg, 2018. 296 p.
13. Kononov A. S., Shkotova O. N., Shkotov A. N. Influence of sowing ratios of seeds in mixed crops on the process of protein and starch synthesis in spring wheat. *Vestnik Brjanskoj GSHA*. 2015. No. 6. P. 10–15.
14. Lyhochvor V. V. Alternative fertilizers. *Zerno*. 2008. No. 3. P. 62–73.
15. 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 Forest Steppe. *Peredhime ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2017. Issue 62. P. 91–101.
16. Lykhochvor V. V. Plant growing. Crops cultivation technologies. Kyiv, 2004. 808 p.
17. Liubych V. V. Productivity of wheat varieties and strains depending on abiotic and biotic factors. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2017. Issue. 3 (95). P. 146–160.
18. Mazur G. A., Medvid G. K., Simachynskij V. M. Increasing of fertility of acidic soils. Kiev : Urozaj, 1984. P. 175.
19. Mazurov V. N., Lukashov V. N., Isakov A. N. Use of legume crops and legume-and-cereal grain mixtures in livestock feed in the conditions of the Kaluga region. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*. 2013. No. 2 (6). P. 123–125.
20. Panchyshyn V. Z., Moisi-enko V. V. Productivity and feed evaluation of annual oat-bean mixtures

21. Продуктивність пелюшко-вівсяної сумішки залежно від способів основного обробітку ґрунту та удобрення у польовій сівозміні Полісся / В. В. Мойсієнко та ін. *Вісн. ЖНАЕУ*. 2009. № 1. С. 129–136.
22. Продуктивність пшениці ярої та лопину вузьколистого у змішаних посівах / А. В. Голодна та ін. *Зб. наук. праць ННЦ «Ін-т землеробства УААН»*. 2009. Вип. 1/2. С. 110–115.
23. Сайко В. Ф., Бойко П. І. Сівозміни у землеробстві України. Київ : Аграрна наука, 2002. 146 с.
24. Сільськогосподарське використання осушуваних земель гумідної зони України (методичні рекомендації) / В. Р. Гімбаржевський та ін. Київ : Аграрна наука, 2000. 75 с.
25. Сіроштан А. А., Кавунець В. П., Центило Л. В. Посівні якості насіння та врожайність пшениці м'якої озимої залежно від передпосівної обробки біологічними добривами. *Миронівський вісник* : зб. наук. праць. 2015. Вип. 1. С. 146–153.
26. Склянчук В. М., Науменко М. Д. Вплив елементів біологізації землеробства на врожайність сільськогосподарських культур у Західному Поліссі. *Зб. наук. праць ННЦ «Ін-т землеробства УААН»* (спецвипуск). Київ : ЕКМО, 2006. С. 112–118.
27. Смешанные посеы гороха полевого с зернофуражными культурами в условиях Прибайкалья / Ф. С. Султанов и др. *Достижения науки и техники АПК*. 2011. № 12. С. 41–42.
28. Солодушко М. М. Продуктивність озимих та ярих колосових культур в Степу України. *Вісник ЦНЗ АПВ Харків. обл.* 2013. Вип. 14. С. 122–126.
29. Сурменко В. Оптимізація мінерального живлення рослин. *Зерно*. 2011. № 4. С. 57–59.
30. Храмой В. К., Рахимова О. В. Урожайность и белковая продуктивность вики посевной в смеси с овсом, пшеницей и ячменём. *Кормопроизводство*. 2012. № 3. С. 9–10.
31. Черенков А. В., Бенда Р. В., Прядко Ю. М. Вплив строків сівби та мінерального живлення на формування depending on the elements of cultivation technology in the conditions Ukrainian Polissya *Ahrobiologia*. 2015. No. 2. P. 90–96.
21. Productivity of field pea-oat mix depending on the methods of basic tillage and fertilizers in field crop rotation Polissya / V. V. Moisiienko et al. *Visn. ZhNAEU*. 2009. No. 1. P. 129–136.
22. Spring wheat and narrow-leaved lupine productivity in mixed crops / Holodna A. V. et al. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAA»*. 2009. Issue 1/2. P. 110–115.
23. Sajko V. F. Crop rotation in agriculture of Ukraine. Kiev : Agrarian science, 2002. 146 p.
24. Agricultural use of irrigated lands in humid zone of Ukraine (guidelines) / V. R. Gimbasevskij and others. Kiev : Agrarian science, 2000. 75 p.
25. Siroshstan A. A., Kavunets V. P., Centylo L. V. The sowing qualities of seeds and yield of the soft spring wheat depending on pre-sowing treatment with biofertilizers. *Myronivskiy visnyk: zb. nauk. prac'* 2015. Vyp. 1. S. 146–153.
26. Skljantsuk V. M., Naumenko M. D. Influence of biologization elements in farming on crop yields in Western Polissia. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAA»* (special issue). Kiev : EKMO, 2006. P. 112–118.
27. Mixed crops of field peas with cereal forage crops in the conditions of the Baikal region / F. S. Sultanov et al. *Dostizhenija nauki i tehniki APK*. 2011. No. 12. P. 41–42.
28. Solodushko M. M. Productivity of winter and spring crops in Ukrainian Steppe. *Visnyk TsNZ APV Kharkiv. oblasti*. 2013. Issue 14. P. 122–126.
29. Surmenko V. Optimization of mineral nutrition of plants. *Zerno*. 2011. No. 4. P. 57–59.
30. Hramoj V. K., Rahimova O. V. Yield and protein productivity of sowing vetch mixed with oats, wheat and barley. *Kormoproizvodstvo*. 2012. No. 3. P. 9–10.
31. Cherenkov A. V. The influence of sowing dates and mineral nutrition on

показників якості зерна ячменю озимого. *Бюлетень Ін-ту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 2. С. 72–75. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg_2012_2_19 (дата звернення: 11.09.2020).

32. Черенков А. В., Шевченко М. С. Зернобобові культури – стратегічний фактор регулювання білкового балансу та родючості ґрунтів. *Бюлетень Ін-ту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 5–11.

33. Шевніков М. Я. Принципи підбору компонентів для змішаних посівів за вирощування їх на зелений корм. *Вісник Полтав. держ. аграрної акад.* 2008. № 4. С. 54–60.

34. 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.

35. Ross S. Soil processes. London ; New York : Routege, 1989. 444 p.

the formation of quality indicators of winter barley grain. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg_2012_2_19 (last accessed: 11.09.2020).

32. Cherenkov A. V., Shevchenko M. S. Cereal-and-legume crops – a strategic factor in regulating protein balance and soil fertility. *Biuletен Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*. 2016. No. 11. P. 5–11.

33. Shevnikov M. Ja. Principles of component selection for mixed crops when growing them for green forage. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2008. No 4. P. 54–60.

34. Shkotova O. N., Kononov A. S. Methods of optimization of nitrogen nutrition in mixed lupine-cereal crops. *Zernobobovye i krupnyane kul'tury*. 2016. No. 2 (18). P. 169–176.

35. Ross S. Soil processes. London ; New York : Routege, 1989. 444 p.

Отримано 28.09.2020

ТВАРИННИЦТВО

DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-14

УДК 636.2:636.27

В. Я. ДАНЬКІВ¹, О. Б. ДЯЧЕНКО¹, Я. Я. ПАВЛИШАК², М. І. КОГУТ¹,
кандидати сільськогосподарських наук

¹Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,

81115, e-mail: victoriya2206@ukr.net

²Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

вул. Т. Шевченка, 24, м. Дрогобич Львівської обл., 82100

ЕКСТЕР'ЄРНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ СИМЕНТАЛЬСЬКОЇ КОМБІНОВАНОЇ (МОЛОЧНО-М'ЯСНОЇ) ПОРОДИ У ТЗОВ «ЛІТИНСЬКЕ»

У ТзОВ «Літинське» проведено науково-господарський дослід на 274 тваринах великої рогатої худоби симентальської комбінованої (молочно-м'ясної) породи. Вивчено ріст, розвиток теличок та молочну продуктивність корів.

Для поліпшення генеалогічної структури стада відібраних корів та телиць парувального віку осіменяли чистопородними елітними бугаями, зокрема: Імаго 9727 (лінія Редада 711620016,77), Вікхт 75771 (лінія Хоррора 809706945,79) німецької селекції та Обрій 938 (лінія Стрейфа 120081,78) австрійської селекції. У стаді налічується 148 корів. У генеалогічній структурі стада найбільшу частку від загальної кількості корів 60% представляють дочки бугая Імаго 9727 (лінія Редада 711620016,77). Дочки бугаїв Вікхта 75771 (лінія Хоррора 809706945,79) та Обрію 938 (лінія Стрейфа 120081,78) – 21 і 19% відповідно.

Встановлено, що жива маса всіх досліджених телиць у період від народження до 9 місяців відповідає стандарту породи. Однак телиці, дочки бугая Імаго 9727 (лінія Редада 711620016,77), у всі досліджувані вікові періоди переважали за живою масою своїх ровесниць, дочок бугая Вікхта 75771 (лінія Хоррора 809706945,79) та Обрію 938 (лінія Стрейфа 120081,78). Так, середній показник їх живої маси становив: $36 \pm 0,4$ кг при народженні, $110 \pm 0,5$ кг у 3 місяці, $174 \pm 1,2$ кг у 6 місяців і $232 \pm 3,5$ у 9 місяців.

Досліджено проміри та вираховано індекси будови тіла корів-первісток. Загалом за показниками будови тіла піддослідні тварини відповідали цільовим параметрам ознак екстер'єру для тварин бажаного типу. Усі тварини досліджуваного господарства мають міцну, щільну конституцію,

© Даньків В. Я., Дяченко О. Б.,
Павлишак Я. Я., Когут М. І., 2020

що свідчить про їх високу молочну продуктивність.

Так, за даними оцінки молочної продуктивності господарства «Літинське», 22 корови мали надій від 4000 до 5000 кг молока, 73 корови – більше 6000 кг молока. З оцінених 112 корів у господарстві «Літинське» в селекційне ядро відібрано 68 голів (61%) із середньою продуктивністю 6164 ± 142 кг молока та вмістом жиру 4,00 ± 0,07%. Нині в стаді налічується 10 корів-рекордисток, які мають надій понад 6500 кг молока, 6 голів з яких є дочками бугая Імаго 9727 (лінія Редада 711620016,77).

Використання в генетичному процесі чистопородних елітних бугаїв зарубіжної селекції дає змогу значно підвищити генетичний потенціал та продуктивність стада.

Ключові слова: розведення, симентальська комбінована порода, телиці, первістки, будова тіла, екстер'єрний тип, молочна продуктивність.

Dankiv¹ V., Dyachenko¹ O., Pavlyshak² Y., Kohut¹ M.

¹Institute of Agriculture of Carpathian region of NAAS

²Drohobych Ivan Franco State Pedagogical University

Exterior features and milk productivity of cows of the Simmental combined (milk-meat) breed in TzOV «Litynske»

Scientific-economical experiment on 274 animals of Simmental cattle combined (dairy-meat) breeds carried out in «Litynske». The growth, development of heifers and milk productivity of cows were studied.

To improve the genealogical structure of the herd, selected cows and heifers of mating age were inseminated with purebred elite bulls, in particular: Imago 9727 (Redad's line 711620016,77), Wikht 75771 (Horror's line 809706945,79) of German breeding and Obriy 938 (Streif's line 120081,78) Austrian breeding. There are 148 cows in the herd. In the genealogical structure of the herd, the largest share of the total number of cows 60% are daughters of the bull Imago 9727 (Redad's line 711620016,77). Daughters of bulls Wikht 75771 (Horror's line 809706945,79) and Obriy 938 (Streif's line 120081,78) – 21% and 19% respectively.

It was found that the live weight of all studied heifers in the period from birth to 9 months meets the breed standard. However, heifers, daughters of the bull Imago 9727 (Redad's line 711620016,77) in all studied age periods predominated in live weight of their peers, daughters of the bull Wikht 75771 (Horror's line 809706945,79) and Obriy 938 (Streif's line 120081,78). Thus, the average live weight was: 36 ± 0,4 kg at birth, 110 ± 0,5 kg at 3 months, 174 ± 1,2 kg at 6 months and 232 ± 3,5 at 9 months of age.

Measurements and body structure indices of first-calf cows were studied. In general, the body composition of the experimental animals met the target parameters of the exterior features for the animals of the desired type. All animals of the studied farm have a strong, dense constitution, which indicates their high milk productivity. Thus, according to the assessment of dairy productivity of the «Litynske» farm, 22 cows had milk yield 4000-5000 kg, 73 cows had milk yield of more than 6000 kg. Of the estimated 112 cows in the «Litynske» farm, 68 heads (61%) with an average productivity of 6164 ± 142 kg of milk and a fat content of 4,00 ± 0,07% were chosen

for selection. Currently, there are 10 record-breaking cows in the herd, which have milk yield of more than 6500 kg, 6 of which are the daughters of the bull Imago 9727 (Redad's line 711620016,77).

The use in the genetic process of purebred elite bulls of foreign selection can significantly increase the genetic potential and productivity of the herd.

Key words: breeding, Simmental combined breed, heifers, first-calf cows, body structure, exterior type, milk productivity.

Вступ. Симентальська порода великої рогатої худоби має світове значення. Чого варте тільки поширення її на п'яти континентах (у Європі, Африці, Північній і Південній Америці, Австралії). В Європі розведенням симентальської породи займаються більше 35 країн [35]. Не менш унікальне досягнення зазначеної породи в ролі поліпшувача в породоутворюючому процесі місцевих аборигенних. Основна особливість симентальської породи полягає в її пластичності, оскільки продуктивність змінюється залежно від спеціалізації як за молочним, так і за м'ясним напрямом. Розведення симентальської породи в Україні має багаторічну історію. Це імпорт поголів'я зі Швейцарії та Австрії, схрещування його в різних варіантах з місцевими породами та отримання популяції з бажаним типом при оптимальному рівні продуктивності [24]. Симентальська худоба є унікальною комбінованою породою, від якої одержують високої якості молоко, сири і яловичину.

Корови і бугаї симентальської породи, як зазначають науковці, вирізняються продуктивним довголіттям [6, 28]. Міцна конституція сименталів зумовлює їх відносно високу молочну й м'ясну продуктивність, стабільність лактування протягом 8–12 лактацій, регулярну плодючість на фоні добре виражених м'ясних ознак.

В сучасних умовах промислового ведення галузі молочного скотарства особливого значення набуває проблема вирощування високоякісного ремонтного молодняка на основі врахування закономірностей його росту та розвитку. З ростом і розвитком майбутніх корів тісно пов'язані їх продуктивність та тривалість господарського використання [26]. Результати попередніх досліджень низки авторів довели, що нарощування продуктивності молочної худоби істотно залежить від якісного добору, оцінки та інтенсивного використання бугаїв-плідників за племінною цінністю як за молочною продуктивністю, так і за екстер'єрним типом [19, 27, 35].

Підбір бугая для відтворення стада є важливим і відповідальним заходом, оскільки спадковість плідників у генетичному поліпшенні порід надзвичайно велика. Встановлено, що відносний вплив бугаїв-

плідників на господарсько корисні ознаки корів сягає 90–98% [18, 21, 31]. В таких країнах Європи, як Фінляндія, Швеція, Нідерланди, Данія, бугаї-плідники проходять жорстку систему оцінки по продуктивності їх дочок, здоров'ю, відтворних та інших функціональних якостях [1].

Про винятково жорсткий відбір бугаїв, наприклад у Фінляндії, свідчить той факт, що при постановці 120 бугаїв оцінку «поліпшувач» мають лише 8–10 тварин відбору [14, 34].

Усі видання каталогів бугаїв у світі, поряд із показниками племінної цінності за молочною продуктивністю, друкують як обов'язковий елемент екстер'єрний профіль оціненого бугая на підставі оцінки типу його дочок. Це дає змогу враховувати, які ознаки типу поліпшує бугай, а за якими показники статі відхиляються від бажаного типу.

Донині відбір вивчено всебічно: використовуючи знання, можна не лише вибирати дійсно кращих тварин, а й розраховувати величину генетичного (успадкованого) зрушення ознак, які селекціонуються, на багато поколінь уперед.

Тому при створенні високопродуктивних стад доцільно використовувати бугаїв, дочки яких характеризуються високою інтенсивністю росту та відповідають параметрам будови тіла [2, 9, 23, 32, 33].

Метою досліджень було вивчити екстер'єрно-конституціональні властивості та молочну продуктивність у корів симентальської комбінованої (молочно-м'ясної) породи в умовах Карпатського регіону.

Матеріали і методи. Дослідження виконано в умовах племрепродуктора «Літинське» Дрогобицького району Львівської області та лабораторних умовах з використанням даних первинного зоотехнічного обліку (журнали реєстрації приплоду, вирощування та матеріали бонітування молодняка великої рогатої худоби молочних і молочно-м'ясних порід).

Об'єктом досліджень слугували корови симентальської породи молочно-м'ясного напрямку продуктивності ($n = 141$).

Телиці за період від народження до 2-місячного віку отримували раціон, який складався з молока цільного (260 л), концентрованого корму (25 кг), зерна кукурудзи (18 кг), за період від 2 до 3 місяців – із концентрованого корму (24 кг), зерна кукурудзи (24 кг), сіна злакового (60 кг), комбікорму (12 кг), за період від 3 до 5 місяців: сіна злакового (120 кг), силосу (200 кг), комбікорму (120 кг).

Контроль за ростом телиць здійснювали за живою масою, яку визначали методом зважування в такі вікові періоди: при народженні, у 3; 6; 9 місяців. Зважування проводили в один і той же час доби. На підставі зважувань розраховували середньодобові прирости живої маси (D_C) за формулою:

$$D_C = (W_t - W_o) / (t_2 - t_1),$$

де W_t – жива маса наприкінці періоду, кг; W_o – жива маса на початку періоду, кг; t_1 – вік на початку періоду, дні; t_2 – вік наприкінці періоду, дні.

Для характеристики лінійного росту, екстер'єру та загального розвитку тварин використовували дані зоотехнічного обліку, а також за допомогою мірних палиці, циркуля та стрічки брали такі проміри: висоту в холці, висоту в спині, висоту в крижах, глибину грудей, ширину грудей, обхват грудей за лопатками, косу довжину тулуба (палицею), обхват п'ястка. Шляхом співвідношення окремих промірів вираховували індекси будови тіла тварин [5, 10, 16].

Молочну продуктивність корів-первісток визначали за 305 днів лактації методом контрольних доїнь, вміст жиру в молоці – методом Гербера.

Біометричний аналіз отриманих даних проводили за методикою М. О. Плохінського з використанням програмного забезпечення «Microsoft Excel» [20].

Результати та обговорення. У племрепродукторі «Літинське» Дрогобицького району Львівської області проводиться чистопородне розведення великої рогатої худоби симентальської породи з оцінкою бугаїв-плідників за якістю нащадків для їх ефективного використання в селекційному процесі.

Роль плідника в молочному скотарстві полягає в масовому поширенні спадковості його матері, а точніше, жіночих предків материнської сторони родоводу. Для поліпшення генеалогічної структури стада відібраних корів та телиць парувального віку осіменяли чистопородними елітними бугаями, зокрема: Імаго 9727 (лінія Редада 711620016,77), Вікхт 75771 (лінія Хоррора 809706945,79) німецької селекції та Обрій 938 (лінія Стрейфа 120081,78) австрійської селекції (табл. 1).

У стаді налічується 148 корів. У генеалогічній структурі стада найбільшу частку від загальної кількості корів представляють дочки бугая Імаго 9727 (лінія Редада 711620016,77) – 60%. Дочки бугаїв Вікхта 75771 (лінія Хоррора 809706945,79) та Обрію 938 (лінія Стрейфа 120081,78) – 21 і 19% відповідно.

1. Характеристика бугаїв-плідників симентальської породи

Кличка бугая, інв. номер	Лінія	Продуктивність					
		Мати батька			Мати батькового батька		
		надій, кг	вміст жиру, %	молоч- ний жир, кг	надій, кг	вміст жиру, %	молоч- ний жир, кг
Імаго 9727	Редада	9460	3,80	359	6791	4,10	277
Вікхт 75771	Хоррора	7963	3,94	314	5836	3,96	231
Обрій 938	Стрейфа	7341	4,2	308	7581	3,89	295

Було відібрано селекційну групу з 68 корів (61%), що охоплює краших за генотипом і продуктивністю тварин. Призначенням селекційної групи є одержання від неї та вирощування на плем'я ремонтного молодняка для власного відтворення й продажу.

Жива маса є одним з основних показників продуктивності та важливою ознакою племінної цінності [13, 30]. Цей показник свідчить про запас міцності організму, сприяє накопиченню поживних речовин і створює резерв за несприятливих умов. Симентали належать до великої породи. Практика свідчить, що великим тваринам відповідає більш висока інтенсивність росту та краща оплата корму [11, 29].

На період досліджень у господарстві «Літинське» налічувалося 141 голова ремонтних теличок різного вікового періоду та різного походження за батьком.

Проведеними дослідженнями встановлено, що жива маса всіх досліджених телиць відповідає стандарту породи (табл. 2). Однак виявлено, що телиці, дочки бугая Імаго 9727 (лінія Редада 711620016,77), на всіх етапах росту переважали за живою масою своїх ровесниць, дочок бугая Вікхта 75771 (лінія Хоррора 809706945,79) та Обрію 938 (лінія Стрейфа 120081,78).

2. Жива маса (кг) телиць залежно від віку та походження за батьком ($M \pm m$), кг

Вік тварин	Дочки бугая Імаго 937169727 (n = 59)		Дочки бугая Вікхта 75771 (n = 44)		Дочки бугая Обрію 938 (n = 38)	
	$M \pm m$	C_v , %	$M \pm m$	C_v , %	$M \pm m$	C_v , %
Новонар.	36,1 ± 0,4	2,5	34,6 ± 0,6	3,9	35,8 ± 0,5	2,1
3 міс.	110,1 ± 0,5	1,4	107,8 ± 1,3	3,2	108,9 ± 0,6	3,6
6 міс.	173,8 ± 1,2	3,8	168,7 ± 2,5	7,5	170,8 ± 1,5	4,3
9 міс.	232,4 ± 3,5	6,5	226,9 ± 2,7	3,1	231,7 ± 2,3	5,3

Так, їх жива маса в середньому становила: при народженні – 36,1 ± 0,4 кг, у 3 місяці – 110,1 ± 0,5 кг, у 6 місяців – 173,8 ± 1,2 кг, у 9 місяців – 232,4 ± 3,5 кг. У телиць порівнюваних груп означений показник був меншим на 1,5 і 0,3 кг при народженні, у 3 місяці – на 2,3 і 1,2 кг, у 6 місяців – на 5,1 і 3,0 кг та у 9 місяців – на 5,5 і 0,7 кг відповідно.

Важливим показником, за величиною якого можна характеризувати інтенсивність росту тварин, є середньодобовий

приріст живої маси. Найвищий середньодобовий приріст живої маси телиць встановлено в період від народження до 3 місяців. У середньому він становив: у дочок бугая Імаго 9727 (лінія Редада 711620016,77) – 804 г; у дочок бугая Вікхта 75771 (лінія Хоррора 809706945,79) – 795 г; у дочок Обрію 938 (лінія Стрейфа 120081,78) – 794 г. З віком спостерігали тенденцію зниження цього показника в період від 3 до 12 місяців.

У селекційній практиці молочного скотарства значну увагу приділяють оцінці та добору тварин за зовнішніми формами і пропорціями будови тіла [3, 25]. Будова тіла тварин насамперед свідчить про вираження порідних ознак і рівень молочної продуктивності, стан здоров'я тварини.

Інтенсивність росту і розвитку, зовнішній вигляд тварин дають певне уявлення про міцність конституції і їх здоров'я, допомагають судити про тип і напрям їх майбутньої продуктивності [4, 7, 8]. Водночас своєчасне виявлення і виключення із селекційного процесу тварин із серйозними хибамі і вадами екстер'єру запобігатимуть їх накопиченню в стадах і поширенню в породі, оскільки вони можуть призвести в наступних поколіннях до зниження продуктивності. Тому при створенні високопродуктивних стад доцільно використовувати бугаїв, дочки яких характеризуються високою інтенсивністю росту та відповідають параметрам будови тіла.

Щоб об'єктивно характеризувати конституцію тварин великої рогатої худоби, потрібно, як вважав М. М. Колесник, перш за все мати кількісні показники її оцінки, якими є проміри екстер'єру [12]. Така характеристика особливо важлива для оцінки будови тіла тварин, яку можна розглядати як результат певних ознак індивідуального розвитку. Міцність конституції молочних корів сприяє їх продуктивному довголіттю, що особливо важливо в сучасних умовах, коли спеціалізовані породи мають, в середньому, 2–2,5 лактації і, як наслідок, їх використання навіть за умови високих надоїв стає економічно не вигідним.

Найбільш важливими показниками, що характеризують стадо, є жива маса та будова тіла первісток, за якими можна визначити розвиток тварин та інтенсивність вирощування молодняку.

Вивчено будову тіла корів-первісток. Розвиток грудної клітки істотно залежить від рівня обхвату грудей за лопатками. На будову грудної клітки впливають також порода та умови вирощування молодняку. Для тварин молочно-м'ясної породи характерними ознаками екстер'єру є глибокі та широкі груди. Абсолютні проміри

обхвату грудей свідчать про добрий розвиток грудної клітки в телиць-первісток (табл. 3).

За показниками будови тіла піддослідні тварини відповідали цільовим параметрам ознак екстер'єру для тварин бажаного типу. Усі тварини досліджуваного господарства мають міцну, щільну конституцію.

3. Проміри корів-первісток, см

Проміри	Перша лактація ($n = 15$)	
	$M \pm m$	$C_v, \%$
Висота в холці	$135,2 \pm 0,63$	1,8
Глибина грудей	$70,1 \pm 0,50$	2,8
Ширина грудей	$46,7 \pm 0,29$	2,4
Коса довжина тулуба	$170,1 \pm 0,43$	1,0
Обхват грудей	$195,3 \pm 0,59$	1,2
Обхват п'ястка	$20,7 \pm 0,35$	6,5
Жива маса	$540 \pm 2,7$	5,5

Тварини, які в майбутньому характеризуються високими продуктивними і племінними якостями, вже від народження відзначаються високою живою масою, енергією росту і доброю тілобудовою та одержують високу оцінку екстер'єру.

Зв'язок між зовнішніми формами будови тіла та показниками продуктивності тварин особливо розкривається при застосуванні індексної оцінки екстер'єру. Використання індексів будови тіла дає змогу об'єктивно визначати розвиток окремих статей, їх вікову мінливість та продуктивно-типові відмінності, виділяти типи будови тіла та виявляти їх зв'язок із напрямом і рівнем продуктивності тварин в певних господарських умовах. Наприклад, для характеристики типових відмінностей тварин використовують індекс довгоногості (високоногості) та вираженості типу. Вираховані нами індекси свідчать, що телиці-первістки мають чітко виражений молочно-м'ясний тип (табл. 4).

Індекс збитості, або компактності, є відмінним показником масивності тварин у пропорційно-гармонійному співвідношенні обхвату грудей за лопатками до косої довжини тулуба та показником розвитку маси тіла, тому він характеризує як породні, так і типові й продуктивні якості тварин. Індекс збитості завжди вищий у тварин м'ясної худоби порівняно з молочними, оскільки чим об'ємніші груди

і довший тулуб, тим меншим буде індекс збитості. Цей індекс свідчить про належність корів-первісток до симентальської породи.

Про відносний розвиток скелета дає уявлення індекс костистості. Чим менший показник індексу, тим тонший кістяк оцінюваної тварини, і навпаки. Корови-первістки характеризуються кістяком, притаманним сименталям.

Отже, аналіз індексів будови тіла свідчить, що корови-первістки мають виражений молочно-м'ясний тип. Вони досить гармонійно розвинені за промірами статей тіла.

4. Індекси будови тіла корів-первісток, %

Назва індексу	Перша лактація (<i>n</i> = 15)
Довгоногості	48,6
Збитості	114,8
Костистості	15,2
Розтягнутості	125,8
Грудний	66,6

За даними оцінки молочної продуктивності господарства «Літинське», 22 корови мали надій від 4000 до 5000 кг молока, 73 корови – більше 6000 кг молока. З оцінених 112 корів у господарстві «Літинське» в селекційне ядро відібрано 68 голів (61%) із середньою продуктивністю 6164 ± 142 кг молока та вмістом жиру $4,00 \pm 0,07\%$ (табл. 5). Нині у стаді налічується 10 корів-рекордисток, які мають надій понад 6500 кг молока, 6 голів із них є дочками бугая Імаго 9727 (лінія Редада 711620016,77) (табл. 6).

Висновки. У племрепродукторі «Літинське» жива маса всіх досліджених телиць відповідає стандарту породи. Однак встановлено, що телиці, дочки бугая Імаго 9727 (лінія Редада 711620016,77), на всіх етапах росту переважали за живою масою своїх ровесниць, дочок бугая Вікхта 75771 (лінія Хоррора 809706945,79) та Обрію 938 (лінія Стрейфа 120081,78).

За показниками будови тіла піддослідні тварини відповідали цільовим параметрам ознак екстер'єру для тварин бажаного типу. Усі тварини досліджуваного господарства мають міцну, щільну конституцію, що свідчить про їх високу молочну продуктивність.

За даними оцінки молочної продуктивності господарства «Літинське», 22 корови мали надій від 4000 до 5000 кг молока, 73 корови – більше 6000 кг молока.

5. Молочна продуктивність і жива маса корів за останню закінчену лактацію

Група тварин	Усього, голів	Надій, кг		Молочний жир, %		Жива маса, кг	
		$M \pm m$	$C_v, \%$	$M \pm m$	$C_v, \%$	$M \pm m$	$C_v, \%$
У середньому щодо стада	112	6055 ± 243	10,5	4,00 ± 0,02	1,4	600 ± 1,6	1,4
за	15	4965 ± 96	18,6	3,89 ± 0,01	2,9	540 ± 2,4	2,3
лактаціями	20	5895 ± 189	27,7	4,00 ± 0,04	1,5	580 ± 3,8	1,7
II лактація	77	6310 ± 240	13,3	4,10 ± 0,03	6,1	650 ± 2,5	4,3
III лактація	68	6164 ± 142	12,4	4,00 ± 0,07	4,1	600 ± 1,7	1,7
у т. ч. селекційне ядро	9	4990 ± 228	20,7	3,90 ± 0,03	7,6	540 ± 3,2	1,3
за	11	5996 ± 90	15,4	4,00 ± 0,07	2,5	580 ± 3,1	5,1
лактаціями	48	6423 ± 157	14,1	4,10 ± 0,04	1,2	660 ± 2,5	5,0
III лактація							

Таб. 6. Молочна продуктивність і жива маса корів-рекордисток стада

Кличка та інд. номер корови	Кличка та інд. номер батька	Лактація	Надій, кг	Вміст та кількість			Жива маса, кг
				молочного жиру		молочного білка	
				%	кг		%
Малютка 4193	Імаго 9727	3	6495	4,2	273	3,4	221
Ластівка 2090	Обрій 938	3	6410	4,1	263	3,4	218
Лисичка 7302	Імаго 9727	3	6549	4,1	268	3,4	223
Стрілка 7304	Імаго 9727	4	6793	4,1	278	3,4	231
Крапка 1812	Обрій 938	5	6311	4,2	265	3,4	214
Казка 8970	Імаго 9727	6	6292	4,1	258	3,4	214
Мальвіна 8886	Імаго 9727	6	6809	4,2	286	3,5	238
Найда 8948	Віхт 75771	6	6490	4,1	266	3,4	266
Ліза 8841	Віхт 75771	7	6701	4,1	275	3,4	228
Ліза 4506	Імаго 9727	10	6601	4,1	271	3,4	224

Використання в генетичному процесі чистопородних елітних бугаїв зарубіжної селекції дає змогу значно підвищити генетичний потенціал та продуктивність стада.

Список використаної літератури

1. Башченко М. І., Рубан С. Ю. Сучасні методи селекції молочної худоби. *Розведення і генетика тварин*. 2011. Вип. 45. С. 3–7.
2. Братиук В. М. Пожиттева продуктивність та причини вибуття корів-нащадків бугаїв різних ліній. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2011. Вип. 53. Ч. II. С. 130–134.
3. Даньків В. Я., Дяченко О. Б., Когут М. І. Продуктивність корів-первісток симентальської комбінованої (молочно-м'ясної) породи залежно від походження за батьком. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 64. С. 155–161.
4. Даньків В. Я. Молочна продуктивність та екстер'єр корів симентальської комбінованої (молочно-м'ясної) породи залежно від походження за батьком. *Матеріали XIV Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів «Стан та перспективи розвитку агропромислового виробництва України»* (с. Соzonівка, 22 берез. 2018 р.). Соzonівка, 2018. С. 109–111.
5. Екстер'єр молочних корів: перспективи оцінки і селекції / Й. З. Сірацький та ін. Київ, 2001. 146 с.
6. Зубець М. В., Рубан С. Ю. Система племінної роботи як засіб виробництва при формуванні порід, що відповідають вимогам ринку. *Розведення і генетика тварин*. 2010. Вип. 44. С. 3–10.
7. Іляшенко Г. Д. Лінійна класифікація корів-первісток за екстер'єром та її зв'язок з молочною продуктивністю. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип. 55. С. 70–76.
8. Іляшенко Г. Д. Оцінка екстер'єру корів-первісток молочних порід. *Матеріали наук.-практ. конф., присвяч. 20-річчю факультету екології і права ЖНАУ, «Наука Освіта. Практика»*

References

1. Bashchenko M. I., Ruban S. Yu. Modern methods of breeding dairy cattle. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2011. Issue 45. P. 3–7.
2. Bratiuk V. M. Lifetime productivity and reasons for dropping offspring cows of different lines. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2011. Issue 53. Part II. P. 130–134.
3. Dankiv V. Ya., Diachenko O. B., Kohut M. I. Productivity of the first-calf cows Simmental combined (milk-meat) breed depending from origin by parent. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2018. Issue 64. P. 155–161.
4. Dankiv V. Ya. Dairy performance and exterior of Simmental mixed (milk-meat) cows, depending on parental origin. *Materialy XIV Vseukr. Nauk.-prakt. Konf. Molodykh vchenykh i spetsialistiv «Stan ta perspektyvy rozvytku ahropromysloвого vyrobnystva Ukrainy»* (s. Sozonivka, 22 berez. 2018 r.). Sozonivka, 2018. P. 109–111.
5. The exterior of dairy cows: prospects for evaluation and selection / Y. Z. Siratskyi et al. Kyiv, 2001. 146 p.
6. Zubets M. V., Ruban S. Yu. The breeding system as a means of production in formation of breeds that meet market requirements. *Rozvedennia i henetykatvaryn*. 2010. Issue 44. P. 3–10.
7. Iliashenko H. D. Linear classification of the first-calf cows by the exterior and its connection with dairy productivity. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2017. Issue 55. P. 70–76.
8. Iliashenko H. D. Evaluation of the exterior of first-born dairy cows. *Materialy nauk.-prakt. konf., prysviach. 20-richchiu fakultetu ekolohii i prava ZhNAU «Nauka Osvita. Praktyka»* (m. Zhytomyr, 12 zhovt. 2017 r.). Zhytomyr, 2017. P. 165–167.
9. Iliashenko H. D. Forming of economically useful traits of cows

(м. Житомир, 12 жовт. 2017 р.). Житомир, 2017. С. 165–167.

9. Ляшенко Г. Д. Формування господарськи корисних ознак корів залежно від походження за батьком. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип. 54. С. 50–58.

10. Інструкція з класифікації (оцінки) корів молочних і молочно-м'ясних порід за типом (проект) / Інститут розведення і генетики тварин. Київ, 2012. 22 с.

11. Коваль Т. П., Полупан Ю. П. Вплив ліній і споріднених груп на морфологічні особливості вим'я корів української червоної молочної породи. *Розведення і генетика тварин*. 2008. Вип. 42. С. 98–108.

12. Колесник Н. Н. Наследственность и конституция сельскохозяйственных животных. *Генетические основы селекции*. Москва : Наука, 1969. С. 94–113.

13. Котенджи Г. П. Оцінка телиць симентальської породи за живою масою та екстер'єром. *Вісник Сумського НАУ. Сер.: Тваринництво*. 2009. Вип. 10 (16). С. 52–57.

14. Кулешов П. Н. Теоретические работы по племенному животноводству. Москва : Сельхозгиз, 1947. 223 с.

15. Мельник Ю. Ф. Особливості екстер'єру бугайців м'ясних порід. *Розведення і генетика тварин*. 2008. Вип. 42. С. 164–186.

16. Методика лінійної класифікації корів молочних і молочно-м'ясних порід за типом / Л. М. Хмельничий та ін. Суми : Мрія-1, 2008. 28 с.

17. Молочна продуктивність симентальських первісток залежно від екстер'єрних типів та індексів / І. П. Петренко та ін. *Розведення і генетика тварин*. 2011. Вип. 45. С. 199–206.

18. Олешко В. П. Ефективність використання бугайв-плідників у племінних стадах молочної худоби. *Розведення і генетика тварин*. 2010. Вип. 44. С. 135–139.

19. Пелехатий М. С. Екстер'єрно-конституціональні особливості корів різних генотипів новостворених українських молочних порід. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 6. С. 45–51.

depending from origin by father. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2017. Issue 54. P. 50–58.

10. Instruction on classification (evaluation) of dairy and milk and meat cow breeds by type (draft) / *Instytut rozvedennia i henetyky tvaryn*. Kyiv, 2012. 22 p.

11. Koval T. P., Polupan Yu. P. Influence of lines and related groups on morphological features of udders of Ukrainian red dairy cows. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2008. Issue 42. P. 98–108.

12. Kolesnik N. N. Heredity and constitution of farm animals. *Genetic basis of breeding*. Moscow : Nauka, 1969. P. 94–113.

13. Kotendzhy H. P. Evaluation of Simmental heifers by live weight and exterior. *Visnyk Sumskoho NAU. Ser.: Tvarynnytstvo*. 2009. Issue 10 (16). P. 52–57.

14. Kuleshov P. N. Theoretical work on livestock breeding. Moscow : Selkhozgiz, 1947. 223 p.

15. Melnyk Yu. F. Features of the exterior of the bull-calf of meat breeds. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2008. Issue 42. P. 164–186.

16. The method of linear classification of cows of milk and meat-milk breeds by type / L. M. Khmelnychieta. Sumy : Mriia-1, 2008. 28 p.

17. Exterior and milk productivity of Simmental heifers depending on their exterior types and indices / I. P. Petrenko et al. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2011. Issue 45. P. 199–206.

18. Oleshko V. P. Efficiency of breeding bulls use in breeding herds of dairy cattle. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2010. Issue 44. P. 135–139.

19. Pelekhatyi M. S. Exterior-constitutional features of cows of different genotypes of newly created Ukrainian dairy breeds. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2006. No. 6. P. 45–51.

20. Plohinskij N. A. Biometrics guide for livestock specialists. Moscow : Kolos, 1969. 256 p.

21. Polupan Yu. P., Havrylenko M. S.

20. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва : Колос, 1969. 256 с.
21. Полупан Ю. П., Гавриленко М. С. Методика оцінки селекційно-генетичної ситуації у племінних стадах. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 8. С. 38.
22. Полупан Ю. П., Гавриленко М. С. Молочна продуктивність корів різних порід і типів. *Розведення і генетика тварин*. 2010. Вип. 44. С. 156–161.
23. Порхун М. Г., Копилов О. Д., Бірюкова О. Д. Аналіз генотипів плідників симентальської породи банку генетичних ресурсів тварин. *Розведення і генетика тварин*. 2011. Вип. 45. С. 217–222.
24. Почукалин А. Е. Симментальская порода скота на украинском Полесье. *Материалы II Междунар. науч.-практ. конф. «Научное обеспечение животноводства Сибири»*. Красноярск, 2018. С. 183–186.
25. Реєстрація ICAR : довідник / В. І. Ладика та ін. Суми : Сумський нац. аграрний ун-т, 2010. 457 с.
26. Різун О. В. Оцінка живої маси телиць різного походження в стаді ТОВ «Крок-УкрЗалізБуд». *Розведення і генетика тварин*. 2018. Вип. 55. С. 117–123.
27. Сельцов В. И. Экстерьерная оценка в системе разведения молочномышных пород. *Зоотехния*. 2006. № 1. С. 20–22.
28. Формування української симентальської м'ясної породи / І. В. Гузев та ін. *Розведення і генетика тварин*. 2010. Вип. 44. С. 26–28.
29. Хмельничий Л. М. Оцінка екстер'єру тварин в системі селекції молочної худоби. Суми : Мрія-1, 2007. 260 с.
30. Хмельничий Л. М., Полупан Ю. П. Рекомендації Міжнародного комітету з реєстрації тварин (ICAR) щодо методів оцінки будови тіла молочної худоби. *Розведення і генетика тварин*. 2010. Вип. 44. С. 203–207.
31. Хмельничий Л. М. Реалізація спадковості бугаїв-плідників у співвідносній мінливості лінійної оцінки з молочною продуктивністю корів у віковій
- Methods of estimation of breeding genetic situation in breeding herds. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2008. No 8. P. 38.
22. Polupan Yu. P., Havrylenko M. S. Dairy performance of cows of different breeds and types. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2010. Issue 44. P. 156–161.
23. Porkhun M. H., Kopylov O. D., Biriukova O. D. Analysis of Simmental breed sires genotype of the animal genetic resource bank. *Rozvedennia i henetykatvaryn*. 2011. Issue 45. P. 217–222.
24. Pochukalin A. E. Simmental breed of cattle in Ukrainian Polesie. *Materialy II Mezhdunar. nauk.-prakt. konf. «Nauchnoye obespecheniye zhyvotnovodstva Sibiri»*. Krasnoyarsk, 2018. P. 183–186.
25. ICAR Registration : handbook / V. I. Ladykaetal. Sumy : Sumskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet, 2010. 457 p.
26. Rizun O. V. Assessment of live weight of heifers of different origin in the herd TOV «Krok-UkrZalizBud». *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2018. Issue 55. P. 117–123.
27. Seltsov V. Y. Exterior evaluation in the breeding system of meat-milk breeds. *Zootekhnnya*. 2006. No. 1. P. 20–22.
28. Formation of Ukrainian Simmental meat breed / I. V. Huzivetal. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2010. Issue 44. P. 26–28.
29. Khmelnychy L. M. Assessment of the exterior of animals in the dairy cattle breeding system. Sumy : Mriia-1, 2007. 260 p.
30. Khmelnychy L. M., Polupan Yu. P. Recommendations of the International Committee for Animal Recording (ICAR) on methods for evaluating the body structure of dairy cattle. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2010. Issue 44. P. 203–207.
31. Khmelnychy L. M. Realization of heredity of breeding bulls in the relative variability of the liner assessment with the milk productivity of cows in the age dynamics of lactation. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2009. Issue 43. P. 329–339.
32. Khmelnychy L. M., Solohub A. M.,

динаміці лактацій. *Розведення і генетика тварин*. Київ : Аграрна наука, 2009. Вип. 43. С. 329–339.

32. Хмельничий Л. М., Сологуб А. М., Хмельничий С. Л. Лінійна оцінка бугаїв-плідників голштинської та української чорно-рябої молочних порід за екстер'єрним типом їхніх дочок. *Вісник СНАУ*. Сер.: Тваринництво. 2012. Вип. 12 (21). С. 3–9.

33. Черняк Н. Г. Оцінка бугаїв-плідників за лінійною оцінкою типу дочок української чорно-рябої молочної породи. *Вісник СНАУ*. Сер.: Тваринництво. 2017. Вип. 5 (1). С. 181–187.

34. Holstein catalogue. Ontario, 2004. January-August. 56 p.

35. Miesenberger J. Rinderzucht Osterreich in Moskau erfolgreich «Reider Fleckvieh in alle Welt». Ried. 2008. P. 4.

Khmelnchy S. L. Linear evaluation of bulls of Holstein and Ukrainian black-and-white dairy breeds by exterior type of their daughters. *Visnyk SNAU*. Seria: Tvarynnytstvo. 2012. Issue 12 (21). P. 3–9.

33. Chernyak N. G. Evaliate breeding bulls by a linear assessment of the type of daughters of the Ukrainian black-spotted young breed. *Visnyk SNAU*. Seria: Tvarynnytstvo. 2017. Issue. 5 (1). P. 181–187.

34. Holstein catalogue. Ontario, 2004. Jenuary-August. 56 p.

35. Miesenberger J. Rinderzucht Osterreich in Moskau erfolgreich «Reider Fleckvieh in alle Welt». Ried. 2008. P. 4.

Отримано 31.08.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-15

УДК 636.2.082

М. І. ПОЛУЛІХ, В. Д. ФЕДАК, кандидати сільськогосподарських наук

Г. В. ЛЬНИЦЬКА, науковий співробітник

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,

81115, e-mail: m.polulikh@gmail.com

ФОРМУВАННЯ М'ЯСНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ У БУГАЙЦІВ ПОЛІСЬКОЇ М'ЯСНОЇ ПОРОДИ РІЗНОЇ ЛІНІЙНОЇ НАЛЕЖНОСТІ

Здійснено порівняльний аналіз показників живої маси, інтенсивності масового та лінійного росту з 8 до 18-місячного віку, а також забійних та м'ясних якостей бугайців поліської м'ясної породи різної лінійної належності.

Встановлено перевагу за живою масою та лінійним ростом (висотою в холці і крижах, косою довжиною тулуба, шириною, глибиною та обхватом грудей) у тварин з лінії Каскадера 530 над аналогами з лінії Омара 814 ($P<0,05$; $P<0,01$). За показниками живої маси нащадки бугая Явора 4600235112 з лінії Каскадера 530 переважали своїх ровесників, нащадків бугая Колоса 460024303451 з лінії Омара 814, відповідно, на 5,8; 5,9; 3,3 та 3,5% у різні вікові періоди.

За промірами ширини, глибини та обхвату грудей за лопатками встановлено достовірну різницю у тварин – нащадків бугая Явора 4600235112 (лінія Каскадера 530), які переважали своїх ровесників – нащадків бугая Колоса 460024303451 (лінія Омара 814), відповідно, на 7,2; 6,9 та 2,9 см.

Проведенням контрольних забоїв бугайців встановлено, що вихід туші та забійний вихід у тварин поліської м'ясної породи з лінії Каскадера 530 становили 59,5 і 61,5%, що на 1,7 та 7,8%, відповідно, більше, ніж у тварин з лінії Омара 814. За морфологічним і сортовим складом яловичини (маса півтуші, м'язова тканина, кістки) бугайці лінії Каскадера 530 переважали аналогів лінії Омара 814 на 8–10%.

У результаті аналізу хімічного складу м'яса встановлено, що за вмістом сухої речовини, білка і жиру бугайці лінії Каскадера 530 як в середній пробі яловичини, так і в найдовшому м'язі спини переважали аналогів лінії Омара на 7–9%.

Отже, проведені дослідження з вивчення вагового та лінійного росту тварин, а також забійних показників та хімічного складу м'яса виявили, що тварини з лінії Каскадера 530 характеризуються міцнішою будовою тіла, більшою косою довжиною тулуба і заду, шириною і глибиною грудей, обхватом грудей за лопатками та, відповідно, мають краще виражені м'ясні

© Полуліх М. І., Федак В. Д.,
Льницька Г. В., 2020

форми порівняно з тваринами з лінії Омара 814. Надалі це дасть змогу проводити ефективний відбір та підбір бугаїв бажаних ліній, спрямовані на консолідацію стад та формування потрібних господарсько-корисних ознак поліської м'ясної породи.

Ключові слова: селекційно-генетична оцінка, ріст тварин, лінійний розвиток, забійні показники, м'ясна продуктивність.

Polulikh M., Fedak V., Ilnytska G.

Institute of agriculture of Carpathian region of NAAS

Formation of meat productivity in bulls of polissya meat breed different linear affiliation

A comparative analysis of live weight, intensity of mass and linear growth from 8 to 18 months of age, as well as slaughter and meat qualities of bulls of polissya meat breed of different linear affiliation is shown.

The preference for live weight and linear growth (height at the withers and buttocks, oblique length of the torso, width, depth and girth of the chest) in animals from the Cascade 530 line over analogues from the Omar line 814 ($P<0,05$; $P<0,01$) was established. In terms of live weight, the descendants of the bull Yavor 4600235112 from the line Cascader 530 outperformed their peers, the descendants of the bull Colos 460024303451 from the line Omar 814, respectively by 5,8, 5,9, 3,3 and 3,5% at different age periods.

Measurements of width, depth and girth of the chest behind the shoulder blades showed a significant difference in animals – descendants of the bull Yavor 4600235112 (line Cascader 530), which outperformed their peers – descendants of the bull Colos 460024303451 (line Omar 814) by 7,2, 6,9, and 2,9 cm respectively.

Control slaughter of bulls revealed that the carcassus yield and slaughter yield in polissya meat breed animals from the Cascader 530 line was 59,50 and 61,54%, which is 1,7 and 7,8% respectively more than in animals from the Omar 814 line. In terms of morphological and varietal composition of beef (carcassus weight, muscle tissue, bones) the bulls of the Cascader 530 line outperformed the Omar 814 line analogues by 8–10%.

According to the results of the chemical composition of meat, the content of dry matter, protein and fat of the Cascader 530 line bulls in both the average beef sample and in the longest back muscle sample prevailed over the Omar line analogues by 7–9%.

Thus, studied weight and linear growth of animals, as well as slaughter and chemical composition of meat showed that animals from the Cascade 530 line are characterized by a stronger body structure, greater oblique length of torso and buttocks, chest width and depth, chest girth at shoulder blades and, accordingly, have better pronounced meat forms compared to animals from the Omar 814 line. In the future, this will allow the effective selection of desirable lines bulls, aimed at herds consolidation and forming desirable economic and useful traits of polissya meat breed.

Key words: selectional-genetic assessment, animal growth, linear development, slaughter indicators, meat productivity.

Вступ. Важливою складовою виробництва яловичини є розведення м'ясних порід великої рогатої худоби [11, 13–21]. До таких порід слід зарахувати і поліську м'ясну породу [23]. Нині вона нараховує понад 3000 голів маточного поголів'я, затверджено понад 5 ліній і 18 родин [22, 23]. Тварин цієї породи розводять здебільшого в господарствах Житомирської, Рівненської і Львівської областей [4–23]. Селекційно-племінна робота з поліською м'ясною породою ведеться в напрямі прискореного генетичного поліпшення масиву популяції, інтенсивного приросту живої маси, добрих м'ясних форм, якості м'яса та пристосування тварин до природно-кліматичних і екологічних умов Західного регіону [23].

У поліській м'ясній породі створено лінії Ірису 559, Тонака 662, Каскадера 530, ведеться завершальна робота із затвердження ліній Омара 814, Пакета 93, Лайнера 65 [4, 23]. Усі родоначальники ліній пройшли двоетапну оцінку за власною продуктивністю та якістю нащадків й отримали такі результати:

– контрольний забій нащадків цих плідників виявив, що у 15 місяців вони мали забійний вихід майже 64%, вихід туші – майже 61%, у 18 місяців – 65–66% і 62–63% відповідно, що збігається зі стандартом породи [23];

– за будовою тіла тварини поліської м'ясної породи за екстер'єром наближаються до абердин-ангусів американської селекції: довгі, широкотілі, з великою головою і короткою шиєю, глибокою грудною кліткою, добре розвинутою задньою частиною тулуба, мають порівняно невисокі кінцівки, світлої масті [23].

Оскільки одиницею породи є стадо, у якому переважно ведеться робота з породою, тому воно як структурована частка потребує постійного аналізу селекційно-генетичної ситуації та комплексного підходу до удосконалення, а саме – розроблення системи заходів та програм, спрямованих на покращення селекційно-генетичного потенціалу стада, підвищення його м'ясної продуктивності та якості отриманої продукції [4–23].

Матеріали і методи. Дослідження проведено на бугайцях поліської м'ясної породи у ФГ «Білак» Самбірського району Львівської області. Рівень годівлі для обох груп тварин був однаковий впродовж постнатального періоду.

Ріст та розвиток молодняка, його лінійні проміри в постнатальному онтогенезі досліджували за методикою Й. З. Сірацького та інших (2001). Оцінку екстер'єрних та конституційних особливостей молодняка поліської м'ясної породи з

урахуванням його генотипу та будови тіла проводили за методикою Н. А. Кравченко (1973). Також вивчали окремі показники крові (кількість еритроцитів та вміст гемоглобіну, активність ензимів переамінування, вміст загального білку) – за напрацюваннями В. В. Влізла (2012). Забійні показники проводили за методиками ВІТа (1977), Ю. Ф. Мельника та інших (2010).

Статистичне опрацювання отриманих результатів досліджень здійснювали за методичними вказівками М. О. Плохінського (1970).

Під час вивчення постнатального розвитку молодняку поліської м'ясної породи було враховано рівень годівлі тварин різностатевих вікових груп за розробленими нормами Г. О. Богданова (1986).

Результати та обговорення. За результатами досліджень, проведених у ФГ «Білак», встановлено, що ріст та розвиток молодняку (бугайців) поліської м'ясної породи різної лінійної належності за однакових умов годівлі та утримання були неоднаковими. Так, бугайці, нащадки бугая Явора 4600235112 з лінії Каскадера 530, відзначалися більшою живою масою у 8, 12, 15 та 18-місячному віці (табл. 1). За цим показником вони переважали своїх ровесників, нащадків бугая Колоса 460024303451 з лінії Омара 814, відповідно, на 5,8; 5,9; 3,3 та 3,5%. Бугайці обох ліній переважали стандарт породи.

Дані наших досліджень свідчать про високі середньодобові прирости живої маси піддослідних тварин в обох групах (табл. 2).

За середньодобовими приростами живої маси нащадки бугая Колоса з лінії Омара 814 з 8 до 18-місячного віку поступалися ровесникам бугая Явора з лінії Каскадера 530. Однак у 15-місячному віці різниця за середньодобовими приростами була більшою в нащадків бугая Колоса (лінія Омара 814) і становила 88 г порівняно з нащадками Явора (лінія Каскадера 530).

Ріст живої маси є важливим показником в постнатальному розвитку, проте в породах худоби комбінованого та м'ясного напрямів продуктивності досить важко вдало селекціонувати поголів'я за живою масою, не враховуючи при цьому лінійну оцінку та екстер'єрно-конституційний тип. Тому ми подаємо лінійні проміри статей тіла бугайців поліської м'ясної породи з 8 до 18-місячного віку (табл. 3).

1. Жива маса піддослідних бугайців поліської м'ясної породи різних ліній, кг

Лінія	Батько	n	Вік, місяці		
			8	12	15
Омара 814	Колос 60024303451	20	255,9±4,67	384,3±5,13	456,5±8,30
Каскадера 530	Явір 4600235112	20	270,8±5,11	407,0±6,11	471,3±9,66
					560,4±10,32

2. Середньодобові прирости бугайців поліської м'ясної породи, г

Лінія	Бугай	n	Вік, місяці			
			8–10	10–12	12–15	15–18
Омара 814	Колос 60024303451	20	1,060	1,086	0,802	0,947
Каскадера 530	Явір 4600235112	20	1,090	1,185	0,714	0,990

Вивченням лінійного росту в піддослідних бугайців поліської м'ясної породи було встановлено, що бугайці з лінії Омара 814 упродовж всього періоду вирощування (з 8 до 18-місячного віку) дещо поступалися за промірами статей тіла аналогам з лінії Каскадера 530.

Піддослідний молодняк обох груп за косою довжиною тулуба, шириною і глибиною грудей та іншими показниками розвивався пропорційно. Однак з віковою мінливістю висотних промірів у 8-місячному віці суттєвої різниці між групами не встановлено. У 12-місячному віці виявлено достовірну різницю за промірами глибини та обхвату грудей за лопатками у тварин – нащадків бугая Явора (лінія Каскадера 530), які переважали своїх ровесників – нащадків бугая Колоса (лінія Омара 814), відповідно, на 3,2 та 5,0 см. Аналогічна тенденція за цими показниками спостерігалась і у 15–18-місячному віці.

Так, у 18-місячному віці також встановлено достовірну різницю за промірами ширини, глибини та обхвату грудей за лопатками у тварин – нащадків бугая Явора (лінія Каскадера 530), які переважали своїх ровесників – нащадків бугая Колоса (лінія Омара 814), відповідно, на 7,2; 6,9 та 2,9 см.

Лінійний ріст піддослідних тварин характеризують основні проміри статей тіла, про що свідчать дані таблиці 3. Так, за висотою в холці, висотою в крижах, глибиною і шириною грудей, обхватом грудей і п'ястка, напівобхватом заду вертикальним і горизонтальним бугайці лінії Каскадера 530 переважали аналогів лінії Омара 814 на 2–5,5%.

Особливості лінійного розвитку тіла молодняку наглядно відображають індекси будови тіла (табл. 4).

Таблиця 3. Проміри статей тіла бугайців польської м'ясної породи, см ($M \pm m$)

Проміри	Лісня											
	Омара 814 ($n=20$)						Каскадера 530 ($n=35$)					
	8 міс.	12 міс.	15 міс.	18 міс.	8 міс.	12 міс.	15 міс.	18 міс.				
Висота в холці	97,4±1,36	114,2±1,77	124,1±0,55	128,8±0,86	101,0±0,89	115,0±1,22	125,0±0,30	131,5±1,67				
Висота в крижах	100,8±0,24	120,6±1,33	128,6±0,67	135,8±1,36	104,8±0,97	121,4±1,50	130,3±0,40	137,0±1,52				
Ширина грудей	28,6±0,24	38,4±0,93	42,3±0,45	45,4±0,51	29,6±0,40	39,4±0,40	44,0±0,7	48,7±0,81*				
Глибина грудей	47,0±0,77	58,8±1,32	63,2±0,78	67,9±0,86	48,0±0,71	62,0±0,89*	66,9±0,38*	72,6±0,68**				
Коса довжина тулуба	99,8±1,46	124,8±2,33	137,3±0,99	157,3±0,37	105,2±0,73	128,8±1,16	141,3±0,37	160,6±2,80				
Ширина в клубках	30,0±0,71	39,8±0,86	43,5±1,12	44,2±0,37	31,4±0,40	40,8±1,07	44,1±0,41	45,2±0,49				
Напівобхват заду (вертикальний)	100,4±0,81	127,6±1,21	131,4±1,17	144,8±0,74	101,2±0,49	129,4±1,57	133,4±1,57	147,8±1,59				
Напівобхват заду (горизонтальний)	77,0±0,55	101,6±0,93	106,5±0,71	115,0±0,71	80,0±1,30	102,8±0,73	107,7±0,93	116,4±1,86				
Обхват грудей за лопатками	123,2±2,22	166,2±1,27	175,1±1,38	184,4±1,33	130,4±2,42	171,2±1,56*	180,1±0,60*	189,8±1,65**				
Обхват п'ястка	15,6±0,24	19,2±0,20	21,1±0,24	22,6±0,24	15,8±0,20	19,3±0,20	21,7±0,18	23,6±0,40				

Примітки. * $P < 0,05$. ** $P < 0,01$.

4. Індекси будови тіла бугайців польської м'ясної породи, %

Промір	Лінія														
	Омара 814 (n=20)							Каскадера 530 (n=35)							
	8 міс.	12 міс.	15 міс.	18 міс.	8 міс.	12 міс.	15 міс.	18 міс.	8 міс.	12 міс.	15 міс.	18 міс.			
Довгоногості	51,74	48,51	48,67	50,89	52,47	46,09	46,48	48,90	104,16	112,00	113,04	112,38	144,08	93,4	73,60
Розтягнутості	102,46	109,28	110,64	111,31	129,11	148,87	144,08	93,4	61,67	63,55	65,77	73,60	127,46	134,04	150,63
Масивності	126,49	145,53	141,10	91,0	74,67	133,10	148,14	148,14	100,2	112,5	106,72	150,63	17,36	18,73	18,73
Грудний	60,85	65,31	64,41	74,67	61,67	63,55	65,77	73,60	120,01	133,17	127,53	133,10	121,40	134,92	127,46
Збитості (компактності)	120,01	133,17	127,53	133,10	121,40	134,92	127,46	134,04	97,4	111,73	105,88	148,14	100,2	112,5	106,72
М'яності (Грегорі)	97,4	111,73	105,88	148,14	100,2	112,5	106,72	150,63	16,02	16,81	17,00	18,25	15,64	16,78	17,36
Костистості	16,02	16,81	17,00	18,25	15,64	16,78	17,36	18,73							

За індексами будови тіла молодняка, а саме розтягнутості, масивності та м'ясності (Грегорі), виявлено перевагу також у бугайців з лінії Каскадера 530 у 12 та 15-місячному віці. Це може свідчити про те, що у тварин з лінії Каскадера 530 більш обмускулений тулуб та краще виражені м'ясні форми, ніж у їхніх ровесників з лінії Омара 814.

За основними індексами будови тіла у 18 місяців є незначна перевага тварин лінії Каскадера 530 над аналогами лінії Омара 814.

Ми також вивчали окремі фізіологічні показники крові в бугайців згаданих ліній у 18-місячному віці (табл. 5). Важливими показниками, які характеризують рівень обмінних процесів в організмі тварин, є вміст еритроцитів і насиченість їх гемоглобіном.

5. Біохімічні показники крові бугайців поліської м'ясної породи у 18-місячному віці

Показник крові	Лінія	
	Омара 814 (n = 5)	Каскадера 530 (n = 5)
	18 міс.	18 міс.
Вміст еритроцитів у крові, 10^{12} л	8,12±0,09	8,43±0,2
Вміст гемоглобіну в крові бугайців, г/л	124,5±1,24	126,3±1,99
Вміст загального білка в сироватці крові, г/л	75,38±1,42	79,51±0,53
Активність аспаратамінотрансферази в сироватці крові, од./л	38,5±1,24	42,1±1,33
Активність аланінамінотрансферази в сироватці крові, од./л	24,1±1,25	26,3±1,11

Одержані результати свідчать, що істотної різниці між групами бугайців не виявлено, однак за вмістом еритроцитів та вмістом гемоглобіну бугайці лінії Каскадера переважали аналогів лінії Омара на 1,5–4,0%. За вмістом загального білка в сироватці крові бугайці лінії Каскадера також переважали бугайців з лінії Омара на 5,5–6,0%.

За активністю ферментів переамінування АСТ і АЛТ незначна перевага була також у бугайців – нащадків бугая Явора лінії Каскадера 530.

Отже, за рівнем синтетичних та обмінних процесів в організмі бугайці лінії Каскадера дещо переважали бугайців з лінії Омара, а біохімічні показники крові обох груп трималися в межах фізіологічних коливань або незначно перевищували їх.

За ростом маси тіла, лінійним розвитком, основними біохімічними показниками крові бугайці лінії Каскадера 530 переважали аналогів лінії Омара 814 у віці 18 місяців.

Також було проведено контрольний забій бугайців різних ліній на м'ясокомбінаті ФГ «Білак» у віці 20 місяців. За основними забійними показниками значну перевагу мали бугайці лінії Каскадера 530 над аналогами лінії Омара 814 (табл. 6).

6. Забійні показники бугайців поліської м'ясної породи різних ліній ($M \pm m$)

Показник	Лінія	
	Омара 814 ($n = 3$)	Каскадера 530 ($n = 3$)
Жива маса перед забоєм, кг	590,35±4,23	630,14±5,77
Маса парної туші, кг	345,35±3,17	374,93±6,14*
Маса внутрішнього жиру, кг	11,70±0,29	12,80±0,63
Забійна маса, кг	357,00±3,11	387,89±5,11*
Забійний вихід, %	57,08	61,54
Вихід туші, %	58,49	59,50
Вихід внутрішнього жиру, %	1,48	2,05

Примітка. * $P < 0,01$.

Морфологічний склад півтуш був також вищий у бугайців лінії Каскадера 530 порівняно з аналогами лінії Омара 814 (табл. 7).

7. Морфологічний склад туш бугайців поліської м'ясної породи різних ліній у 20 місяців ($M \pm m$)

Показник	Лінія	
	Омара 814 ($n = 3$)	Каскадера 530 ($n = 3$)
Маса півтуші, кг	178,50±2,11	193,90±1,52**
%	100,00	100,00
М'язова тканина, кг	134,57±2,50	150,25±2,89*
%	75,39	77,49
Кістки, кг	38,56±1,40	39,48±1,12
%	22,16	20,36
Жир, кг	4,37±0,11	4,17±0,12
%	3,35	3,59

Примітки. * $P < 0,05$. ** $P < 0,01$.

За сортовим складом (табл. 8) бугайці лінії Каскадера 530 також переважали аналогів лінії Омара 814 на 8–10%.

8. Сортний склад туш бугайців поліської м'ясної породи різних ліній у 20 місяців ($M \pm m$)

Показник	Лінія	
	Омара 814 ($n = 3$)	Каскадера 530 ($n = 3$)
Маса півтуші, кг	178,50±2,00	193,90±4,01*
%	100,00	100,00
Перший сорт, кг	107,10±3,00	119,30±4,60**
%	60,51	61,42
Другий сорт, кг	60,06±0,60	61,16±1,45**
%	33,65	34,81
Третій сорт, кг	10,42±0,70	13,91±0,21
%	5,84	6,71

Примітки. * $P < 0,05$. ** $P < 0,01$.

За вмістом сухої речовини, білка і жиру бугайці лінії Каскадера 530 як в середній пробі яловичини, так і в найдовшому м'язі спини переважали аналогів лінії Омара на 7–9% (табл. 9).

Отже, за ростом маси тіла, лінійним розвитком, основними біохімічними показниками крові, забійними складниками молодняк (бугайці) лінії Каскадера 530 значно переважав аналогів лінії Омара 814. Це свідчить про те, що нащадки лінії Каскадера 530 мають вищий генетичний потенціал росту маси тіла, що в кінцевому рахунку позначилось на забійних показниках та якості яловичини.

Висновки. Встановлено перевагу за живою масою та лінійним ростом (висотою в холці і крижах, косою довжиною тулуба, шириною, глибиною та обхватом грудей) у тварин з лінії Каскадера 530 над аналогами з лінії Омара 814 ($P < 0,05$; $P < 0,01$). За показниками живої маси нащадки бугая Явора 4600235112 з лінії Каскадера 530 переважали своїх ровесників – нащадків бугая Колоса 460024303451 з лінії Омара 814, відповідно, на 5,8; 5,9; 3,3 та 3,5% у різні вікові періоди.

За промірами ширини, глибини та обхвату грудей за лопатками встановлено достовірну різницю у тварин – нащадків бугая Явора 4600235112 (лінія Каскадера 530), які переважали своїх ровесників – нащадків бугая Колоса 460024303451 (лінія Омара 814), відповідно, на 7,2, 6,9 та 2,9 см.

9. Хімічний склад м'якоті туш бугайців польської м'ясної породи різних ліній у 20 місяців ($M \pm m$)

Лінія	Вода, %	Суша речовина, %	Сирій протеїн, %	Сирій жир, %	Зола, %	Калорійність 1 кг м'яса, КДж
Середня проба яловичини						
Омара 814 ($n = 3$)	71,04±0,67	28,9±0,67	19,44±0,31	8,61±0,36	0,91±0,018	6702±189,51
Каскадера 530 ($n = 3$)	66,94±0,86	33,1±0,86**	21,83±0,29	10,28±0,56**	0,94±0,001	7943±427,00**
Найдовший м'яз спини						
Омара 814 ($n = 3$)	77,19±0,46	22,8±0,46	20,30±0,44	1,68±0,015	0,83±0,015	4147±81,00
Каскадера 530 ($n = 3$)	74,60±0,25	25,4±0,25*	22,77±0,21	1,76±0,044	0,87±0,009*	4605±51,68

Примітки. * $P < 0,05$. ** $P < 0,01$.

Проведенням контрольних забоїв бугайців встановлено, що вихід туші та забійний вихід у тварин поліської м'ясної породи з лінії Каскадера 530 становили 59,50 і 61,54%, що на 1,7 та 7,8%, відповідно, більше, ніж у тварин з лінії Омара 814. За морфологічним і сортовим складом яловичини (маса півтуші, м'язова тканина, кістки) бугайці лінії Каскадера 530 переважали аналогів лінії Омара 814 на 8–10%.

За результатами хімічного складу м'яса встановлено, що за вмістом сухої речовини, білка і жиру бугайці лінії Каскадера 530 як в середній пробі яловичини, так і в найдовшому м'язі спини переважали аналогів лінії Омара на 7–9%.

Наведені в цій статті результати надалі дадуть змогу проводити ефективний відбір та підбір бугаїв лінії Каскадера 530, спрямовані на консолідацію стад та формування бажаних господарсько корисних ознак поліської м'ясної породи.

Список використаної літератури

1. Бабенко О. І., Олешко В. П., Афанасенко В. Ю. Прогнозований генетичний прогрес у популяціях молочної худоби за використання різних методик оцінки і відбору тварин. *Розведення і генетика тварин*. 2016. Вип. 51. С. 27–34.
2. Басовський Д. М. Методичні підходи щодо оцінки генетичної цінності бугаїв молочних порід за комплексом ознак у Північній Америці. *Розведення і генетика тварин*. Київ, 2014. Вип. 48. С. 18–23.
3. Башченко М. І., Рубан С. Ю. Сучасні методи селекції молочної худоби. *Розведення і генетика тварин*. 2011. Вип. 45. С. 3–7.
4. Вдовиченко Ю. В., Шпак Л. В. Поліська м'ясна порода великої рогатої худоби та її знам'янський внутрішньопородний тип. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 8. С. 30–34.
5. Відгодівельні та м'ясні якості бугайців знам'янського внутрішньопородного типу поліської м'ясної породи великої рогатої худоби / Ю. В. Вдовиченко та ін. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2014. Вип. 7. С. 83–92.
6. Вплив екогенетичного походження на адаптаційну здатність імпортованих голштинів у Придніпров'ї / М. П. Високос та ін. *Біологія тварин*. 2010. Т. 12. № 2. С. 350–353.

References

1. Babenko O. I., Oleshko V. P., Afanasenko V. Yu. Predicted genetic progress in dairy cattle populations using different methods of assessment and selection of animals. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2016. Vol. 51. P. 27–34.
2. Basovsky D. M. Methodical approaches to assessing the genetic value of dairy bulls by a set of traits in North America. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. Kyiv, 2014. Vol. 48. P. 18–23.
3. Bashchenko M. I., Ruban S. Yu. Modern methods of breeding dairy cattle. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2011. Vol. 45. P. 3–7.
4. Vdovychenko Yu. V., Shpak L. V. Polissya meat breed of cattle and its Znamyansky intrabreed type. *Visnyk ahramoï nauky*. 2012. No. 8. P. 30–34.
5. Fattening and meat quality of Znamyansky interbreed bulls type of Polissian meat breed cattle / Yu. V. Vdovychenko et al. *Naukovyi visnyk «Askaniia-Nova»*. 2014. Vol. 7. P. 83–92.
6. Influence of ecogenetic origin on the adaptive capacity of imported Holsteins in the Dnieper region / M. P. Vysokos ta in. *Biologhiia tvaryn*. 2010. T. 12. No. 2. P. 350–353.
7. Exterior of dairy cows: prospects for evaluation and selection / Y. Z. Siratskyi et al. *Metodyky naukovykh doslidzhen iz*

7. Екстер'єр молочних корів: перспективи оцінки і селекції / Й. З. Сірацький та ін. *Методики наукових досліджень із селекції, генетики та біотехнології у тваринництві*. 2001. 146 с.
8. Єфіменко М. Я., Подоба В. Є., Братушка Р. В. Перспективи розвитку української чорно-рябої молочної породи. *Тваринництво України*. 2014. № 10. С. 10–14.
9. Зв'язок тривалості та ефективності довічного використання корів з окремими ознаками первісток / М. В. Гладій та ін. *Розведення і генетика тварин*. 2015. Вип. 50. С. 28–39.
10. Козир В. С. Вікова динаміка виходу продуктів забою абердин-ангуської худоби. *Тваринництво України*. 2015. № 1–2. С. 9–14.
11. Козир В. С., Коваленко В. П., Геккієв А. Д. Стан та перспективи племінної роботи в молочному скотарстві Півдня України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. С. 159–172.
12. Козир В. С. Коефіцієнт мармуровості як показник якості яловичини. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 1. С. 34–38.
13. Козир В. С., Соловійов М. І. Порівняльна оцінка худоби заводських типів української м'ясної породи. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. № 6 (70). 11 с.
14. Козир В. С. Характеристика яловичини м'ясних, комбінованих і молочних порід худоби. *Тваринництво України*. 2013. № 7–8. С. 26–29.
15. Кравченко Н. А. Разведение сельскохозяйственных животных. 1973. 496 с.
16. Мазур Н. П., Федорович Є. І., Федорович В. В. Продуктивне довголіття молочної худоби за різних методів розведення. *Розведення і генетика тварин*. Київ, 2018. Вип. 55. С. 102–112.
17. Найдьонова, В. О., Омельченко Л. О. Використання генофонду південної м'ясної породи великої рогатої худоби як шляху до створення галузі м'ясного скотарства. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 11. С. 43–46.
18. Yefimenko M. Ya., Podoba V. Ye., Bratushka R. V. Perspectives of the development of Ukrainian black-and-white dairy breed. *Tvarynnytstvo Ukrainy*. 2014. No. 10. P. 10–14.
9. The relationship between the duration and effectiveness of lifelong use of cows with some features of the firstborn / M. V. Hladii ta in. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2015. Vol. 50. P. 28–39.
10. Kozyr V. S. Age dynamics of slaughter products yield of Aberdeen-Angus cattle. *Tvarynnytstvo Ukrainy*. 2015. No. 1–2. P. 9–14.
11. Kozyr V. S., Kovalenko V. P., Hekkiiev A. D. Status and prospects of breeding in dairy farming in southern Ukraine. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2017. P. 159–172.
12. Kozyr V. S. Coefficient of marbling as an indicator of beef quality. *Visnyk ahranoi nauky*. 2015. № 1. P. 34–38.
13. Kozyr V. S., Soloviov M. I. Comparative evaluation of cattle of factory types of Ukrainian meat breed. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2017. No. 6 (70). 11 p.
14. Kozyr V. S. Characteristics of beef of meat, combined and dairy breeds of cattle. *Tvarynnytstvo Ukrainy*. 2013. No. 7–8. P. 26–29.
15. Kravchenko N. A. Breeding of farm animals. 1973. 496 p.
16. Mazur N. P., Fedorovych Ye. I., Fedorovych V. V. Productive longevity of dairy cattle by different breeding methods. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. Kyiv. 2018. Vol. 55. P. 102–112.
17. Naidonova V. O., Omelchenko L. O. The use of the gene pool of the southern meat breed of cattle as a way to create a meat industry. *Visnyk ahranoi nauky*. 2011. No. 11. P. 43–46.
18. Polissya beef breed of cattle / Yu. V. Vdovychenko ta in. *Ahrarnyi visnyk Prychornomor'ia*. 2011. Vol. 58. P. 107–112.
19. Polupan Yu. P. The efficiency of lifelong use of cows: to the method of grouping and the influence of conditional

18. Поліська м'ясна порода великої рогатої худоби / Ю. В. Вдовиченко та ін. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2011. Вип. 58. С. 107–112.
19. Полупан Ю. П. Ефективність довічного використання корів: до методики групування і впливу умовної кровності. *Розведення і генетика тварин*. 2014. Вип. 48. С. 98–113.
20. Полупан Ю. П. Онтогенетичні особливості формування екстер'єру молодняка. *Розведення і генетика тварин*. Київ, 2016. Вип. 52. С. 63–68.
21. Почукалін А. Є. Селекційний процес у м'ясному скотарстві. *Розведення і генетика тварин*. 2010. № 44. С. 161–164.
22. Селекційне надбання м'ясного скотарства України: знам'янський внутрішньопородний тип поліської м'ясної породи / А. Є. Почукалін та ін. *Розведення і генетика тварин*. 2016. Вип. 52. С. 94–108.
23. Спека С. С., Шаловило С. Г., Бойко А. О. Стан галузі м'ясного скотарства та обґрунтування доцільності створення крупного типу в поліській м'ясній породі. *Наук. вісник ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького*. Т. 13. № 4 (50). Ч. 3. 2011. С. 301–305.
24. Ставецька Р., Рудик І. Молочна продуктивність української чорно-рябої худоби: селекційні особливості. *Тваринництво України*. 2011. № 11. С. 18–22.
25. Стан і перспективи порідного удосконалення молочного скотарства і відновлення системи селекції бугаїв / М. І. Башченко та ін. *Розведення і генетика тварин*. 2012. Вип. 46. С. 79–83.
26. Стан і перспективи розвитку молочного скотарства України / М. І. Башченко та ін. *Розведення і генетика тварин*. Київ, 2017. Вип. 54. С. 6–14.
27. Угнівенко А. М. Морфологічний склад анатомічних частин півтуш бичків за різної вираженості м'ясних форм. *Сб. наук. тр. Sworld*. Сер.: Сільське господарство. 2015. Т. 11. Вип. 3 (40). С. 31–35.
28. Угнівенко А. М. Щодо скороспілості бугаїв м'ясних порід. *Наук. вісник НУБіП України*. Сер.: Технологія виробництва і blood. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2014. Vol. 48. P. 98–113.
20. Polupan Yu. P. Ontogenetic features of the formation of the exterior of young animals. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. Kyiv. 2016. Vol. 52. P. 63–68.
21. Pochukalin A. Ye. Selection process in beef cattle breeding. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2010. No. 44. S. 161–164.
22. Selection heritage of meat cattle breeding of Ukraine: znamyansky intrabreed type of polissya meat breed / A. Ye. Pochukalin ta in. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2016. Vol. 52. P. 94–108.
23. Speka S. S., Shalovylo S. H., Boiko A. O. The state of the meat industry and justification of the feasibility of creating a large type in the Polissya meat breed. *Naukovi visnyk LNUVMBT im. S. Z. Gzhytskoho*. Vol. 13. No. 4 (50). Ch. 3. 2011. P. 301–305.
24. Stavetska R., Rudyk I. Dairy productivity of Ukrainian black-motley cattle: selection features. *Tvarynnytstvo Ukrainy*. 2011. No. 11. P. 18–22.
25. State and prospects of pedigree improvement of dairy cattle breeding and restoration of the system of selection of bulls / M. I. Bashchenko ta in. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2012. Vol. 46. P. 79–83.
26. State and prospects of development of dairy cattle breeding in Ukraine / M. I. Bashchenko ta in. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. Kyiv, 2017. Vol. 54. P. 6–14.
27. Uhnivenko A. M. Morphological composition of anatomical parts of bull carcasses with different severity of meat forms: scientific. *Tr. sworld*. Ser.: Silske hospodarstvo. 2015. T. 11. Vol. 3 (40). P. 31–35.
28. Uhnivenko A. M. Regarding precocity of beef bulls. *Naukovi visnyk NUBiP Ukrainy*. Serii: Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktii tvarynnytstva. Kyiv, 2015. Vol. 205. P. 411–420.
29. Ukrainian red-motley dairy breed – the result of the implementation of a new theory in animal husbandry / A. P. Kruhliak ta in. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2015. Vol. 50. P. 39–48.

переробки продукції тваринництва. Київ, 2015. Вип. 205. С. 411–420.

29. Українська червоно-ряба молочна порода – результат реалізації нової теорії у скотарстві / А. П. Круляк та ін. *Розведення і генетика тварин*. 2015. Вип. 50. С. 39–48.

30. Федорович В. В. Селекційно-генетичні та біологічні особливості тварин заводських і локальних молочних та молочно-м'ясних порід худоби в умовах Західного регіону України : дис. ... д-ра біол. наук : спец. 06.02.01. Чубинське, 2015. 455 с.

31. Федорович Є. І., Ільницька О. Ю., Бабік Н. П. Молочна продуктивність високопродуктивних корів та їх потомків прикарпатського внутрішньопородного типу української червоно-рябої молочної породи. *Розведення і генетика тварин*. Київ, 2016. Вип. 52. С. 119–128.

32. Формування м'ясної продуктивності у тварин різних порід великої рогатої худоби, яких розводять в Україні / Ю. Ф. Мельник та ін. ; за ред. Й. З. Сірацького, Є. І. Федорович. 2010. 400 с.

33. Хмельничий Л. М., Лобода В. П. Оцінка корів української червоно-рябої молочної породи за промірами та індексами будови тіла. *Наук.-техн. бюлетень Ін-ту тваринництва НААН*. Харків, 2013. Ч. 1. С. 309–313.

34. Черненко О. М. Оцінка високопродуктивних голштинських корів за екстер'єрним типом та розвитком грудного відділу. *Наук. вісник ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького*. Львів, 2015. № 1 (61). С. 263–271.

35. Effect of slaughter weight on the carcass value of young crossbred ("Polish Holstein Friesian" x "Limousin") steers and bulls / Z. Nogalski [et al.]. *Chilean J. Agric. Res.* 2014. Vol. 74. No. 1. P. 59–66.

36. The effect of slaughter weight and fattening intensity on changes in carcass fatness in young Holste in Friesian bulls / Z. Nogalski et al. *Italian J. Anim. Sci.* 2014. Vol. 13. P. 66–72.

30. Fedorovych V. V. Selection-genetic and biological features of animals of factory and local dairy and dairy-meat breeds of cattle in the conditions of the western region of Ukraine : dis. for science. degree of dr. biol. Science : special. 06.02.01. Chubynske, 2015. 455 p.

31. Fedorovych Ye. I., Ilynytska O. Yu., Babik N. P. Dairy productivity of highly productive cows and their descendants of the Carpathian intrabreed type of the Ukrainian red-motley dairy breed. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. Kyiv, 2016. Vol. 52. P. 119–128.

32. Formation of meat productivity in animals of different breeds of cattle, which are breed in Ukraine / Yu. F. Melnyk et al. ; za red. Y. Z. Siratskoho, Ye. I. Fedorovych. 2010. 400 p.

33. Khmelnychiy L. M., Loboda V. P. Estimation of cows of Ukrainian red-motley dairy breed by measurements and body structure indices. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN*. Kharkiv. 2013. Ch. 1. P. 309–313.

34. Chernenko O. M. Assessment of high productive Holstein cows by exterior type and thorax development. *Naukovyi visnyk LNUVMBT im. S. Z. Gzhytskoho*. Lviv, 2015. No. 1 (61). P. 263–271.

35. Effect of slaughter weight on the carcass value of young crossbred ("Polish Holstein Friesian" x "Limousin") steers and bulls / Z. Nogalski et al. *Chilean J. Agric. Res.* 2014. Vol. 74. No. 1. P. 59–66.

36. The effect of slaughter weight and fattening intensity on changes in carcass fatness in young Holste in Friesian bulls / Z. Nogalski et al. *Italian J. Anim. Sci.* 2014. Vol. 13. P. 66–72.

Отримано 05.06.2020

DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-16

УДК 638.145.4:612.397.23

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 ГРУДЕЙ ТА ПРОДУКТИВНІ ОЗНАКИ БДЖІЛ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ З РІЗНОЮ КІЛЬКІСТЮ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ

Відсутність у літературі даних щодо вмісту найбільш активних неестерифікованих насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у тканинах медоносних бджіл залежно від їх кількості та складу в кормі обумовила актуальність обраної теми.

Метою досліджень є встановлення зв'язку між складом неестерифікованих жирних кислот в тканинах грудей та продуктивними ознаками медоносних бджіл за різної кількості соняшnikової олії в кормовій добавці.

Експериментальні дослідження 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 днів щотижня отримували кормову добавку, яка складалася із 100 г знежиреного борошна з бобів натуральної сої та 100 г цукрового сиропу (відношення цукру до води 1:1). Бджолині сім'ї I і II дослідних груп додатково до цієї кормової добавки отримували соняшникову олію в кількості, відповідно, 10 і 20 г на бджолосім'ю на тиждень. Під час проведення досліду контролювали відтворну здатність маток і медову продуктивність робочих бджіл. По завершенню досліду для лабораторних досліджень були відібрані зразки тканин медоносних бджіл. У тканинах грудей медоносних бджіл методом газоріднинної хроматографії визначали вміст неестерифікованих жирних кислот.

Встановлено, що в результаті додавання до кормової добавки, яка складається із знежиреного соєвого борошна та цукрового сиропу, соняшnikової 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 соняшnikовою олією, приводить до зменшення концентрації неестерифікованих насичених,

мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у тканинах грудей медоносних бджіл I та II дослідних груп. При цьому в тканинах грудей наведених вище бджіл зменшується співвідношення вмісту неестерифікованих поліненасичених жирних кислот родини ω -3 до поліненасичених жирних кислот родини ω -6. У кінцевому результаті в бджолиних маток згадуваних груп зростає яйцекладка, а в робочих бджіл – медова продуктивність.

Ключові слова: медоносні бджоли, кормова добавка, жирні кислоти, відтворна здатність маток, медова продуктивність бджіл.

Saranchuk I.

Bukovinian state agricultural experimental station of Institute of agriculture of Carpathian region of NAAS

The level of non-esterified fatty acids in bee thorax tissue and productive traits at food additive feeding with different amounts of sunflower oil

The relevance of the chosen topic is due to the absence of data in literature concerning the amount of most active non-esterified saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids in honey bees tissues depending on the formers' quantity and composition in a feed.

The research goal is to establish a connection between the non-esterified fatty acids composition in thorax tissues and honey bees productive traits at various quantity of sunflower oil in a feed additive.

The experimental trials have been conducted in spring-summer period on clinically healthy bees of Carpathian breed. By principle of analogues, 3 groups of bee families have been formed (3 bee families in each group). Every week, during the period of 36 days, the families of control group has been feeded a supplement consisting of 100 g defatted natural soybeans flour and 100 g sugar syrup (correlation sugar-water 1:1). The families of I and II trial groups have been getting additionally sunflower oil in amount respectively 10 and 20 g per bee family per week. During the trial, the queens' reproductive ability and workers' honey productivity have been controlled. After the trial completion, bees tissue samples have been taken for laboratory tests. In bee thorax tissues, the non-esterified fatty acids content has been determined by gas-liquid chromatography method.

It is established, that as a result of adding 10 and 20 g of sunflower oil to a feed consisting of defatted natural soy beans flour and sugar syrup, the content of saturated, monounsaturated, and particularly polyunsaturated fatty acids in the feed additive increases dose-dependently – in fatty acid composition of total lipids, as well as in composition of non-esterified fatty acids. Feeding of the food supplement, enriched with sunflower oil, causes decrease in concentration of non-esterified saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids in honey bees thorax tissues of experimental groups I and II. Herewith, in thorax tissue of the above-mentioned bees, the correlation of family ω -3 non-esterified polyunsaturated fatty acids content to family ω -6 polyunsaturated fatty acids decreases. 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, fatty acids, queen bees reproductive ability, honey productivity of bees.

Вступ. Аналіз наявної літератури свідчить про прямий зв'язок між кількістю й складом жирних кислот у кормі та жирнокислотним складом і проникливістю тканин медоносних бджіл для різноманітних водорозчинних сполук [16, 19]. Це зумовлено тим, що кількість і склад жирних кислот у кормі прямо та дуже швидко впливають на жирнокислотний склад і функціональну активність клітинних мембран [7, 12, 17, 24, 25, 27, 28]. Зокрема, жирнокислотний склад клітинних мембран є основним фактором, що впливає на інтенсивність переходу різноманітних сполук, у тому числі 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 систем та процес окиснення.

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, 27–30]. Жирні кислоти залежно від кількості та складу можуть змінювати забезпеченість організму бджіл енергетичним, структурним і біологічно активним матеріалом [6, 9, 13, 16, 17, 19, 20, 29]. Це зумовлено тим, що тканини бджіл за допомогою ензимних систем здатні синтезувати тільки насичені та мононенасичені довголанцюгові жирні кислоти. Тканини бджіл не можуть синтезувати довголанцюгові поліненасичені жирні кислоти [3, 7, 21, 28], тому такі поліненасичені жирні кислоти, як лінолева та ліноленова, мають надходити в їх організм із кормом. Основним джерелом незамінних (есенціальних) лінолевої та ліноленової кислот у раціонах для бджіл є корм [10, 14, 18–20, 26, 28].

У жирнокислотному складі корму наведені поліненасичені жирні кислоти домінуючі [4, 17, 28]. Загальними ознаками 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, 19, 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 теми цієї роботи.

Метою досліджень є встановлення зв'язку між складом неестерифікованих жирних кислот у тканинах грудей та продуктивними ознаками медоносних бджіл за різної кількості соняшникової 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 carpatica*).

За принципом аналогів було сформовано 3 групи бджолиних сімей (по 3 бджолосім'ї в кожній). Бджолині сім'ї контрольної групи впродовж 36 днів щотижня отримували кормову добавку, яка складалася зі 100 г знежиреного борошна з бобів натуральної сої сорту Чернівецька-9 та 100 г цукрового сиропу (відношення цукру до води 1:1). Бджолині сім'ї I і II дослідних груп додатково до цієї кормової добавки отримували соняшкову олію в кількості, відповідно, 10 і 20 г на бджолосім'ю на тиждень. Під час проведення досліду контролювали відтворну здатність маток і медову продуктивність робочих бджіл.

Дослідження яйцекладки бджолиних маток проводили за Ф. А. Лаврьохінім і С. В. Панковою [2]. Для цього обліковували кількість печатного розплоду через кожні 12 днів за допомогою спеціальної рамки-сітки з розміром квадратів 5×5 см. Кількість одержаного товарного меду визначали методом зважування відібраних із гнізд медових стільників до й після відкачування.

По завершенню досліду для лабораторних досліджень були відібрані зразки тканин медоносних бджіл. У тканинах грудей медоносних бджіл методом газорідної 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 змішували 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 у випаровувач газорідного хроматографічного апарата. Розділення метилових естерів жирних кислот проводили на хроматографі «Chrom-5» («Laboratorní přístroje», Прага).

Отриманий цифровий матеріал опрацьовували методом варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента. 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 користувалися комп'ютерними програмами «Origin 6.0», «Excel» («Microsoft», США).

Результати та обговорення. Встановлено, що в натуральній кормовій добавці, яка складається із знежиреного соєвого 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 із соняшниковою олією, г/кг натуральної маси

Жирні кислоти та їх код	Кормова добавка (КД)	КД + 10 г соняшникової олії	КД + 20 г соняшникової олії
1	2	3	4
Жирні кислоти загальних ліпідів			
Лауринова, 12:0	0,01	0,06	0,11
Міристинова, 14:0	0,02	0,11	0,20
Пентадеканова, 15:0	0,04	0,22	0,41
Пальмітинова, 16:0	0,51	2,56	4,63
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,04	0,22	0,40
Стеаринова, 18:0	0,38	1,95	3,53
Олеїнова, 18:1	2,65	14,22	26,08
Лінолева, 18:2	6,82	34,34	62,20
Ліноленова, 18:3	0,23	1,17	2,12
Арахінова, 20:0	0,04	0,21	0,37
Ейкозаєнова, 20:1	0,03	0,17	0,30
у тому числі неестерифіковані жирні кислоти			
Лауринова, 12:0	сліди	0,002	0,004
Міристинова, 14:0	0,001	0,006	0,009
Пентадеканова, 15:0	0,002	0,010	0,016

1	2	3	4
Пальмітинова, 16:0	0,024	0,114	0,224
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,002	0,010	0,017
Стеаринова, 18:0	0,014	0,087	0,159
Олеїнова, 18:1	0,148	0,694	1,227
Лінолева, 18:2	0,320	1,412	2,814
Ліноленова, 18:3	0,010	0,048	0,098
Арахінова, 20:0	0,002	0,009	0,014
Ейкозаснова, 20:1	0,001	0,007	0,011

У результаті додавання до згадуваної кормової добавки соняшникової олії, котра містить у своєму складі 61,8% біологічно активної лінолевої кислоти, в кількості 10 і 20 г в ній суттєво зростає вміст лауринової, міристинової, пентадеканової, пальмітинової, пальмітоолеїнової, стеаринової, олеїнової, лінолевої, ліноленової, арахінової та ейкозаснової 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 грудей медоносних бджіл (табл. 2). Наведене вище вказує на значне збільшення використання жирних кислот кормової добавки для забезпеченості тканин грудей медоносних бджіл енергетичним і структурним матеріалом [16]. Таблиця 2 свідчить, що зменшення концентрації неестерифікованих жирних кислот у тканинах грудей медоносних бджіл I і II дослідних груп порівняно з тканинами грудей медоносних бджіл контрольної групи відбувається за рахунок насичених, мононенасичених та поліненасичених жирних кислот. Зокрема, зменшення вмісту неестерифікованих насичених жирних кислот спостерігається з боку жирних кислот з парною (у I і II дослідних групах, відповідно, до 112,5 і 111,7 проти 122,2 $\text{г} \cdot 10^{-3}/\text{кг}$ сирі маси) і непарною (3,8 і 3,8 проти 4,2) кількістю атомів Карбону в ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин ω -7 (2,6 і 2,6 проти 2,8) і ω -9 (150,7 і 151,5 проти 164,2) та поліненасичених жирних кислот родини ω -3 (328,9 і 330,3 проти 346,9 $\text{г} \cdot 10^{-3}/\text{кг}$ сирі маси).

2. Концентрація неестерифікованих жирних кислот у тканинах грудей медоносних бджіл, $\text{г} \cdot 10^{-3} / \text{кг}$ сирової маси ($M \pm m, n=3$)

Жирні кислоти та їх код	Контрольна група (кормова добавка – КД)	I дослідна (КД + 10 г соняшни- кової олії)	II дослідна (КД + 20 г соняшни- кової олії)
Каприлова, 8:0	0,8±0,03	0,7±0,03	0,7±0,03
Капринова, 10:0	1,2±0,03	1,1±0,03	1,1±0,03
Лауринова, 12:0	1,7±0,06	1,5±0,03	1,5±0,07
Міристинова, 14:0	3,2±0,09	3,0±0,06	2,9±0,09
Пентадеканова, 15:0	4,2±0,14	3,8±0,09	3,8±0,10
Пальмітинова, 16:0	56,2±1,50	51,9±1,04	51,6±0,98
Пальмітоолеїнова, 16:1	2,8±0,06	2,6±0,03	2,6±0,06
стеаринова, 18:0	52,5±1,56	48,3±0,84	47,8±0,84
Олеїнова, 18:1	153,9±3,85	141,3±2,96	142,0±2,93
Лінолева, 18:2	127,3±1,92	127,9±2,05	128,9±1,96
Ліноленова, 18:3	145,9±3,15	143,5±1,42	144,4±1,28
Арахінова, 20:0	6,6±0,23	6,0±0,11	6,1±0,12
Ейкозаєнова, 20:1	10,3±0,26	9,4±0,27	9,5±0,25
Ейкозациєнова, 20:2	11,5±0,29	10,6±0,26	10,7±0,23
Ейкозатриєнова, 20:3	10,4±0,32	10,5±0,32	10,6±0,30
Арахідонова, 20:4	144,6±3,84	145,3±3,98	145,8±4,07
Ейкозапентаєнова, 20:5	101,3±2,68	94,4±1,25	95,1±1,18
Докозациєнова, 22:2	10,6±0,32	10,7±0,35	11,1±0,35
Докозатриєнова, 22:3	11,7±0,35	10,6±0,26	10,6±0,35
Докозатетраєнова, 22:4	14,7±0,37	13,4±0,32	13,6±0,35
Докозапентаєнова, 22:5	34,0±1,07	31,1±0,50	31,2±0,67
Докозагексаєнова, 22:6	39,3±1,19	35,9±0,75	35,4±1,00
Загальна концентрація НЕЖК	944,7	903,5	907,0
у тому числі насичені	126,4	116,3	115,5
мононенасичені	167,0	153,3	154,1
поліненасичені	651,3	633,9	637,4
ω -3/ ω -6	1,14	1,08	1,08

При цьому в тканинах грудей медоносних бджіл I і II дослідних груп порівняно з тканинами грудей контрольної групи не змінюється вміст поліненасичених жирних кислот родини ω -6 (у I і II дослідних групах, відповідно, 305,0 і 307,1 проти 304,4 г·10⁻³/кг сиріої маси). Одночасно зменшується співвідношення вмісту неестерифікованих поліненасичених жирних кислот родини ω -3 до поліненасичених жирних кислот родини ω -6 (див. табл. 2).

Як свідчать наведені дані, у тканинах грудей медоносних бджіл насамперед зменшується вміст неестерифікованих насичених і мононенасичених жирних кислот. Насичені та меншою мірою мононенасичені жирні кислоти найбільш повно забезпечують організм медоносних бджіл енергетичним матеріалом, необхідним для високої відтворної здатності бджолиних маток [8, 16, 17] і продуктивності робочих бджіл [13, 15]. З таблиці 2 також видно, що в тканинах грудей медоносних бджіл I і II дослідних груп сильно зменшується вміст неестерифікованих поліненасичених жирних кислот родини ω -3. Можливо, це пов'язано з більш інтенсивним використанням їх для високої відтворної здатності бджолиних маток і медової продуктивності робочих бджіл.

Зміни жирнокислотного складу тканин грудей медоносних бджіл I і, особливо, II дослідних груп порівняно з тканинами грудей медоносних бджіл контрольної групи впливають на відтворну здатність маток і медову продуктивність робочих бджіл. Зокрема, у маток I і II дослідних груп порівняно з матками контрольної групи у дослідний період зростає яйцекладка (табл. 3). Водночас у робочих бджіл I (14,5±0,40 кг, $p<0,01$) і II (15,7±0,34, $p<0,001$) дослідних груп порівняно з робочими бджолами контрольної групи (12,4±0,36 кг) підвищується медова продуктивність.

3. Відтворна здатність бджолиних маток, яєць за добу ($M\pm m$, $n=3$)

Контрольна група (кормова добавка – КД)	I дослідна (КД + 10 г соняшникової олії)	II дослідна (КД + 20 г соняшникової олії)
1	2	3
Підготовчий період, 5 квітня		
201,2±10,89	206,9±16,35	202,3±17,49
Дослідний період, 17 квітня		
757,4±19,12	830,4±24,99	896,7±16,11**

1	2	3
Дослідний період, 29 квітня		
856,0±18,56	956,1±24,59**	1108,0±20,17***
Дослідний період, 11 травня		
893,1±14,50	1018,0±24,76**	1163,8±24,84***
Разом за дослідний період, 17 квітня – 11 травня		
2506,5	2804,5	3168,5

Примітки. ** $p < 0,01$. *** $p < 0,001$.

Висновки. 1. У результаті додавання до кормової добавки, яка складається із знежиреного соєвого борошна та цукрового сиропу, соняшникової 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.

2. Згодовування кормової добавки, збагаченої соняшниковою олією в кількості 10 і 20 г, приводить до зменшення концентрації неестерифікованих насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у тканинах грудей медоносних бджіл I та II дослідних груп. При цьому в тканинах грудей вказаних бджіл знижується співвідношення вмісту неестерифікованих поліненасичених жирних кислот родини ω -3 до поліненасичених жирних кислот родини ω -6.

3. Зміни жирнокислотного складу тканин грудей 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

References

1. Quantitative chromatographic methods for determination of individual lipids and fatty acids in biological material : method. manual / J. F. Ravis et al. 2nd ed., revised and supplemented Lviv : SPOLOM, 2017. 160 p.
2. Lavrekhin F. A., Pankova S. V. Biology of the honeybee. 3rd ed., revised and enlarged. Moskva : Kolos, 1983. 303 p.
3. Abedi E., Sahari M. A. Long-chain polyunsaturated fatty acid sources and evaluation of their nutritional and

- 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. No. 2. P. 41–48.
5. Antibacterial Immune Competence of Honey Bees (*Apis mellifera*) Is Adapted to Different Life Stages and Environmental Risks / H. Gätschenberger et al. *PLoS One*. 2013. Vol. 8. Is. 6.
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., Soulagés 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. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 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.
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.
- 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. No. 2. P. 41–48.
5. Antibacterial Immune Competence of Honey Bees (*Apis mellifera*) Is Adapted to Different Life Stages and Environmental Risks / H. Gätschenberger et al. *PLoS One*. 2013. Vol. 8. Is. 6.
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., Soulagés 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. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 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.
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*

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.
17. Gooley Z. C., Gooley A. C. Temporal variation of fatty acid composition and pesticides in honeybees *Apis mellifera* and beebread. *bioRxiv.* 2019.
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.
19. 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.
20. 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.
21. 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.
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.
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 *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.
17. Gooley Z. C., Gooley A. C. Temporal variation of fatty acid composition and pesticides in honeybees *Apis mellifera* and beebread. *bioRxiv.* 2019.
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.
19. 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.
20. 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.
21. 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.
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.
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 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. Ziegler R., Van Antwerpen R. Lipid uptake by insect oocytes. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2006. Vol. 36. Is. 4. P. 264–272.

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 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. Ziegler R., Van Antwerpen R. Lipid uptake by insect oocytes. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 2006. Vol. 36. Is. 4. P. 264–272.

Отримано 14.05.2020

Наукове видання

**ПЕРЕДГІРНЕ ТА ГІРСЬКЕ
ЗЕМЛЕРОБСТВО І ТВАРИННИЦТВО**

Міжвідомчий тематичний науковий збірник

Заснований у 1967 р.

Випуск 68

Частина I

Реєстраційне свідоцтво

№ 24025-13865 Р

від 05.07.2019.

Формат 30×42/4. Ум. друк. арк. 13,46.

Обл.-вид. арк. 13,50. Тираж 100 прим.

Друкарня Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН,
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну
Львівської обл., 81115